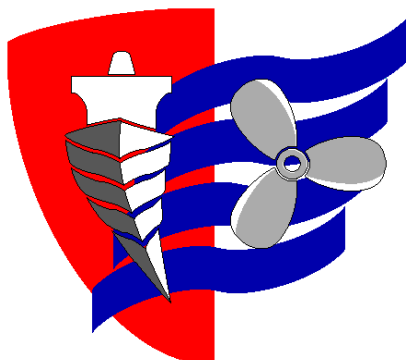


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

APORTACIONES EN LA GESTIÓN DEL SECTOR MARÍTIMO PESQUERO

CONTRIBUTIONS IN THE MANAGEMENT OF THE FISHING MARINE SECTOR

Para acceder al Título de Grado en

INGENIERÍA MARÍTIMA

Autor: Alejandro Lort Gancedo

Director: Alberto Coz Fernández

Septiembre - 2017

Contenido

RESUMEN.....	6
SUMMARY.....	8
1. LA FLOTA ESPAÑOLA DE PESCA.....	13
2. EL BUQUES DE PESCA.....	17
2.1 DIFERENTES ARTES DE PESCA DE LA FLOTA ESPAÑOLA.....	17
2.2 EL BUQUE ARRASTRERO.....	18
2.3 EL BUQUE CERQUERO.....	21
2.4 EL BUQUE BONITERO.....	22
2.5 EL BUQUE VOLANTERO.....	23
2.6 EL BUQUE PALANGRERO.....	24
2.7 CLASIFICACIÓN DE LOS BUQUES DE PESCA EN ESPAÑA.....	26
3. LA POLITICA PESQUERA COMÚN.....	28
4. NORMATIVA.....	32
Marco comunitario e internacional.....	33
Marco nacional y autonómico.....	34
Normas sobre protección y mejora del medio ambiente.....	35
4.1 NORMATIVA ESPECÍFICA PARA BUQUES PESQUEROS.....	35
4.2 MARPOL 73/78: CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE LOS BUQUES, 1973, MODIFICADO POR EL PROTOCOLO DE 1978.....	36
5. PROCEDIMIENTOS Y COORDINACIÓN DE RECEPCIÓN Y RECOGIDA PARA BUQUES DE PESCA FRESCA E INSTALACIÓN DE RECEPCIÓN FIJA.....	39
Notificación y disponibilidad del servicio.....	39
Trámites de entrega y métodos de Registro de uso de las Instalaciones Receptoras...	39
Métodos de registro de cantidades y tipos.....	40
Notificación, trámites y registro para las embarcaciones con base en el Puerto al amparo del convenio suscrito con la Autoridad Portuaria.....	40
5.1 PROCEDIMIENTOS DE DETECCIÓN DE DEFICIENCIAS.....	41
5.2 GARANTÍA DE CALIDAD AMBIENTAL DE LOS PROCEDIMIENTOS DE RECEPCIÓN, RECOGIDA, ALMACENAMIENTO, TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN.....	42
5.3 ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS ENTREGADOS EN PUERTO RECEPTOR.....	43
5.4 EQUIPAMIENTO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS A BORDO DE UN BUQUE DE PESCA.	45
5.4.1 Planta de aguas residuales.....	46
5.4.2 Separador de sentinas.....	48

5.4.3 Incinerador.....	50
5.4.4 Triturador- compactador.	51
5.4.5 Equipo de tratamiento de comidas.....	52
5.4.6 Separador de grasas.....	53
6 IMPACTO DEL SECTOR PESQUERO EN EL MEDIO AMBIENTE MARINO.	56
7 GESTIÓN ENERGETICA EN EL SECTOR PESQUERO.	61
7.1 EL COMBUSTIBLE EN EL SECTOR PESQUERO.	63
8. MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO.....	66
8.1 IMPORTANCIA DE LA VELOCIDAD DEL BUQUE PARA EL AHORRO DE COMBUSTIBLE.	67
8.2 TEMPERATURA EN LA CÁMARA DE MÁQUINAS.	69
8.3 CONDICIONES DE ADMISIÓN EN EL MOTOR.....	70
8.4 MANTENIMIENTOS EN EL BUQUE PESQUERO PARA LA MEJORA DEL CONSUMO DEL COMBUSTIBLE Y EL AHORRO ENERGÉTICO.....	72
8.4.1 Limpieza del circuito de refrigeración.....	72
8.4.2 Limpieza de la Turbocompresor.....	72
8.4.3 Mantenimiento de la reductora.....	74
8.4.4 Mantenimiento de depuradoras de aceite y combustible.	76
8.4.5 Mantenimiento del casco.	79
8.5 EQUIPAMIENTOS PARA LA MEJORA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.	82
8.5.1 Instalación de un polarizador en el circuito de alimentación de combustible.	82
8.5.2 Instalación de un tanque de servicio diario.	84
8.5.3 Instalación de flaps en el barco.....	84
8.5.4 Instalación de una reductora de reducción doble.	85
8.5.5 Instalación de motores de menos cilindrada y potencia.	85
8.5.6 Instalación de un alternador de cola.	86
8.6 MEJORAS EN EL PROYECTO DE UN BUQUE PESQUERO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	86
8.6.1. Diseño de las formas del casco.	87
8.6.2. Optimización del bulbo de proa.....	88
8.6.3 Diseño de la hélice.	90
8.6.4 Optimización del timón.....	93
8.6.5 Optimización del asiento.	96
8.7 AUDITORIAS ENERGÉTICAS.....	97
9. ALTERNATIVAS Y EXPERIENCIAS INNOVADORAS.....	103
9.1 COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS.....	103

9.2 ENERGÍAS RENOVABLES.....	105
9.3 MOTORES HÍBRIDOS DIÉSEL ELÉCTRICOS.	107
CONCLUSIONES:.....	109
BIBLIOGRAFÍA:.....	111

RESUMEN.

El sector pesquero español es una industria con mucha tradición y gran implantación en la economía nacional. Dentro de la Unión europea, nuestra flota pesquera es la primera en producción de pesca, la primera también en capacidad y el el tercer país en número de buques. Lo cual ratifica la importancia del sector pesquero español, la cantidad de puestos de trabajo derivados de esta actividad y la necesidad del mantenimiento de la industria.

En este trabajo apporto diagramas de la implantación de los buques en los diferentes caladeros en los cuales faenan y de la situación de la flota pesquera dentro de la Unión Europea.

Para realizar una revisión exhaustiva de las implicaciones del sector pesquero español en el medio ambiente y de la operatividad dentro de los buques en busca de la eficiencia y optimización de los equipos, es indispensable tener un conocimiento particularizado y detallado de cada buque a explotar en función del arte de pesca a utilizar.

Por ello inicialmente, establezco una clasificación y descripción de los diferentes tipos buques de pesca de flota española y que más incidencia pueden tener en el ecosistema marino durante su actividad.

Desde la inclusión de España en la Unión Europea, en 1986, el sector pesquero está regulado por la política pesquera común que establece la Unión Europea. Esta política busca la máxima sostenibilidad del ecosistema marino, la supervivencia de los caladeros, reparto de cuotas de pesca, Reducir las emisiones contaminantes producidas por los buques pesqueros, establecer normas para mantener la rentabilidad económica de las pesquerías, lucha contra la contaminación marina, etc.

La normativa más importante en materia de lucha contra la contaminación marina en el ámbito marino es la regla Marpol 73/78, la cual regula como se debe realizar la gestión integral de residuos que genera el buque. Por lo tanto, una de las cuestiones más importantes dentro del sector pesquero es establecer dicha gestión y equipar el buque para que los residuos se puedan eliminar o tratar a bordo en la actividad cotidiana del buque pesquero.

Además de la gestión de los residuos a bordo, otro punto importante para mantener la sostenibilidad del medio marino en las operaciones de los buques pesquero es la reducción de las emisiones de gases de escape, principalmente las derivadas de la combustión de los motores principales.

El principal parámetro que condiciona la actividad del sector marítimo pesquero, en términos de eficiencia y contaminación marina, es el consumo de combustible. Los altos y variables precios del combustible desde principios del siglo XXI, los cuales van a ser difícilmente recuperables con respecto a tiempos anteriores, provocan que los buques de pesca necesiten ajustar

mucho los consumos de combustible para que la actividad sea rentable. Hay que tener en cuenta que el mayor coste de la flota pesquera española deriva del consumo de combustible. Por eso es necesario y vital establecer una gestión de la actividad pesquera para conseguir un ahorro de combustible.

En los buques pesqueros podemos adoptar medidas concretas para el ahorro de consumo de combustible y de energía. En el trabajo se presenta un **diagrama**, en el cual se presentan las diferentes actuaciones que se puedan adoptar dentro de la gestión de un buque o flota para acometer el problema derivado de los altos consumos de combustible y de las emisiones contaminantes de gases.

A partir de aquí se revisan todas las diferentes medidas que se pueden adoptar en el sector pesquero para conseguir ahorros en los consumos energéticos:

Las medidas pueden ser control determinados parámetros operacionales tales como la velocidad, la temperatura de la sala de máquinas y su ventilación, o de las condiciones de admisión en el motor.

Otra manera de conseguir mejorar los consumos viene de la realización periódica del mantenimiento predictivo de los diferentes equipos u sistemas que conforman el buque.

También se pueden conseguir grandes ahorros en la etapa de diseño, dimensionando adecuadamente los motores, y con una elección de hélice, timón, formas de casco e hidrodinámica para conseguir el máximo rendimiento del buque para la operación pesquera a realizar.

Una medida de ahorro energética más compleja es la de instalación en el buque de equipamientos que influyen directamente en el consumo de combustible. La inversión que requiere la instalación en el buque pesquero de los sistemas planteados en el trabajo es amortizable en el tiempo por el ahorro de consumos logrado.

En el trabajo se presenta como aportación una **clasificación** de los diferentes puntos que se deben de tener en cuenta a la hora de diseñar un buque de nueva construcción mayor de 12 metros de eslora. Todas estas medidas siempre tienen que ser optimizadas en función del tipo de buque, actividad que va a realizar, rutas y distancias al caladero, toneladas de capturas, días faenando, etc.

Todas estas medidas son estudiadas en una herramienta muy útil, que sirve para conocer la eficiencia del buque pesquero cuando navega y realiza la actividad pesquera. Las auditorías energéticas permiten conocer los puntos críticos en los cuales cada barco no es eficiente, y por ello aumenta su

consumo de combustible, su consumo de energía eléctrica y sus emisiones contaminantes al medio.

En buques pesqueros ya existentes que se quieran obtener medidas de ahorro energético y mejorar la eficiencia del barco, es importante realizar un correcto mantenimiento adecuado de toda la instalación para que funcionen dentro de las condiciones óptimas de máximo rendimiento del motor. Además se debe establecer una gestión de las rutas más adecuadas, planteamiento de considerar navegar a menor velocidad, controlar temperaturas en la sala de máquinas, etc., para conseguir ahorros de combustible en las operaciones diarias del buque. Cualquier modificación de los equipamientos o de las formas del barco en este tipo de buques, deben llevarse a estudio particularizado para determinar si la inversión en las modificaciones es amortizable con los ahorros estimados.

Existen varios estudios y proyectos que buscan métodos alternativos y experiencias innovadoras de generación de energía en los buques de pesca, así como variantes a la utilización de combustibles derivados del petróleo. Su utilización en el sector pesquero es muy limitada, y su presentación en el trabajo se debe a la posibilidad que en un futuro se desarrollen mucho mejor para poder ser rentable su implantación en un buque de pesca para reducir consumos energéticos y las emisiones contaminantes.

SUMMARY.

The Spanish fishing industry is an industry with a lot of tradition and great implantation in the national economy. Within the European Union, or fishing fleet is the first in fishing production, the first is also in capacity and the third in number of vessels. This ratifies the importance of Spanish fishing sector, the number of jobs derived from the activity and the need to maintain the industry.

In this work I contribute with diagrams of the implementation of the vessels in the different fishing grounds in which they operate and of the situation of the fishing fleet in the European Union.

For a thorough exhaustive review of the implications of the Spanish fishing industry on the environment and of the operability in the vessels in search of efficiency and optimization of the equipment, it is indispensable to have a detailed and detailed knowledge of each vessel to be exploited in function of the fishing gear to be used.

For this reason, initially, I establish a classification and description of the different types of fishing vessels of Spanish fleet and that more incidences can have in the marine ecosystem during its activity.

Since the inclusion of Spain in the European Union, in 1986, the fisheries sector is governed by the common fisheries policy established by the European Union. This policy seeks to maximize the sustainability of the marine ecosystem, the survival of fishing grounds, the allocation of fishing quotas, reduce pollution emissions from fishing vessels, establish standards to maintain the economy profitability of fisheries, fight against marine pollution, etc.

The most important regulation in the field of marine pollution control in the marine environment is the Marpol 73/78 rule, which regulates how to carry out the integral management of waste generated by the ship. Therefore, one of the most important issues in the fisheries sector is to establish such management and equip the ship so that the waste can be disposed of or treated on board in the daily activity of the fishing vessels.

In addition to the management of waste on board, another important point to maintain the sustainability of the marine environment in the operations of fishing vessels is the reduction of exhaust emissions, mainly those derived from the combustion of the main engines.

The main parameter that determines the activity of the maritime fishing industry, in terms of efficiency and marine pollution, is fuel consumption. The high and variable fuel prices since the beginning of the 21st century, which is difficult to recover from previous times, means that fishing vessels need to adjust fuel consumption to make the activity profitable. It must be taken into account that the greater cost of the Spanish fishing fleet derives from the consumption fuel. That is because it is necessary and vital to establish a management of the fishing activity to achieve a saving of fuel.

In fishing vessels we can adopt concrete measures for saving fuel consumption and energy. The work presents different actions that can be taken in the management of a ship or fleet to tackle the problem derived from high fuel consumption and pollutant gas emissions.

From here I review all the different measures that can be adopted in the fishing sector to achieve savings in energy consumption:

The measures can be control certain operational parameters such as the speed, temperature of the engine room and its ventilation, or the conditions of admission in the engine.

Another way to get better consumption comes from the periodic performance of the predictive maintenance of the different equipment or systems that make up the ship.

Large savings can also be achieved at the design stage, by properly dimensioning the engines, and with a choice of propeller, rudder, hull shapes and hydrodynamics to achieve the maximum performance of the vessel for the fishing operation to be performed.

A more complex energy saving measure is the installation of equipment directly influencing the consumption of fuel. The investment required by the installation on the fishing vessels of the system proposed in the work is amortized over time by the consumption savings achieved.

In the work is presented as a contribution a classification of the different points that must be taken into account when designing a ship of a new construction over 12 meters in length. All these measures always have to be optimized according to the type of vessel, activity to be carried out, routes and distances to the fishing ground, tons of fish, days of fishing, etc.

All these measures are studied in a very used tool, which serves to know the efficiency of the fishing vessels when sailing and fishing. Energy audits allow us to know the critical points in which each boat is not efficient, and thus increase its fuel consumption, its consumption of electric energy and its polluting emissions to the environment.

In old fishing vessels that want to obtain energy savings measures and improve the efficiency in the ship, it is important to perform a proper maintenance of the entire facility to operate in optimum conditions of maximum engine performance. In addition, it is necessary to establish a management of the most suitable routes, approach of considering sailing at a slower speed, to control temperatures in the engine room, etc., to obtain savings of fuel in the daily operations of the ship. Any modification of the equipment or the forms of the ship in this type must be carried out in a particular study to determine if the investment in the modifications is amortizable with the estimates savings.

There are several studies and projects that seek alternative methods and innovate experiences of power generation in fishing vessels, as well as variants to the use of fuels derived from petroleum. Its use in the fishing sector is very limited, and its presentation in the work is due to the possibility that in the future they will develop much better to be profitable its implantation in a fishing vessel to reduce energy consumption and pollutant emissions.

1. LA FLOTA ESPAÑOLA DE PESCA.

La flota total española de pesca está compuesta por 9.299 buques, de los cuales 8.998 faenan en aguas nacionales, 107 buques faenan en aguas comunitarias y 194 buques faenan en caladeros externos. Hay que tener en cuenta que de los 9.299 buques que faenan en aguas nacionales, 7.216 son barcos de artes menores de pesca y con eslora de menos de 12 metros, que representan el 77,6% del total. El resto, un 22,4 % del total de los buques faenando en caladeros nacionales, serían unos 2.083 buques con una eslora mayor de 12 metros.

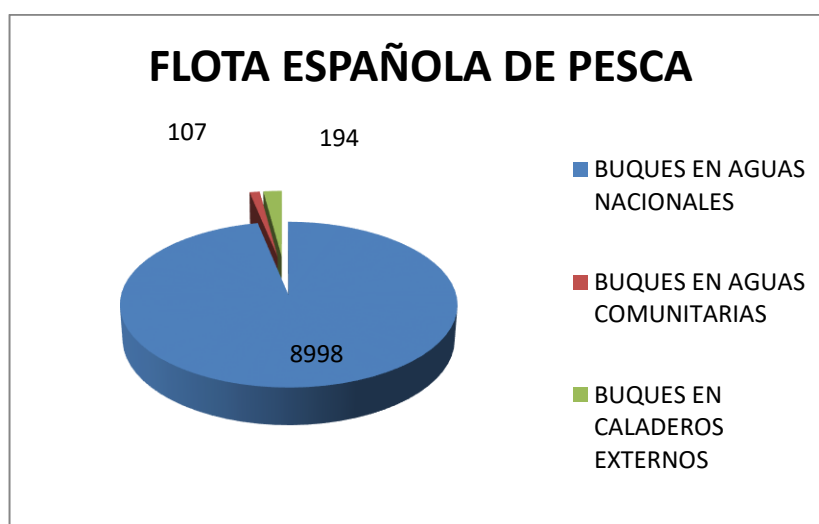


Figura 1. Flota española de pesca (Elaboración propia).

Datos oficiales de la Confederación Española de Pesca, 2016.

España posee la flota más importante de la Unión Europea, en términos de capacidad (GT), con el 23,6 %. Ocupa el tercer puesto en número de buques comunitarios, un 11 % y un total de 9.299 buques. Y la flota española genera el 22 % del empleo del sector pesquero de la Unión Europea, que emplea a 33.288 tripulantes.

	Longitud	Número de embarcaciones	Arqueo bruto	Potencia del motor (kW)	Antigüedad media
< 12		72 301	182 989	2 603 689	25
12-24		9 998	399 193	1 830 772	24
> 24		2 855	1 041 399	2 035 719	19
TOTAL		85 154	1 623 581	6 470 180	22,6

Tabla 1. Flota pesquera de la UE (Unión Europea, 2016)

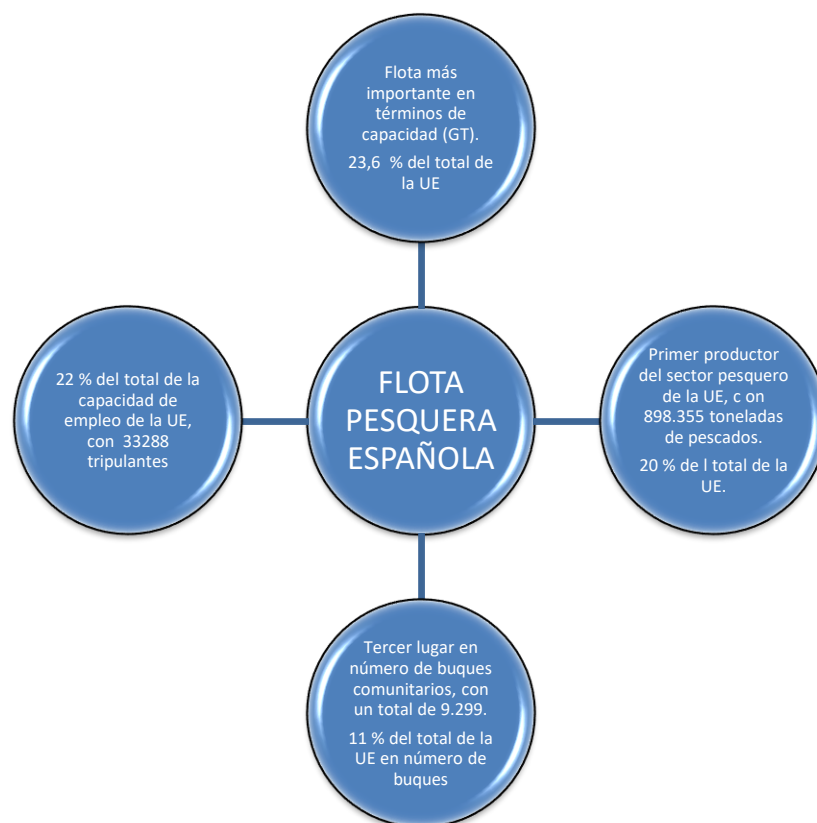


Figura 2. Diagrama de datos de la flota pesquera española (Elaboración propia).

Datos obtenidos de la Confederación Española de Pesca, 2016.

Consecuencia de todos datos oficiales de la Confederación Española de Pesca y de la Comisión de la Unión Europea, podemos deducir que España es uno de los países de la Unión Europea más afectados por sus políticas y por ello, tiene una importancia capital en la definición de las mismas.

La flota pesquera española se ve muy afectada por cada una de las decisiones y restricciones adoptadas por la Unión Europea, por ello es importante que España lidere el sector pesquero en términos de sostenibilidad, gestión ambiental, mantenimiento económico de sector, innovación y desarrollo técnico, adopción de acuerdos, etc., para poder conseguir los objetivos establecidos en la política común y garantizar la supervivencia del sector.

La gestión de la capacidad de la flota es muy importante para la explotación sostenible de los recursos pesqueros, que es uno de los principales objetivos

de la política pesquera comunitaria. Por ello, la Unión Europea, a pesar de las incorporaciones de nuevos países en los últimos años, ha visto como se han reducido el número de buques, la capacidad de los mismos y la potencia de los mismos año a año. Además la normativa no permite aumentar la capacidad de la flota pesquera, y la Unión Europea y los estados miembros deben subvencionar todos los desguaces y modificaciones de la capacidad de las embarcaciones.

2. EL BUQUES DE PESCA.

Los buques de pesca son embarcaciones dedicadas para la captura de peces o seres vivos en el mar. Son centros de producción donde se capturan seres vivos para su comercialización y se transportan los productos capturados hasta el puerto. Los buques de pesca operan en alta mar con condiciones climatológicas adversas, y con la presión de la competencia y el mercado pesquero.

Los buques pesqueros deben de generar la energía para cubrir las necesidades de propulsión, servicios y operación de pesca. Por lo que, una se necesita establecer la adecuada y correcta ubicación de todos los equipamientos, elección de propulsores, consumidores, así como controlar consumos y establecer un mantenimiento efectivo para que la actividad del buque pesquero sea rentable.

Los tipos de propulsión, dimensionamiento y posición de la cámara de máquinas, estiba de mercancías, estructura del barco, arquitectura naval, etc., varían en función del arte y la operación de pesca.

2.1 DIFERENTES ARTES DE PESCA DE LA FLOTA ESPAÑOLA.

Las artes de pesca se clasifican dos tipos: artes pasivas y artes activas. Las artes de pesca pasivas consisten en el movimiento de las especies a capturar hacia el arte de pesca utilizado, tales como redes, mallas, nasas, etc. En el arte de pesca activo tiene que haber un movimiento del arte o buque que lo transporta en búsqueda hacia las especies a capturar, conjuntamente con la propia operación de pesca según la técnica utilizada.

Según datos extraídos del Confederación española de pesca (CEPESCA, 2016), las técnicas más usadas por los buques de pesca en España son las artes menores, que representan un 80,20 % del total. El resto se reparten entre el arte del arrastre (9,17 %), cerco (6,37 %), palangre de fondo (1,44 %), palangre de superficie (1,5 %), atuneros cañeros (0,49 %), cerco atún rojo (0,06 %), rasco (0,27 %) y volanteros (0,5 %).

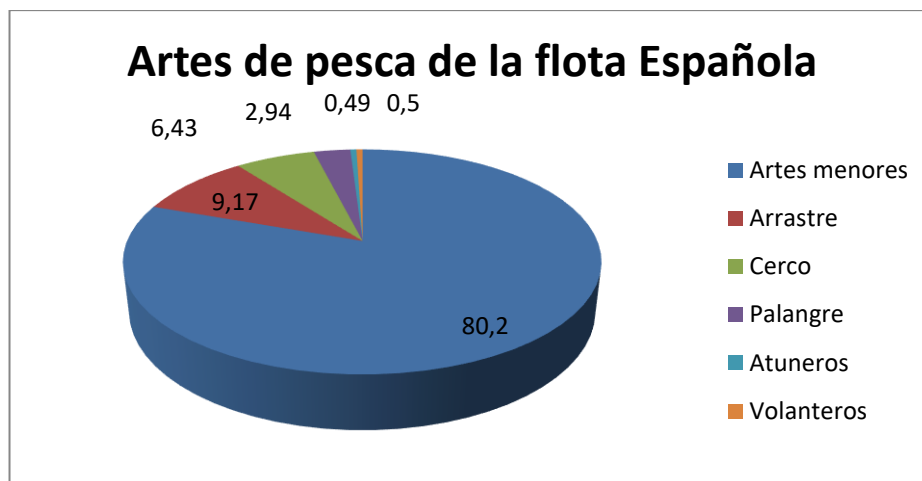


Figura 3. Artes de pesca de la flota española (Elaboración propia).

2.2 EL BUQUE ARRASTRERO.

La pesca de arrastre consiste en el empleo de una red de arrastre que barre el fondo marino capturando todo ser vivo que encuentra a su paso, mientras es remolcado por el buque.

Es la técnica de pesca menos selectiva, ya que la red recoge todo lo que encuentra y que no caiga de la misma dependiendo del tamaño de la malla del aparejo, lo que puede ser muy perjudicial para el hábitat marino y sus especies.

Este tipo de buque es el que más prolifera en la flota pesquera nacional y comunitaria. Tienen como principal ventaja la facilidad para detectar bancos de peces, ya que barre todo el fondo, además de la ayuda de los sistemas actuales de detección electrónicos. Actualmente hay arrastreros que pueden tirar de dos hasta tres redes, lo que supone disponer de una potencia muy alta. Además, este tipo de buques pesqueros suelen tener congeladores y habitaciones, para la limpieza y preparación del pescado para su transporte y venta posterior.

Son barcos con mucho puntal y gran obra viva, necesario para que las hélices puedan trabajar fuerte para poder arrastrar las artes por el fondo marino.

Otra opción diferente a la de los barcos de pesca con redes de fondo, es la de los buques pesqueros pelágicos, que utilizan redes de enmalle que no barren el fondo marino sino la zona media del mismo. Por ello, barren peces más selectivamente y son menos perjudiciales para el ecosistema marino. Son barcos de dimensiones mayores que los de fondo y pueden arrastrar la

red con uno o dos barcos. La profundidad de la red es regulada por medio de la velocidad del buque.

Las embarcaciones pesqueras de arrastre pueden ser:

- Arrastreros de popa: El puente está situado a proa, igual que las maquinillas para dar espacio suficiente a la red. Los cables de remolque están en la cubierta de popa junto con la rampa para el izado del copo. La bodega está en el plano diametral.
- Arrastreros de costado: En este tipo de buques las redes de enmalle salen de los costados del mismo.
- Arrastreros de tangones: Estos barcos usan batalones para remolcar las redes sujetas al palo, y extendidas desde los costados para remolcar una o dos redes de enmalle.

El arrastre se trata de una técnica de pesca con mucho consumo energético. La técnica se desarrolla en tres fases: el largado de la red al mar, el arrastre de la red por la superficie o fondo marino y la recogida de la red con las capturas. Cuando el patrón del barco detecta un banco de peces, es cuando elige donde se larga la red. A partir de ese momento, es cuando empieza el arrastre de la red, proceso en el cual se produce un elevado consumo energético, ya que los propulsores tienen que suministrar potencia necesaria para vencer la resistencia al avance de desplazamiento del buque y la red al mismo tiempo a una velocidad establecida. Esta actividad es la de mayor duración, aproximadamente el 85 % del tiempo productivo. Por último, se iza la red a bordo estando el buque parado. Para ello, debido al elevado peso, es necesaria la instalación de motores auxiliares para satisfacer las necesidades energéticas de esta operación.

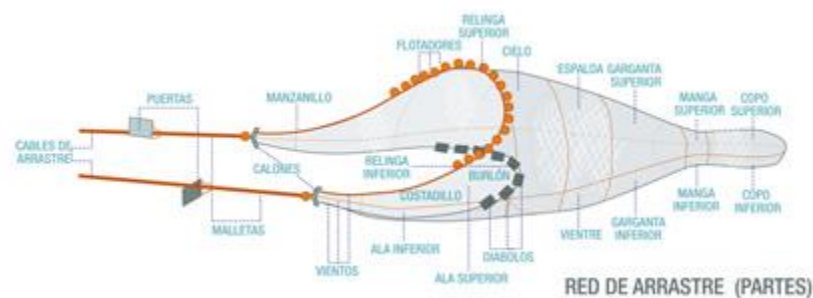


Figura 4. Red de arrastre (Federación provincial de pescadores de Alicante, 2017).



Figura 5. Arrastrero tangonero congelador Jomafran de 29,50 m. de eslora (Astilleros Armón, 2017).



Figura 6. Arrastrero al fresco Ferox de 44,95 m. de eslora (Astilleros Armón, 2015).



Figura 7. Arrastrero congelador Ramoen de 75,05 m. de eslora (Astilleros Armón, 2016).

2.3 EL BUQUE CERQUERO.

La técnica del arte de pesca del cerco consiste en extender la red, efectuar una maniobra del buque para cercar el banco de pesca, y posteriormente recoger la eslinga quedando cerrada por su parte inferior la red. Ésta es recogida por una pasteca soportada por una grúa hidráulica. El cerco es la técnica más eficaz para la pesca de concentraciones importantes de bancos de pesca en las zonas cercanas a la superficie marítima. La búsqueda del banco, apoyada por equipos electrónicos de captación con ecosondas y sonares, así como la operación realizada por el buque para cercarlo son la parte más importante de esta técnica. Para mejorar la maniobrabilidad del buque suelen estar equipados por propulsores en proa.

Los buques cerqueros europeos suelen tener situada la superestructura en la popa, y la zona de trabajo en la zona central y proa del barco. La red de cerco se coloca en la popa en un contenedor, mientras que el cabestrante se coloca en la zona de proa de la zona de trabajo.

En el cerco el consumo energético durante las operaciones de pesca es mucho mayor que en otras artes. En esta técnica se requiere la intervención del pescador, del buque y de todos los equipamientos durante el proceso.

La operación del cerco comienza cuando el barco llega al caladero que navega buscando los bancos de peces. Cuando sus equipos de detección electrónicos captan un banco, el buque se sitúa y comienza a largar la red de cerco, maniobrando en círculo. La parte de la red de cerco que tiene flotadores permanece en la superficie, mientras que el resto, que tiene contrapesos, tiende a hundirse. Durante esta maniobra la demanda de propulsión es muy alta porque hay que realizar la maniobra con mucha celeridad para que no se escapen los peces. Cuando la totalidad de la red está en el mar y se ha maniobrado en círculo, el buque se para y se cierra la red por la parte inferior, quedando un embudo que es por donde entran las capturas. Cuando ya se cierra la red, es cuando ya empiezan a actuar los equipos de cierre y los pescadores. Se iza la red a bordo del barco por mediación de los equipos mecánicos de recogida, con ayuda de grúas hidráulicas y molinetes para introducirla en el buque.

La demanda energética durante la operación de recogida de la red viene principalmente de los equipos de generación eléctrica para la iluminación, bombas y equipos de recogida de la red de cerco. Para todo ello se necesitan

motores con potencia suficiente para llevar a cabo las maniobras de izado y largado del arte de pesca.

Por último, los cerqueros realizan grandes desplazamientos para localizar bancos de pesca, lo que puede suponer el 70 % del consumo energético por la propulsión del barco.



Figura 8. Atunero congelador al cerco Cape Coral de 79,80 m. de eslora (Astilleros Armón, 2015).

2.4 EL BUQUE BONITERO.

Son buques que trabajan con redes de cerco para la pesca del bonito, sobre todo en la zona de mar Cantábrico. En la pesca del bonito se emplean dos técnicas diferentes, una de ellas pasiva con cebo vivo y la otra activa que se llama el curricán.

La operación de pesca del bonito con cebo vivo se realiza en dos procesos: búsqueda de los bancos de peces y la captura de la pesca. En el proceso de la detección de los bancos de peces, el consumo energético de la propulsión es muy elevado ya que se navega mucha superficie a velocidades altas. Cuando se detecta el banco, el barco se detiene y se capturan los peces manualmente uno a uno, utilizando cañas con sedal y anzuelo con cebo vivo. En esta parte del proceso el consumo energético es mínimo ya que solo se necesitan los grupos auxiliares para cubrir las necesidades de consumo eléctrico.

En la pesca con curricán, los sedales con cebos artificiales en su extremo se dejan caer al mar a medida que se desplaza el buque. Cuando el barco pasa por los bancos de peces y se realizan las capturas, éstas se izan a bordo del mismo mediante equipos mecánicos de recogida. En este proceso siempre es necesaria la acción del buque para llevar a cabo las capturas, y el consumo energético que demanda la propulsión es constante navegando una velocidad determinada.

Este tipo de barcos suelen tener pocos periodos de descanso, a no ser que haya alguna avería, carenado o mantenimiento importante en dique seco. Los buques boniteros típicos construidos en España suelen tener proa lanzada y una popa en forma de rampa donde se estiba.



Figura 9. Bonitero Galerna II 95,70 m. de eslora (Astilleros Armón, 2014).

2.5 EL BUQUE VOLANtero.

Es un buque pesquero cerquero que trabaja con volantas como técnica de pesca, una red que puede alcanzar hasta los 30 kilómetros. En este tipo de buque la superestructura se suele ubicar en popa y la zona de trabajo se sitúa en la proa del barco.



Figura 10. Volantero Gure Leporre Berria de 29 m. de eslora (Asesoría en Ingeniería Insenaal, 2017).

2.6 EL BUQUE PALANGRERO.

Son buques que utilizan la técnica de pesca mediante palangre. Esta técnica es considerada un arte de pesca de tipo pasivo. Este arte consiste en la colocación de un número determinados de anzuelos anudados a una línea principal que se lanza al mar, y que se puede posicionar en el fondo, en la superficie o en el interior del mar. La línea principal está suspendida en el agua por una línea secundaria llamada orinques, en cuyos extremos se ubican boyas. Los palangreros tienen una apertura lateral por la línea de amurada para recoger el palangre, su largado se realiza por la popa.

El aparejo del palangre necesita un estibado muy cuidadoso y se monta justo antes de entrar en el agua en el largado del mismo. El proceso del palangre se realiza en tres fases:

- Largado del palangre: es una operación muy mecánica que se puede realizar con el buque navegando a 9 nudos.
- Cuando se larga el aparejo, éste queda a la deriva y el buque regresa a buscar la boya de cabecera. Se dispone de un tiempo para que el pescado coma los cebos, y generalmente se espera hasta el amanecer para que haya luz, para finalizar esta operación.
- Por último, se realiza el virado, recogiendo el cabecero y virando la línea principal sin tensarla. Esta operación se suele realizar a proa y por estribor con equipamiento mecanizado. Los peces pescados son

izados a bordo por un portalón y depositados en la cubierta para su procesamiento.

Es el método de pesca más selectivo y ecológico de los que se van a estudiar en este trabajo. Este tipo de buques han adquirido mucha importancia en los últimos años por la posibilidad de aumentar las capturas, por el empleo de nuevos equipamientos como maquinillas, túneles de congelación mejorados, etc. También los buques palangreros tienen la posibilidad de combinarse para disponer para operar con otra técnica de pesca, como el arrastre, dependiendo de las campañas estacionales de cada técnica de pesca.



Figura 11. Palangrero Vostok I de 41,50 m. de eslora (Astilleros Gondán, 2017).

2.7 CLASIFICACIÓN DE LOS BUQUES DE PESCA EN ESPAÑA.

	Arte de pesca utilizado	Sistema de pesca	Localización de actividad habituales	Características	Consumo energético
Arrastrero	Arrastre	Activo	Caladero nacional, de la Unión Europea y caladeros internación	Prima la hidrodinámica . Detecta fácilmente los bancos de pesca. Es muy poco selectiva, muy poco ecológica	Alto consumo en la operación de arrastre
Cerquero	Cerco	Activo	Caladero nacional	Prima la estabilidad transversal para que no haya vuelco	Alto consumo energético durante la navegación detectando bancos de peces
Bonitero	Cerco	Activo	Caladeros nacionales e internacio- nales	Altas exigencias de estabilidad	Alto consumo energético durante la navegación detectando bancos de peces
Volantero	Volanta	Pasivo	Caladero nacional		
Palangrero	Palangr e	Pasivo	Caladeros nacional e internacio- nal	Prima la hidrodinámica	Requiere mucha autonomía

Tabla 2. Tabla clasificación buques de pesca (Elaboración propia).

3. LA POLITICA PESQUERA COMÚN.

El Artículo 33 del Tratado y el reglamento 2371/2002 del 20 de diciembre definen los objetivos que busca la Política Pesquera Común de la Unión Europea, “la explotación sostenible de los recursos acuáticos vivos, en el contexto de un desarrollo sostenible, y teniendo en cuenta de manera equilibrada los aspectos medio ambientales, económicos y sociales”.

Europa tiene la necesidad de mantener la sostenibilidad de los recursos pesqueros. El principal objetivo que tiene Europa es la de mantener las poblaciones de peces en sus mares sin que se vea mermada la viabilidad económica de la industria pesquera, para ello la Unión Europea tiene como herramienta la Política Pesquera Común.

Los ejes principales de la Unión Europea en su Política Pesquera Común son los siguientes:

- Establecimiento de una normativa pesquera.
- Control de la pesca ilegal y furtiva.
- Financiación del ámbito pesquero.
- Política pesquera exterior.
- Organización del mercado.
- Acuicultura.

La pesca española tiene una importancia vital en las políticas pesqueras de la Unión Europea, debido al tamaño de su flota en número de barcos y en tonelaje de sus barcos.

La Política Pesquera Común tuvo su origen a principio de los años 70, consecuencia de la entrada en la Unión Europea de Dinamarca, Reino Unido e Irlanda en 1973. Estos países tenían importantes flotas pesqueras en el Mar del Norte. Las primeras medidas que se tomaron en materia de pesca intentaban organizar el mercado pesquero, regular el comercio y definir el libre acceso de los estados miembros de la Unión Europea a las zonas de pesca. Un elemento fundamental fue incluido en el artículo 2.1 del Reglamento 2141/70, que establece el principio general de libre acceso de los buques de los Estados miembros a las aguas de los demás estados miembros. Esto fue uno de los aspectos más polémicos entre los estados de la Comunidad económica europea en aquellos años, y a su vez uno de los principios más importantes de la Política Pesquera Común. (Rafael Centenera, 2002). El 3 de noviembre de 1976 en la Haya, el Consejo de la Unión Europea establece los criterios que fijan el Total de Capturas Admisibles (TAC) y el reparto de

cuotas para los estados miembros. En 1983 se establece el acuerdo definitivo que definía la Política Pesquera Común de la Unión Europea en materia de pesca, sus bases son las siguientes:

- Implementación de un régimen comunitario de conservación y gestión de los recursos pesqueros, novedad ya que este punto había sido rechazado en 1970.
- Creación de una política de estructuración del sistema para la intervención de los mercados pesqueros.
- Instauración de la facultad para la Comisión Europea de negociar de forma conjunta los acuerdos con terceros países.
- Participación en organizaciones internacionales y regionales de pesca.

Este acuerdo, que fue revisado en 1992 con pequeñas modificaciones, supuso el establecimiento de las responsabilidades por la Unión Europea de la gestión y conservación de los recursos pesqueros.

En 1986 se produjo la adhesión de España y Portugal a la Comunidad Económica Europea, lo que supuso aumentar notablemente la fuerza pesquera de la Unión Europea, ya que estos dos países poseían una alta producción y tonelaje pesquero.

A partir de los años 90 empezaron nuevos informes negativos derivados de problemas en la escasez de recursos pesqueros, envejecimientos de los buques, equipamientos obsoletos y la ineficiencia de las estructuras comerciales y de transformación. Por ello, se llevó a cabo nuevas regulaciones para mejorar la sobrecapacidad existente de las flotas europeas y los problemas de la disminución de los stocks pesqueros.

Las bases de la Política Pesquera Común establecidas en el Acuerdo original tuvieron una duración de 20 años, y desde el 1 de enero de 2003 se establecieron nuevas bases a seguir. Antes, en el 2001, aparecieron las Comunicaciones de la Comisión Europea referentes a la integración de las exigencias medioambientales en Política Pesquera Común, la Estrategia de integración del medio ambiente y el Plan de Acción de Biodiversidad de la Pesca. También se publicó un Libro Verde sobre la pesca, en marzo de 2001, que sirvió como partida para la reforma buscando el desarrollo sostenible y una necesaria coordinación de la política medioambiental comunitaria.

La reforma de la Política trata de encontrar soluciones para cuatro cuestiones:

- La conservación de las poblaciones de peces.
- La protección del medio ambiente marino
- Garantizar la viabilidad económica de las flotas pesqueras.

- Obtener alimentos de buena calidad para los consumidores.

Para lograrlo, la Comunidad Europea se marca objetivos a largo plazo, adecuando la capacidad de la flota pesquera a las capacidades de los caladeros de pesca. Se establecen menos ayudas a la renovación y modernización de la flota pesquera, excepto cuando la seguridad y las condiciones laborales de los trabajadores lo requieren. Se establecen más mecanismos de control y una mayor uniformidad.

Además la reforma viene acompañada de diversas estrategias y planes como:

- Estrategia para el desarrollo sostenible de la pesca.
- Plan de acción del Mediterráneo.
- Inclusión de los requisitos del medio ambiente en las políticas.
- Plan de erradicación de la pesca ilegal.
- Plan de reducción de los descartes.
- Medidas para hacer frente a las consecuencias económicas y sociales de la restructuración de la flota.
- Creación de estructuras de inspección únicas.

De todas maneras, después del intento con estas modificaciones, no se ha podido llegar a todos los objetivos establecidos para lograr una pesca sostenible. Siguen existiendo problemas por exceso de flota, falta de voluntad política para garantizar el cumplimiento de la normativa, así como un nulo o poco cumplimiento de la misma por el sector pesquero.

En el año 2013, el Parlamento y el Consejo Europeo establecen un Reglamento (1380/2013) sobre la Política Pesquera Común, que modifica los Reglamentos de 2003 y 2009, y deroga los Reglamentos de 2002 y 2004. En este reglamento, en busca de la sostenibilidad y una buena gestión pesquera, se establecen una serie de nuevas medidas:

- Medidas para la conservación y explotación de recursos marinos.
- Establecimiento de zonas de recuperación de la población de peces.
- Establecimiento de planes plurianuales de medidas específicas.
- Medidas para cumplimiento de obligaciones derivadas de la legislación en materia de pesca en la Unión Europea.
- Medidas de urgencia o en caso de amenaza grave.
- Medidas para la regionalización estableciendo cooperaciones.
- Ajustes y gestión de la capacidad pesquera.
- Establecimiento de registros pesqueros.
- Ayudas financieras.
- Organización del mercado.
- Base científica de la gestión de la pesca.

4. NORMATIVA.

En el caso de la protección del medio ambiente y el sector pesquero, existe una gran variedad de legislaciones a coordinar: regional, nacional, comunitaria e internacional.

Dentro de la legislación podemos establecer tres campos de actuación:

- Normas sobre la contaminación marina.
- Normas sobre actividad pesquera.
- Normas de protección y mejora del medio ambiente.

Normas para la prevención de la contaminación del mar.

Los océanos fueron reconocidos por una resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1970 como patrimonio de la humanidad. Navegar y explotar las riquezas de los mares estaba al alcance de cualquiera, por eso era necesario establecer normas internacionales para el libre acceso a los mares, el derecho de paso de los buques o resolución de conflictos. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015)

La Organización Marítima Internacional (OMI) es un organismo dependiente de las Naciones Unidas con sede en Londres, fue fundada en 1948 y tenía como objetivos: “alentar y facilitar la adopción general de normas tan elevadas como resultase factible en cuestiones relacionadas con la seguridad marítima, la eficiencia en la navegación y en la prevención y contención de la contaminación del mar, ocasionada en los buques”. España entró a formar parte como miembro en 1962.

En 1972, la OMI inició la elaboración de un Convenio Internacional para la prevención de la contaminación del mar por los buques. Dicho convenio se ratificó en 1973 y es conocido con el nombre de MARPOL 73/78.

Los buques de la flota pesquera están afectados por el MARPOL, desde el momento en que se regula los vertidos de hidrocarburos en su Anexo I; también las sustancias tóxicas como pinturas o los vertidos de aguas sucias en el Anexo IV, los residuos en Anexo V; y la contaminación atmosférica en el Anexo VI, teniendo en cuenta en todas sus normas las aguas donde se realizan dichos vertidos, la distancia a la costa y el tamaño del buque. España ratificó el Convenio en 1984 y puso en marcha, en 1992, el Plan de Cobertura Nacional de Instalaciones de Recepción de Residuos Oleosos de los buques.

España ha suscrito otros Convenios en materia de protección del medio ambiente marítimo, a parte del MARPOL 73/78:

- Convenio para la Protección del Medio Ambiente del Atlántico Nordeste (1992) (Convenio OSPAR/ Oslo-Paris) para prevenir y eliminar los vertidos al mar de residuos de procedencia terrestre.
- Convenio de Barcelona o de Protección del Mediterráneo, del año 1976.
- Convenio de Bonn.
- Convenio de Copenhague.
- Convenio de Helsinki.
- Convenio de Lisboa.
- Convenio de Montreal, de 1983, para detener las emisiones a la atmosfera de gas freón (CFC) que dañan la capa de ozono (afecta a los buques de la flota pesquera que utilizan sistemas de refrigeración a bordo).

Todos estos convenios obligan a los países que los suscriben a poner en marcha normativas y actuaciones para que sean efectivos. Así, España tiene la ley de Puertos, de 1988, la ley de Puertos y de la Marina Mercante en 1992 y el Plan de Cobertura Nacional.

La Directiva 2000/59/CE sobre instalaciones portuarias de recepción de desechos generados por buques y residuos de carga, viene a sumarse al MARPOL y la Unión Europea como entidad para mantener los mares limpios. Esta directiva afecta a todos los buques y embarcaciones comunitarias, incluidos los de pesca, y exige planes portuarios que resuelvan el tratamiento de los residuos generados. Se establecen contenedores a bordo de las embarcaciones, también en las instalaciones portuarias, así como sistemas de recogida y de tratamiento posterior de los desechos. Los países miembros tenían fecha de límite, para armonizar la Directiva a su legislación nacional, el 28 de diciembre de 2002.

Normas sobre la actividad pesquera.

Es indudable que el sector pesquero en nuestro país es un sector económico de gran importancia para nuestra economía. La Constitución española de 1978, en el artículo 130.1, emplaza a nuestros poderes públicos a modernizar y desarrollar todos los sectores económicos, con especial atención al sector pesquero. En esta actividad, existen dos marcos normativos principales:

1. Marco comunitario e internacional.
2. Marco nacional y autonómico.

Marco comunitario e internacional.

Desde la integración de España en la Unión Europea, las instituciones comunitarias han asumido las competencias en materia pesquera establecidas en la Constitución española en los artículos 93 y 96. Así por tanto, el derecho comunitario y la Política Pesquera Común han pasado a formar parte del ordenamiento jurídico interno.

Dentro de la Política Pesquera Común, la Unión Europea tiene competencia exclusiva para la gestión de recursos biológicos marinos. También con los acuerdos suscritos por la Unión Europea con países terceros, en nombre de los estados miembros, se establecen normativas para que las flotas comunitarias que faenen en las aguas de dichos estados de obligado cumplimiento. También se desarrolla una normativa jurídica mediante el establecimiento de Reglamentos y con comunicaciones.

En el ámbito internacional, los Convenios Internacionales establecen compromisos para los estados miembros que orientan su política pesquera hacia objetivos concretos. Convenios como los establecidos en la Conferencia de medio ambiente y el código de conducta de pesca responsable de la FAO, que forma parte del marco jurídico aplicable a la actividad pesquera.

Marco nacional y autonómico.

El artículo 149.1.19 de la Constitución española atribuye al Estado competencia exclusiva en materia de pesca, sin perjuicio de las competencias atribuidas a las Comunidades Autónomas en la ordenación del sector. También, en el artículo 148.1.11, establece la competencia exclusiva de las Comunidades Autónomas en materia de pesca.

Los Estatutos de Autonomía atribuyen a las Comunidades Autónomas competencias en el desarrollo y ejecución de la normativa básica del Estado en materia de ordenación del sector pesquero.

La Ley 3/2001, de Pesca Marítima del Estado, regula el ámbito estricto de la pesca marítima, competencia exclusiva del Estado, y, por tanto, vedada a la acción normativa y ejecutiva de las Comunidades Autónomas. La ley contiene las imprescindibles garantías jurídicas en la definición de la normativa básica en materia de ordenación del sector pesquero, lo que permite a las Comunidades Autónomas ejercer sus competencias de desarrollo y ejecución del marco jurídico estatal, estableciendo los ordenamientos complementarios que satisfagan sus intereses.

La Ley de Puertos 27/92 establece la prohibición de realizar vertidos o emisiones contaminantes en las zonas de puertos procedentes de buques. También se establecen la obligatoriedad de descargar a tierra, en los recipientes o instalaciones que se determine por la Autoridad Portuaria, de los desechos procedentes de sentinas, tanques, bodegas, aceites sucios, aguas grises, etc.

El Real decreto 438/2004 regula las instalaciones de recepción de residuos oleosos procedentes de los buques, para cumplimiento del Convenio Marpol en aguas nacionales.

Normas sobre protección y mejora del medio ambiente.

Cualquiera de las normativas o actuaciones relacionadas con el medio ambiente, tienen incidencia directa o indirectamente en los océanos. Las normativas que afectan al adecuado tratamiento de residuos de todo tipo protegen las aguas continentales, los ríos, que terminan por alcanzar el mar. Las referidas a la protección de la atmosfera limitan o eliminan las emisiones que, a través de la lluvia, llegan al mar. Los esfuerzos para reducir la presencia de los gases de invernadero buscan limitar o eliminar los efectos del cambio climático que afectan a los océanos. La legislación para la conservación de la biodiversidad enriquece el patrimonio de la biosfera, del que forman parte importante el medio marino. La normativa sobre calidad de las aguas, su tratamiento y su depuración, afecta al mar a través de las cuencas de los ríos. La normativa sobre la mejora y protección del medio ambiente urbano afecta a las poblaciones costeras que, resulta evidente, afecta de forma muy directa a la zona costera. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015)

4.1 NORMATIVA ESPECÍFICA PARA BUQUES PESQUEROS.

La Marina Mercante es el organismo encomendado por la ley para el cumplimiento de los objetivos relativos a la contaminación provocados por la flota pesquera española. Dentro de este ámbito existe una normativa dispersa y generalista, tanto en la normativa comunitaria como en la nacional. Además como la mayor parte de la actividad pesquera en España se realiza en embarcaciones menores de 24 metros de eslora, se crea una normativa específica con relación a la seguridad marítima y de la vida humana a bordo, y en la prevención de la contaminación marina y del medio ambiente. La reglamentación para los buques menores de 24 metros de eslora donde se determinan las normas de seguridad y prevención de la contaminación marina es el Real Decreto 543/2007 del 27 de abril. En este texto se recogen los requerimientos de construcción, estanqueidad y equipos de fondeo, estabilidad y francobordo, máquinas, instalaciones eléctricas, incendios, salvamento, seguridad en la navegación y prevención en la contaminación. Estas exigencias se realizan en función de la eslora y tipo de actividad pesquera de cada embarcación. A partir de aquí se establecen los certificados correspondientes al cumplimiento de los requerimientos en función de la

eslora, y se expiden tras una serie de reconocimientos periódicos durante la duración del barco. Otro punto importante que tiene este Real Decreto, el control de las modificaciones efectuadas en el barco que puedan afectar a alguno de los requerimientos recogidos y nombrados anteriormente. Por lo que, cualquier cambio para una mejora de la eficiencia energética del barco, requiere un estudio previo, e incluso si hiciera falta un proyecto de la modificación para el cumplimiento de la normativa.

Para las embarcaciones pesqueras de eslora superior a 24 metros, la reglamentación sobre prevención de la contaminación marina para tener en cuenta viene reflejada en el Convenio Internacional de Torremolinos para la seguridad de los Buques Pesqueros de 1977, enmendado por el Protocolo de Torremolinos en 1993, y por el Convenio Marpol 73/78. El ordenamiento jurídico español incorporo los acuerdos establecidos por este Convenio de Torremolinos mediante el real Decreto 1032/1999 incluyendo algunos requerimientos más estrictos. Al igual que para las embarcaciones menores de 24 me de eslora, en este caso el Real Decreto establece unos requerimientos que debe de cumplir el barco, y los controles y certificados correspondientes derivados de ellos.

4.2 MARPOL 73/78: CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE LOS BUQUES, 1973, MODIFICADO POR EL PROTOCOLO DE 1978.

La Conferencia internacional sobre Contaminación en el mar, en 1973, convocada por la OMI y celebrada del 8 de octubre al 2 de noviembre de 1973, aprobó el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques. La misma Conferencia aprobó también los protocolos I (Disposiciones para formular los informes sobre sucesos relacionados con sustancias perjudiciales) y II (Arbitraje). El Convenio se modificó posteriormente mediante el Protocolo de 1978, que fue aprobado por la Conferencia Internacional sobre la seguridad de los buques tanque y prevención de la contaminación, convocada por la OMI y celebrada el 17 de febrero de 1978. El Convenio, modificado por el Protocolo de 1978, se conoce como “Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo 1978” o de manera abreviada “MARPOL 73/78”.

El Convenio se aplica a:

- Los buques que tengan derecho a enarbolar el pabellón de una Parte del Convenio, y
- Los buques que sin tener derecho a enarbolar el pabellón de una Parte operen bajo la autoridad de un Estado Parte.

Lo dispuesto en El Convenio no deroga ni amplía derechos soberanos de las Partes, en virtud de derecho internacional, sobre fondos marinos y su subsuelo adyacente a sus costas, a los efectos de exploración y explotación de sus recursos naturales. (OMI, 2002)

El Convenio está formado por seis anexos, cada cual de ellos con reglas para prevenir la contaminación de diferentes emisores por parte de los buques. Dichos anexos son los siguientes:

- Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos, que entró en vigor el 2 de octubre de 1983. Está estructurado en cuatro capítulos y treinta y cuatro reglas, además de tres anexos y nueve apéndices en forma de interpretaciones al anexo.
- Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel, que entró en vigor el 6 de abril de 1987.
- Anexo III: Reglas para prevenir la contaminación por transporte de sustancias perjudiciales transportadas en bultos. Entró en vigor el 1 de julio de 1992.
- Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por aguas sucias de los buques; procedentes de urinarios, WC, inodoros, lavabos, conductos de salida de servicios médicos, de espacios donde se transportan animales vivos o de aguas residuales. Entró en vigor el 27 de septiembre de 2003.
- Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación por basuras procedentes de los buques, no se consideran los restos procedentes del pescado fresco. Entró en vigor el 31 de diciembre de 1988.
- Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques, no se tendrán en cuenta que las emisiones se hayan tenido que efectuar para salvar vidas o por seguridad, o las emisiones por averías cuando se han puesto todos los medios o tomado precauciones para no ocasionarlas. Entró en vigor el 19 de mayo de 2005.

5. PROCEDIMIENTOS Y COORDINACIÓN DE RECEPCIÓN Y RECOGIDA PARA BUQUES DE PESCA FRESCA E INSTALACIÓN DE RECEPCIÓN FIJA.

La prestación de este servicio a los barcos que acuden a la Lonja del Puerto destino del buque, se realiza de acuerdo al Convenio que la Autoridad Portuaria tiene establecido con la empresa concesionaria de la Lonja. A los efectos de lo dispuesto en los Planes de recepción de residuos de cada Puerto, el titular de los derechos concesionales de la Lonja recibe el nombre del “operador”.

En el caso de los barcos pesqueros que no utilizan dicha instalación, la entrega se realiza a través del mismo procedimiento que los buques de escala comercial, solicitando la recogida a las empresas prestadoras de los servicios Marpol. Las embarcaciones pesqueras con base en el Puerto que hubiera firmado convenio de gestión de los desechos Marpol con la Autoridad de Portuaria, podrán utilizar el procedimiento específico acordado por las mismas.

En cualquier caso, si las cantidades de desechos a entregar lo requieren, cualquiera de los barcos de pesca fresca podrá solicitar el servicio prestado por las instalaciones de recepción establecidas para los buques en escala comercial.

Notificación y disponibilidad del servicio.

La instalación fija de recepción de desechos de embarcaciones pesqueras instalada en la Lonja denominada “Punto Marpol” permanecen bajo custodia del operador correspondiente, quien es el encargado de fijar y publicitar, mediante la instalación de un cartel en dicho “Punto Marpol”, las tarifas, los horarios de recogida, el teléfono de contacto.

El usuario deberá notificar al operador, mediante email o solicitud en papel la entrega de residuos, teniendo en cuenta los horarios de funcionamiento establecidos en el Punto Marpol. En la notificación, constarán los datos de la embarcación, la empresa responsable, los datos relativos a la facturación y el detalle de desechos y cantidades medidas en m³.

Trámites de entrega y métodos de Registro de uso de las Instalaciones Receptoras

Con cada recogida el operador hace entrega al usuario o remite por correo postal un recibo que se cubre por duplicado y en el que constan los datos de la embarcación, la fecha, y la cantidad y tipo de residuos que entrega. El

operador conserva el duplicado de los recibos para la formalización del recibo anual de las embarcaciones con base en el puerto.

Si se trata de embarcaciones en tránsito, que no tiene base en el puerto, el recibo de la recogida sirve como justificante provisional de entrega. Si el operador no puede entregar el justificante definitivo, sellado por Capitanía Marítima, durante la estancia del buque en el puerto, se le envía por correo a la dirección indicada.

El operador emite recibos anuales para cada embarcación con base en el puerto y para cada anexo Marpol, donde se indican las cantidades entregadas a lo largo del año para cada tipo de residuos. Su formalización se hace a través del sellado por Capitanía Marítima, para lo que el recibo anual se coteja con las copias de los recibos de cada recogida.

Las empresas autorizadas por la Autoridad Portuaria como instalación receptora recogen periódicamente los residuos de las instalaciones fijas. Con cada recogida se genera un albarán del que guardan copia tanto la instalación fija como la receptora.

La instalación receptora gestiona cualquier trámite necesario de cara a la administración medio ambiental competente en relación con las recogidas realizadas.

Métodos de registro de cantidades y tipos.

El operador de la instalación fija lleva un registro continuo en formato electrónico de las recogidas de residuos realizadas en el que constan los datos de los recibos de recogida (al menos los establecidos en el artículo 4.5 del Real Decreto 1381/2002). Se envía trimestralmente (a través del registro) a la Autoridad Portuaria, al mismo tiempo que se remite un archivo en formato Excel con los datos de dichas recogidas. (Autoridad Portuaria de Gijón, 2014)

Además, las recogidas de la instalación receptora a la instalación fija, se reflejan en el “Libro de Registros de recepción de desechos Marpol” que las instalaciones receptoras entregan periódicamente a la Autoridad Portuaria. En este registro, las recogidas de las instalaciones fijas, no cuentan con el detalle de las embarcaciones, tan solo reflejan las cantidades recogidas en cada ocasión y que puedan agrupar a varias embarcaciones. El libro de registro se envía mensualmente a la Autoridad y se remite además un archivo en formato Excel con los datos registrados. (Autoridad Portuaria de Gijón, 2014)

Notificación, trámites y registro para las embarcaciones con base en el Puerto al amparo del convenio suscrito con la Autoridad Portuaria.

La Autoridad Portuaria contratará anualmente un servicio de recogida de desechos Marpol a buques pesqueros para desarrollar un convenio de recogida con las cofradías que tienen embarcaciones con base en el Puerto y no utilizan el punto de recogida de la Rula.

La empresa contratada recibe el nombre de operador. La empresa recogerá los desechos Marpol V y VI, y las embarcaciones podrán utilizar el punto de recogida de la Rula para la entrega de desechos Marpol.

El usuario deberá notificar al operador, mediante email o solicitud en papel la entrega de residuos. En la notificación, constarán los datos de la embarcación, la empresa responsable, los datos relativos a la facturación y los detalles de desechos y cantidades medidas en m³.

El operador pondrá a disposición de los usuarios un contenedor adecuado a la recogida solicitada en los horarios establecidos para el servicio.

El operador de la instalación fija lleva un registro continuo en formato electrónico de las recogidas de residuos realizadas en el que constan los datos de los recibos de recogida (al menos los establecidos en el artículo 4.5 del Real Decreto 1381/2002). Se envía mensualmente (a través del registro) a la Autoridad Portuaria, al mismo tiempo que se remite un archivo en formato Excel con los datos de dichas recogidas. (Autoridad Portuaria de Gijón, 2014)

5.1 PROCEDIMIENTOS DE DETECCIÓN DE DEFICIENCIAS.

Los responsables de las instalaciones receptoras y/o los responsables de las instalaciones fijas, deben inspeccionar, con una periodicidad mínima trimestral, tanto los procedimientos como los medios de recogida, documentando posibles deficiencias, derrames, objetos depositados o cualquier otra incidencia, y adoptando en su caso, las medidas oportunas. Dichos responsables, llevarán un registro de los elementos inspeccionados. Se documentarán también las incidencias y posibles anomalías de funcionamiento en cuanto a la solicitud de servicios, respeto a los horarios, etc., por parte de los buques o consignatarios. (Autoridad Portuaria de Gijón, 2014)

Trimestralmente, los responsables de las instalaciones receptoras o instalaciones fijas enviarán al detalle de las anomalías detectadas (si las hubiere), a la Autoridad Portuaria junto con las medidas preventivas o correctivas emprendidas. (Autoridad Portuaria de Gijón, 2014)

Del mismo modo, la Policía Portuaria desarrolla labores de vigilancia e inspección integradas en sus funciones de seguridad y protección de zonas comunes, y control de la operativa portuaria y de servicios. Las incidencias detectadas, relacionadas con la prestación del servicio desarrollado por las instalaciones receptoras, se documentan convenientemente y se trasladan al departamento de Operaciones portuarias o al departamento de Dominio

Público si dichas incidencias se producen en las instalaciones fijas. (Autoridad Portuaria de Gijón, 2014)

La Dirección de Operaciones Portuarias, conforme a los procedimientos internos realiza auditorías periódicas a las instalaciones receptoras para verificar el cumplimiento documental de los procedimientos establecidos. La dirección de Dominio Público realiza periódicamente un seguimiento similar a los titulares de las instalaciones fijas. La Policía Portuaria realiza inspecciones aleatorias a las operativas Marpol. Asimismo, los usuarios podrán hacer cualquier tipo de reclamación al servicio o instalaciones portuarias de recepción, dirigiéndose por escrito a la Autoridad Portuaria a través del SAC (Servicio de Atención al Cliente) accesible a través de su página web del Puerto. (Autoridad Portuaria de Gijón, 2014)

Una vez recibida la reclamación por posibles deficiencias, esta Autoridad Portuaria recaba toda la información necesaria de la instalación receptora o instalación fija, de los buques, de los consignatarios o de la Capitanía Marítima, y tras el examen de toda la información recibida, puede adoptar las siguientes medidas, las cuales se pondrán en conocimiento de los interesados:

- Incoar expediente sancionador en caso de incumplimiento de las obligaciones establecidas en la Ley de Puertos.
- Requerir la instalación receptora, instalación fija, al buque o su representante para que adopte las medidas oportunas para el normal funcionamiento del servicio.

5.2 GARANTÍA DE CALIDAD AMBIENTAL DE LOS PROCEDIMIENTOS DE RECEPCIÓN, RECOGIDA, ALMACENAMIENTO, TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN.

Las Autoridades Portuarias tienen establecido, documentado, implantado y certificado un Sistema de gestión Ambiental basado en los requisitos de la Norma UNE-EN ISO 14001 que busca promover la mejora continua del desempeño ambiental de las actividades desarrolladas en el Puerto incluidas en el alcance de dicho sistema, que comprende la gestión de las infraestructuras, el dominio público y las operaciones del tráfico portuario.

El sistema se estructura en torno a un modelo por procesos integrados con el resto de sistemas de gestión de la organización. Dentro de este modelo, el proceso de autorización de servicios básicos y comerciales de responsabiliza del control operacional de los aspectos ambientales derivados de la prestación de servicios básicos y comerciales en el Puerto, para los que supervisa periódicamente la información solicitada a los diferentes agentes portuarios prestados de servicios básicos sobre su sistemática de control operacional y sobre los aspectos ambientales de sus actividades, servicios y productos.

Además, las Autoridades Portuarias establecen el compromiso de incorporar a los pliegos de prestación de servicio que se vayan aprobando progresivamente la necesidad de que las empresas prestadoras de los mismos dispongan de un Sistema de Gestión Ambiental certificado según la Norma ISO 14001. La certificación ambiental de la Autoridad Portuaria, como entidad gestora del Puerto, y de las empresas con licencia para la prestación del servicio, como instalaciones receptoras, garantiza que los procedimientos de recepción, recogida, almacenamiento, tratamiento y eliminación son conformes en todos los aspectos con un plan de gestión medio ambiental adecuado a la progresiva reducción del impacto ambiental de dichas actividades.

5.3 ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS ENTREGADOS EN PUERTO RECEPTOR.

Los residuos del anexo I son enviadas a plantas de tratamiento de residuos Marpol donde, tras reducir su contenido en húmeda se puede gestionar como aceite desclasificado. Esto se consigue sometiendo los residuos a un tratamiento térmico que permite romper las emulsiones aceite-agua, de forma que se separa en tres fases: aceite con menos del 10% de agua, agua con trazas de aceite, y lodos. El agua se trata como un lixiviado y los lodos sufren tratamientos de solidificación-estabilización.

En cuanto a los residuos no peligroso del anexo V, las fracciones recogidas de forma segregada se envía a las instalaciones de clasificación donde se separan por grupos de material, formando balas prensadas que son remitidas a plantas de reciclaje, específicas para cada tipo de material clasificado. El resto de los residuos no peligrosos recogidos y la fracción rechazo resultante de la clasificación de la recogida selectiva, se eliminan en el vertedero.

Los residuos peligrosos, distintos del anexo I, se gestionarán de acuerdo a la normativa vigente. Los residuos para los que existen obligaciones específicas de eliminación a través de un sistema integrado de gestión (aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, etc.) son enviados a plantas de clasificación y reciclado, donde se recuperan los materiales con posibilidades de uso comercial. Las fracciones rechazo de este proceso y el resto de residuos peligroso son eliminados en depósitos de seguridad.

Para el caso de embarcaciones pesqueras, los mínimos exigidos al responsable de la instalación fija, para la dotación de cada punto fijo de recogida Marpol son los siguientes:

- Un depósito para aceites usados, de doble pared, con homologación para la actividad y altura asequible para facilitar el uso.
- Un contenedor grande para envases contaminados.
- Un contenedor pequeño para trapos, filtros y absorbentes con aceite.

- Un contenedor grande para la recogida de desechos asimilables a urbanos de las categorías correspondientes al anexo V.
- Un contenedor para la recogida segregada de desechos plásticos.
- Un cubeto para el almacenamiento de bidones de aceites llenos y otro para la recogida de bidones vacíos.
- Una zona que permite el almacenamiento segregado de otros residuos peligrosos, y que impida la transferencia de contaminación al medio.

Todos los elementos mencionados serán aprobados por la Autoridad Portuaria antes de su instalación.



Figura 12. Contenedores de descarga de residuos Puerto de Cartagena.
(Plan de desechos y residuos generados por los buques de carga, 2013)



Figura 13. Contenedores de descarga de residuos Puerto de Cartagena.
(Plan de desechos y residuos generados por los buques de carga, 2013)



Figura 14. Bolsas de recogida de residuos en buque esquero. (La Voz de Galicia, 2015)

5.4 EQUIPAMIENTO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS A BORDO DE UN BUQUE DE PESCA.

La cantidad de residuos se ve sensiblemente reducida con la instalación de un sistema de gestión de residuos integrado.

Se requiere que la instalación que se requiera para el buque cumpla la legislación vigente y conviene incluso adelantarnos en este sentido a la hora del diseño de la misma para poder seguir cumpliendo avances legislativos en esta materia.

También es importante que dichos equipamientos ayuden a la hora de navegar por zonas especiales, donde la descarga de residuos está limitada o no es posible. Además su instalación ayudará para solicitar bonificaciones a la hora de acreditar que la cantidad de residuos es reducida, con descuentos en las tasas de recepción de desechos en puertos.

Considerando las restricciones de descarga al mar para los distintos residuos que reflejan las diferentes normativas, especialmente MARPOL, un buque puede llevar los siguientes equipamientos:

- Planta de aguas residuales, para residuos de aguas negras y grises.
- Separador de sentinas, para aguas oleosas.
- Incinerador, para residuos combustibles.
- Triturador o compactador, para residuos incombustibles.
- Equipo de tratamiento de comidas, para residuos orgánicos.
- Separador de grasas.

5.4.1 Planta de aguas residuales.

La planta de aguas residuales trata las aguas negras, que son las procedentes de inodoros, urinarios, etc., y las aguas grises, que son las procedentes de duchas, lavabos, cocinas o lavandería.

La OMI solo exige que se traten las aguas negras, las grises pueden ser directamente descargadas al mar, aunque la tendencia actual es que se realice el tratamiento de las mismas.

La planta se compone de un colector, un tanque aeróbico y un tanque de membrana. Las aguas negras y grises entran en la unidad por las entradas de la parte superior del tanque colector, donde el extractor primario filtra los sólidos que puedan dañar la membrana. El tanque colector tiene la función de homogeneizar las sustancias de salida, como igualar el flujo en los intervalos que haya picos. El nivel de este tanque es controlado por un sensor de nivel, que da la señal de arranque a una bomba BP1. Para proteger las membranas, se instala un doble filtro en los conductos de succión de la bomba, que retienen sólidos mayores de 1 mm.

Se suministra oxígeno al tanque continuamente para sostener el proceso biológico aeróbico que tiene lugar en el tanque. El aire necesario es bombeado por compresores y distribuido mediante conductos de aire a los difusores, situados en el fondo del tanque. El líquido va desde el tanque aeróbico al de membrana por gravedad a través de una conexión de rebose. La degradación de la materia orgánica tiene lugar en estos dos tanques.

En el tanque de membrana, el líquido se filtra a través de membranas con una bomba de efluente BE1, que tiene un sensor que controla su arranque y su parada. El líquido limpio es descargado al mar a través de un tanque de permeado, y la cámara de la membrana mantiene los sólidos que contenga.

Una bomba de transferencia de lodos BR, recircula lodo de continuo para mantener la agitación en el tanque aeróbico y mantener concentraciones iguales en éste y el de membrana.

Todos los sensores de nivel de la planta envían una señal al panel de control.

Cuando el nivel del tanque de membrana alcanza el nivel deseado, la bomba de efluente inicia la descarga del líquido limpio al tanque permeable, para posteriormente hacerlo al mar. Cuando se alcanza el nivel de parada, la bomba se detiene.

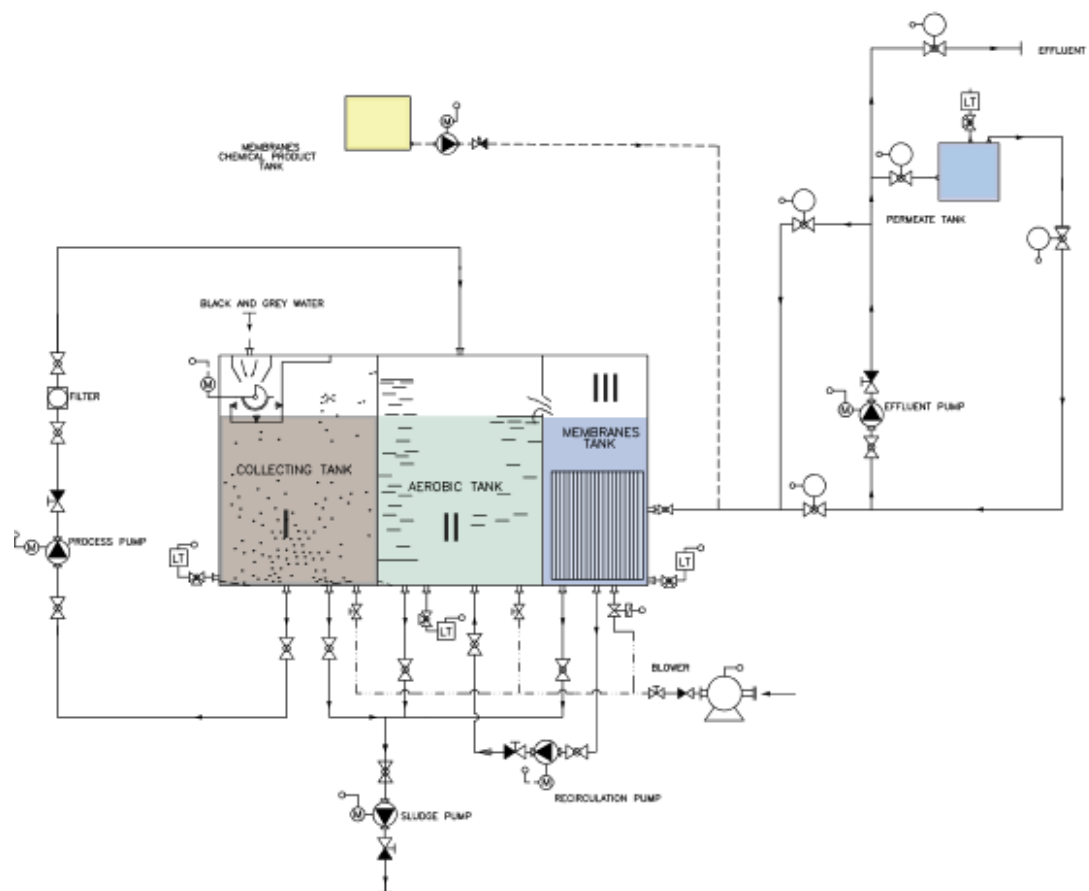


Figura 15. Esquema de planta de aguas residuales. (Desarrollo de técnicas industriales de Galicia S.A. DETEGASA, 2016)

5.4.2 Separador de sentinas.

El Separador trata las aguas oleosas procedentes de las sentinas con unos contenidos del 1 % de aceite, que tras la separación se quema en el incinerador.

La OMI exige el tratamiento de aguas oleosas para descargar con 15 ppm de aceite contenido. Aunque las Sociedades de Clasificación suelen ir a las 5 ppm. La selección del separador tiene en cuenta la ruta del buque, la tecnología de la separación, la capacidad de los tanques de agua de sentinas, etc. El volumen del tanque de sentinas es definido en función de la potencia instalada en el buque.

El separador de sentinas funciona en dos etapas, en la primera se separan los hidrocarburos por gravedad, y en la segunda etapa se separan las emulsiones mediante adsorción.

El agua oleosa de las sentinas entra en el separador y pasa por el circuito con un movimiento en círculos para la separación por gravedad, pasando a continuación al filtro. En la zona superior del depósito, antes del filtro, se produce la primera separación de las gotas más grandes de aceite, que flotan hacia la parte superior del tanque. Luego, el agua con aceite entra en la primera etapa, separador de adsorción, donde pasa por otro filtro de polipropileno. Éste absorbe el aceite y repele el agua, las gotas de aceite van aumentando su tamaño, y finalmente flotan a la parte superior del depósito. El agua aceitosa pasa a una segunda etapa de filtración y se descarga a la parte inferior del tanque.

Según va avanzando el proceso, el contenido de aceite en la superficie aumenta hasta que un sensor lo detecta y comienza a descargar el aceite. En este momento la bomba para automáticamente, la válvula de lavado y la de descarga de aceite se abren. El agua entra en el fondo del tanque, descargando a la sentina a través de la válvula de descarga. El rellenado de agua y la descarga de aceite ocurren al mismo tiempo.

Cuando el sensor detecta un nivel adecuado de aceite, el separador continúa procesando, la bomba arranca automáticamente y las válvulas vuelven a su posición inicial.



Figura 16. Separador de aguas oleosas. (Desarrollo de técnicas industriales de Galicia S.A. DETEGASA, 2016)

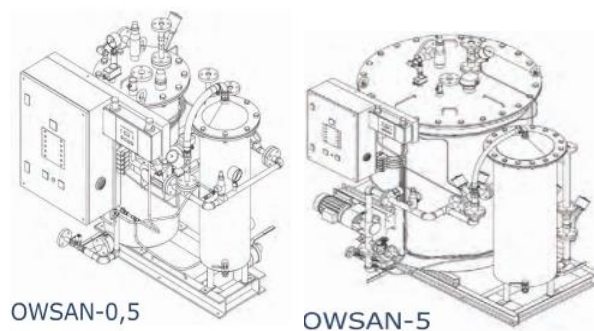


Figura 17. Separadores de aguas oleosas. (Desarrollo de técnicas industriales de Galicia DETEGASA, 2016)

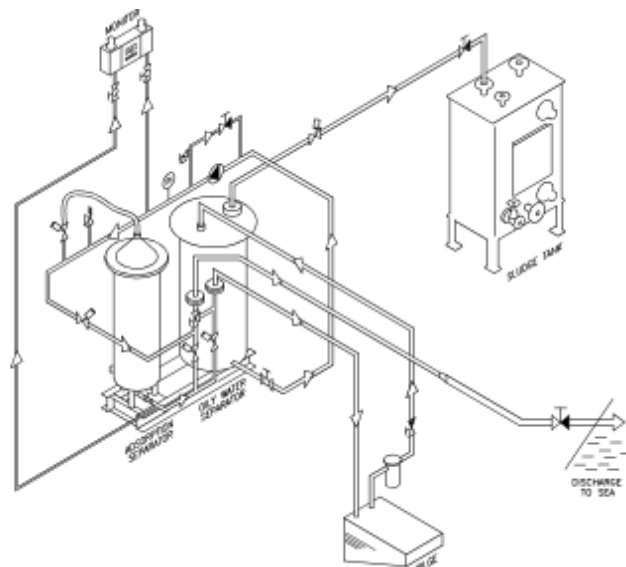


Figura 18. Esquema separador de aguas oleosas. (Desarrollo de técnicas industriales de Galicia DETEGASA, 2016)

5.4.3 Incinerador.

El incinerador quema los residuos sólidos combustibles generados a bordo y los lodos de los combustibles (rechazos de las purificadoras y el aceite separado en el separador de sentinas). También quema la pulpa del sistema de tratamiento de comidas y los lodos de la planta de aguas residuales.

La cámara de combustión es la parte principal de la incineradora, en ella se produce un proceso de combustión estable y completa. Para ello son necesarias las siguientes condiciones:

- Residuos combustibles
- Aire
- Temperatura adecuada
- Tiempo de permanencia

En ausencia de alguna de estas condiciones, la combustión no tendrá lugar.

Durante el proceso se libera mucha energía, por lo que la temperatura de los gases de la combustión será muy alta. La energía calorífica de los residuos indica la energía liberada durante el proceso. Cuando dicha cantidad calorífica no sea suficientemente elevada, como por ejemplo cuando la cantidad de agua de los residuos es mucha, la energía liberada en la combustión no será suficiente para mantener la temperatura adecuada, y la combustión no se puede mantener si no hay fuente de energía suministrada por un quemador auxiliar de diésel oíl. Este quemador también se puede utilizar para la puesta en marcha de la incineradora.

El aire necesario para la combustión se introduce en la cámara de combustión por cuatro orificios ubicados en la parte inferior de la unidad.

Para mantener refrigerado el incinerador, se hace pasar aire de refrigeración por la carcasa del mismo. El aire entra por la parte inferior, recorre toda la unidad y sale por su parte superior.

El extractor de gases de escape succiona los gases y también el aire de refrigeración que circula por la carcasa. En la parte superior hay un mezclador donde se juntan la mezcla de gases de escape y aire de refrigeración para bajar la temperatura de los gases.

Existe un cierto vacío en la cámara de combustión para asegurar que no haya escapes de llamas.

Los residuos sólidos se cargan en la incineradora a través de una puerta para cargarlos. Cuando se produce el arranque del equipo e inicia el proceso de combustión, los lodos y sólidos pueden quemarse simultáneamente hasta que el proceso concluya. Los lodos se queman en el quemador de lodos, que pueden contener grandes cantidades de agua. Es necesario vapor o aire para atomizar los lodos en el quemador. Para quemarlos es necesario:

- una temperatura de la cámara de combustión elevada de alrededor de 850°C.
- una temperatura adecuada de lodos, 70°C aproximadamente.
- Los lodos deben de tener suficiente poder calorífico.
- Tal y como se dijo anteriormente, es necesario aire o vapor para la atomización.



Figura 19. Incinerador marino. (Desarrollo de técnicas industriales de Galicia S.A. DETEGASA, 2016)

5.4.4 Triturador- compactador.

La finalidad del triturador es reducir lo más posible el volumen de residuos para facilitar el almacenaje. Es muy importante, sobre todo en el caso de de elementos de gran volumen, como cajas. El tipo de residuos sólidos que normalmente se genera bordo es vidrio, latas metálicas, cajas y pallets de madera, trapos, textiles, bolsas, botellas y contenedores de plástico, hojas y bolsas de papel, restos de vajillas, cuberterías, etc.

El funcionamiento del triturador se basa en el uso de una unidad electromecánica formada por dos ejes rotativos. Los ejes giran en direcciones opuestas y están equipados con cuchillas desalineadas, con filo y dureza adecuados para realizar la trituración de desperdicios. La trituradora se alimenta mediante una tolva situada en la parte superior. Y cuando el proceso

ha finalizado los restos triturados se depositan en un recipiente para su compactación. La compactación de los sólidos triturados tiene lugar mediante un pistón accionado por un cilindro hidráulico que provoca una fuerza de aplastamiento sobre los residuos ubicados en el depósito.

El sistema está diseñado para que el par resistente este por encima de los valores permitidos, entonces las cuchillas inviertan su sentido de giro para liberar el sólido atascado.

5.4.5 Equipo de tratamiento de comidas.

Este equipo gestiona los residuos de comida y restos orgánicos generados en la cocina del barco. Tiene un sistema hidráulico, evitando problemas de estanqueidad y mantenimiento inherentes al sistema de vacío.

El sistema está formado por dos púlper, un sistema de deshidratación mediante un hidroextractor con tornillo vertical y un tanque de pulpa.

Los restos de comida entran el púlper tras limpiarlos con un chorro de agua situado a la entrada del mismo. Los púlper además de contener agua, están equipados de cuchillas para triturar sólidos.

Si el buque se encuentra en zona restringida, la pulpa, mezcla de desperdicios y de agua, entran en el hidroextractor, que consiste en un tornillo sin fin helicoidal que se alimenta por la parte inferior y descarga por la parte superior del tanque de residuos de comidas, donde es almacenada y enviada al incinerador de combustión. Debido a la presión del tornillo contra la pared exterior, el agua es extraída y almacenada en dos zonas, una para recircular nuevamente, y la otra para enviar a un separador de grasa que describiré posteriormente.

Cuando el buque este en zona o aguas no restringidas, la pulpa puede ser directamente descargada sin ser tratada por el hidroextractor. De éste, es descargada al tanque de almacenamiento, donde es almacenada y de ahí al incinerador.

Los púlper se sitúan en las zonas donde se generan restos de comidas. Existen equipamientos donde cada púlper tiene su propio panel de control, al igual que el tanque de almacenamiento, lo que permite controlar el modo de funcionamiento para guas restringidas o no restringidas.

Los restos de comida son triturados y mezclados con agua. La pulpa es bombeada al hidroextractor por la bomba de cada púlper. Las válvulas de entrada de agua de los púlper son manejadas de forma remota para permitir la

automatización del sistema. Las válvulas de descarga se abren automáticamente cuando las bombas se activan. Cuando el sistema se para, el ciclo de vaciado y limpieza comienza. En ese momento los detergente y desinfectantes se introducen en el circuito y se recirculan para su limpieza.

La pulpa deshidratada en el hidroextractor es descargada al tanque de pulpa. Este tanque tiene un funcionamiento independiente del conjunto de púlpers e hidroextractor. Tiene un sensor de nivel por ultrasonidos para realizar una lectura del nivel continua. También tiene agitadores accionados por cilindros neumáticos para mantener la pulpa en movimiento en el tanque para evitar su solidificación.

La bomba de recirculación del tanque está programada para realizar ciclos automáticos, enviando la pulpa a la parte superior y asegurando que no se adhiera al fondo. Es una bomba helicoidal de velocidad angular reducida diseñada para fluidos muy pastosos.



Figura 20. Equipo para tratamiento de comidas. (Desarrollo de técnicas industriales de Galicia DETEGASA, 2016)

5.4.6 Separador de grasas.

Su función es la de separar la grasa contenida en las aguas grises provenientes de la cocina, descargando al agua libre de grasas a la planta de aguas residuales. Ya que no es un proceso biológico, la unidad separa por gravedad a grasa contenida en el agua, no la grasa disuelta.

El separador consta de un tanque con dos compartimentos separados por un tabique. El agua con grasa entra por un conducto en la pared lateral, ascendiendo la grasa hacia la superficie por gravedad, mientras que al agua sin grasa se va hacia el fondo y es descargada por gravedad por el otro conducto. La grasa puede ser retirada periódicamente por un registro. Los

posibles sólidos sedimentados en el fondo pueden ser retirados por un grifo de drenaje.

6 IMPACTO DEL SECTOR PESQUERO EN EL MEDIO AMBIENTE MARINO.

La Unión Europea tiene como uno de los objetivos principales, en su política pesquera, la explotación sostenible de sus recursos marinos. Todo esto tiene que mantener un equilibrio con sus compromisos de empleo y rentabilidad del sector pesquero garantizando un desarrollo económico. Todas las normativas y ajustes del sector pesquero de la Unión Europea buscan la conservación de los recursos marinos, equilibrio de los ecosistemas, la supervivencia de los caladeros y mantener la calidad del medio ambiente marino.

Durante muchos años no existió una conciencia global de las limitaciones de los caladeros y de las implicaciones que tenía la actividad pesquera sobre el hábitat marino. En las últimas décadas, las políticas de la Unión Europea en materia de pesca han puesto su objetivo en los problemas derivados de la sobrepesca, aumento de la pesca intensiva, contaminación marina, problemas en el ecosistema marino, pérdida de especies, etc.

En las últimas cinco décadas, la producción pesquera mundial ha aumentado progresivamente. Este crecimiento es debido al aumento de las capturas en la acuicultura, sobre todo en China donde se ha desarrollado una expansión espectacular de su producción pesquera.

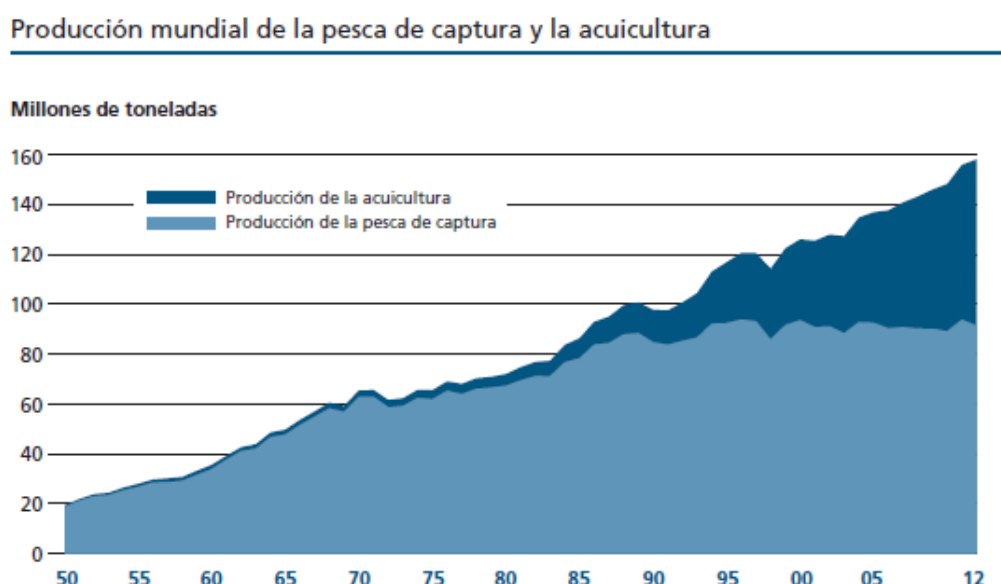


Figura 21. Evolución temporal de la producción mundial de la pesca y la acuicultura. (FAO, 2012)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
(millones de toneladas)						
PRODUCCIÓN						
Pesca de captura						
Continental	10,1	10,3	10,5	11,3	11,1	11,6
Marítima	80,7	79,9	79,6	77,8	82,6	79,7
Pesca de captura total	90,8	90,1	90,1	89,1	93,7	91,3
Acuicultura						
Continental	29,9	32,4	34,3	36,8	38,7	41,9
Marítima	20,0	20,5	21,4	22,3	23,3	24,7
Total de la acuicultura	49,9	52,9	55,7	59,0	62,0	66,6
PRODUCCIÓN PESQUERA MUNDIAL TOTAL	140,7	143,1	145,8	148,1	155,7	158,0

Tabla 3. Producción pesquera mundial (FAO, 2012)

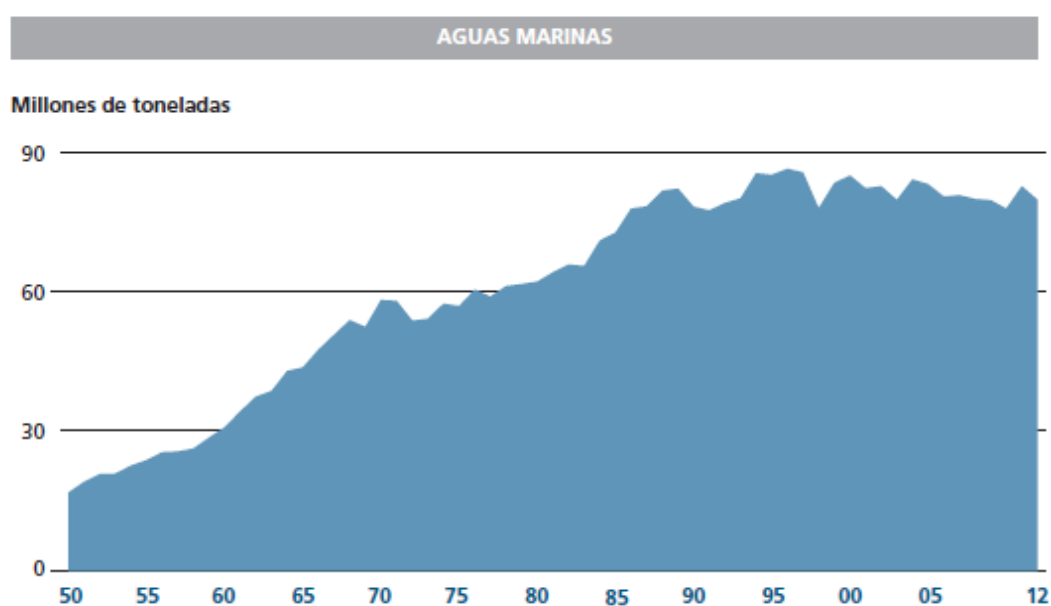


Figura 22. Evolución en el tiempo de la producción pesquera mundial en aguas marinas. (FAO, 2012)

Como vemos en los últimos años se ha mantenido constante la producción por una sensibilización global mayor que ha derivado en una búsqueda de nuevas alternativas tecnológicas y de técnicas de pesca, control sobre número de embarcaciones, etc. Aun así, sigue existiendo un problema de sostenibilidad de los caladeros, por lo que es de vital importancia la gestión y el mantenimiento del equilibrio entre la explotación de los recursos naturales y el mantenimiento de los ecosistemas marinos. Según la FAO, un cuarto de las poblaciones mundiales de peces están sobre explotadas, en declive o en

recuperación por agotamiento. No hay ninguna posibilidad de incrementar la pesca de alguna de estas poblaciones y en otros casos puede que incluso acelere su declive. Aproximadamente la mitad de las poblaciones de peces está completamente explotadas. Están siendo pescadas cerca de o en sus límites máximos de sostenibilidad.

La contaminación de los océanos voluntaria o involuntaria es un problema muy importante para la humanidad. A costa y su litoral son zonas muy importantes para el ser humano y para el ecosistema en general. Las aguas del litoral y costera y su hábitat regulan los ciclos de CO₂, del oxígeno y del ozono, y sirven además con barrera y protección frente a las inclemencias del tiempo, inundaciones, etc. Aun así, podemos percibir cada vez más que el castigo del ser humano al planeta y las modificaciones que artificiales realizadas afectan a los litorales costeras, y se reflejan en un aumento significativo de los desastres naturales.

Cuando hablamos de medio ambiente siempre va íntimamente relacionado con la contaminación. En el caso concreto de los océanos, es muy recurrente pensar en los grandes accidentes entre buques o los grandes vertidos de hidrocarburos, sobre todo los más mediáticos como pueden ser el Prestige o Exxon Valdez. Aunque son vías de contaminación muy graves e importantes las derivadas de los accidentes marítimos, las más usuales maneras de contaminar el mar viene de la actividad humana en tierra. Toda esta contaminación es producida por aguas residuales sin el debido tratamiento y residuos sólidos de origen urbano que llegan al mar.

Otra de las grandes fuentes de contaminación son las operaciones rutinarias del tráfico marítimo, tales como la limpieza de tanques y sentinas, descarga al mar de sustancias nocivas sólidas y líquidas, emisión de gases nocivos, aguas negras, basuras, de vertidos controlados e incontrolados de hidrocarburos, lodos, sentinas y residuos sólidos en los puertos, y contaminación por ruidos y vibraciones.

La pesca, también la podemos considerar como un efecto contaminante más, aunque en menor medida. La contaminación puede venir de las actividades pesqueras que deriven en vertidos al mar de residuos biológicos, restos de limpieza del pescado o de otro tipo por parte de la tripulación, de elementos de la pesca como redes, sedales, desechos de los productos pesqueros, etc.

También encontramos otra manera de contaminación biológica, que es la que surge de introducir bacterias, virus o incluso animales a zonas que no son su origen que puede conllevar modificaciones y alteraciones en el equilibrio de su ecosistema. Estas especies pueden viajar y sobrevivir en el agua de tanques de lastre de buques en viajes largo, pueden incluso propagar enfermedades.

Las emisiones atmosféricas derivadas del tráfico marítimo tienen un gran impacto medioambiental, no tanto como las derivadas del tráfico terrestre, ya que las emisiones de CO_2 del transporte marítimo suponen el 3 % de las emisiones mundiales. Estas emisiones pueden venir en formas de:

- Gases de escape en motores propulsores principales, calderas, motores auxiliares o incineradores. Los gases de escape que se producen en su funcionamiento son el dióxido de carbono (CO), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), óxido de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles sin metano (NMVOC), monóxido de carbono (CO), material en partículas (PM) y óxido de azufre (SO). Las Mayores emisiones de los gases de escape vienen del dióxido de carbono.
- Gases por utilización de refrigerantes, para la operación y mantenimiento de equipos refrigerantes y de aire acondicionado, así como los sistemas de frío de cámaras frigoríficas en los buques con congeladores. Estos gases son los hidrofluorocarbonos (HFC).

El impacto ambiental que producen estos gases derivados de la actividad por la actividad marítima puede ser directo o indirecto. El impacto directo sobre el medioambiente es el efecto invernadero terrestre producido por los gases de dióxido de carbono, que producen un aumento de la temperatura media del planeta, y por los gases de óxido de azufre que provocan un descenso de la temperatura media de la tierra. El impacto indirecto sobre el medio ambiente se produce cuando los gases emitidos reaccionan con otros gases en la atmosfera terrestre. El material en partículas emitido (PM), producto de la combustión de azufre carbono en motores de combustión interna, calderas y turbinas de gas, da lugar a estelas que modifican las propiedades de las nubes porque se condensan o disuelven en ellas y alteran su tensión superficial. Por ello se refleja una radiación solar hacia el espacio provocando una reducción de la temperatura terrestre. El óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles sin metano y el metano emitidos provocan también efectos indirectos, ya que aumentan la producción de ozono troposférico que se traduce en calentamiento de la tierra. Y por último, otro impacto indirecto sería el infligido sobre la salud humana afectando negativamente por causar enfermedades y muertes prematuras.

Los agentes físicos también pueden producir contaminación en el mar, tales pueden ser:

- Por sobrecalentamiento del agua del mar por el paso de la misma por circuitos de refrigeración de las instalaciones costeras.
- Contaminación acústica, ya mencionada anteriormente. Puede ser ocasionada por los motores de los buques, sus radares y el sonar.

También el impacto de las anclas de los buques puede afectar a hábitats sumergidos en el mar.

7 GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR PESQUERO.

La pesca tiene unos requerimientos de intensidad de energía superiores al resto de la industria alimentaria, la mayoría proveniente de combustibles derivados del petróleo.

La actual situación de los caladeros y los stocks tiene como consecuencia que se aumenten las estancias y los desplazamientos de los buques pesqueros faenando en el mar, lo que provoca el aumento del consumo de combustibles fósiles. Por ello, es muy importante para el sector pesquero que la gestión y las políticas se encaminen a la recuperación de los stocks y la sostenibilidad de los caladeros.

En las últimas propuestas de la Unión Europea se están estableciendo Fondos con mecanismos de financiación para promover nuevas tecnologías y alternativas en el sector pesquero, la integración de los preceptos de la política pesquera en la gestión de los buques, la disminución del impacto de la pesca en los ecosistemas marinos, etc.

Uno de los mecanismos habituales de La Unión Europea es el apoyo a los desguaces y paradas temporales de los buques de la flota pesquera. Recientemente el Consejo Europeo está promoviendo la eliminación de este hábito, una decisión muy criticada dentro del ámbito marino y el sector pesquero.

Los apoyos públicos no solo se limitan con los Fondos, existen una serie de ayudas tales como subvenciones, exenciones de impuestos (también en los impuestos sobre el combustible), créditos, financiaciones públicas, recompra de buques, etc. Todas estas ayudas públicas al sector pesquero en la Política Común Europea generan una sobrecapacidad de las flotas que causan ineficiencia y pérdidas.

Durante muchos años la actividad pesquera sufrió un aumento de la demanda energética debido a las nuevas tecnologías que mejoraron las operaciones, por ejemplo los buques factoría, y al precio del combustible. Aunque el precio del petróleo siempre ha tendido a aumentar durante las últimas décadas, los márgenes de beneficio de la actividad pesquera se mantenían debido a que las capturas de peces eran altas y la percepción de que los recursos marinos eran ilimitados. En la entrada del nuevo siglo esta percepción está cambiando debido al aumento de los costes de actividad y la reducción del número de capturas. Los costes asociados a un pesquero, desde un punto de vista general se pueden distribuir en función de las operaciones de la siguiente manera (Tyedemers et al., 2005):

- Por el trabajo: 30-50 %.

- Por el consumo de combustible: 10-25 %.
- Por el arte de pesca: 5-15 %.
- Por reparaciones y mantenimientos: 5-10 %.
- Por costos de capital (amortizaciones): 5-25 %.

En la flota pesquera española los costes derivados del consumo de combustible pueden llegar a ser superiores al 50 %, en función del arte de pesca utilizado. (Tyedemers et al., 2005):

También es importante resaltar que durante la actividad pesquera se produce un consumo energético derivado del combustible de entre 75 y el 90 %, todo ello en la fase de desplazamiento del buque hacia el caladero (y del caladero a puerto) y en la operación de pesca con la técnica utilizada. Este consumo energético tiene que cubrir las exigencias propulsivas del buque y el funcionamiento de los equipos que dan diferentes servicios del mismo durante las fases de desplazamiento hacia el caladero y al puerto, y la operación pesquera. El resto del consumo energético del buque se reparte entre el procesamiento y la refrigeración o el mantenimiento de las condiciones del pescado a bordo del buque. Los diferentes sistemas de pesca hacen que este consumo energético sea diferente en función del arte utilizado. En los buques que se utilizan sistemas de pesca activos, como en los arrastreros, el consumo energético es mayor que en el resto de los buques que faenan con otra técnica. Es decir, la relación entre el consumo de combustible en función del pescado capturado, la intensidad energética, es mayor en los arrastreros que en el resto de buques que utilizan otra técnica de pesca.

Una gestión energética adecuada de todos los equipamientos del buque pesquero, tanto los propulsores como los que prestan servicios, así como todos estos equipos se seleccionen adecuándose a la actividad pesquera del buque desde el punto de vista de dimensionamiento y diseño, hacen que se reduzcan los costes derivados de la actividad, el mantenimiento del buque y por supuesto provoca un ahorro energético.

Durante la operación de pesca las exigencias de velocidad son muy bajas y una alta demanda energética y de potencia para llevar a cabo la técnica de pesca, por lo que los barcos operan lejos de las condiciones óptimas de rendimiento del motor y tienen unos consumos muy elevados de combustible (sobre todo en el arrastre que puede llegar a ser en torno al 50 y el 70 %). Por ello es esencial que se en el proyecto del buque se estudie, se diseñe y se seleccione el motor o motores y los equipamientos para servicios apropiados para operar eficientemente sin dejar de cubrir las necesidades de la operación de pesca.

Un factor importante a tener en cuenta para lograr un ahorro energético es la velocidad con la que el buque navega hacia el caladero o al puerto. Lo idóneo es que esta velocidad sea tal que el motor trabaje cerca del 85 % de su potencia nominal para tener el mejor rendimiento que se pueda. En muchas ocasiones, las necesidades de llegar antes al caladero o exigencias de tiempo hacen que estas condiciones no puedan cumplirse y aumenten las necesidades energéticas y los costes derivados de la actividad del buque.

Otro factor a tener en cuenta en los consumos energéticos derivados de la actividad pesquera es el estado de los stocks, que también tiene influencia dependiendo de la técnica de pesca utilizada. Existen estudios (ninguno en España) donde se observan la relación inversa entre el ritmo de capturas de peces y la intensidad energética. Esta intensidad energética es la relación entre los litros de combustible utilizado y los kilos o toneladas de pescado capturado durante la operación pesquera. Cuando el estado del stock es menor hay menos capturas y existe un consumo energético mayor, por lo que una buena gestión obliga a buscar una mayor captura en menos tiempo reduciendo la intensidad energética. (Bermúdez et al., 2011)

7.1 EL COMBUSTIBLE EN EL SECTOR PESQUERO.

Las embarcaciones de pesca utilizan como combustible derivados del petróleo, principalmente gasoil y gasolina en la flota artesanal. Durante la década pasada hubo un incremento muy considerable en el precio del crudo pasando del valor medio de 20 \$/barril Brent en la década de los 90 hasta superar 146\$/barril Brent en julio de 2008, con el consiguiente aumento de los costes de explotación de los buques de pesca. (Vicente Díaz Casás et al., 2009)

Actualmente estamos viviendo una época caracterizada por una caída notable del precio del barril Brent, de casi el 42 % en los últimos 5 años, hasta quedarse en un precio por barril de 49,90 \$. (OPEP, 2015)

El principal combustible utilizado en el sector pesquero español es el gasóleo, aunque en el caso de pequeñas embarcaciones de pesca artesanal se utilice habitualmente motores fuera borda de dos y cuatro tiempos de gasolina. Estos motores son menos potentes, más ligeros, tienen mayores consumos, una vida útil menor y suelen estar ubicados en la popa de las embarcaciones.

Tanto en buques de pesca de bajura o costeros como en los de altura la tendencia es la utilización de motores Diésel. Estos motores pueden ser de dos y cuatro tiempos, al igual que en los fuera borda. Los motores de dos tiempos se suelen utilizar cuando se necesitan grandes potencias, son lentos

y por lo tanto tienen escasa utilización en el sector pesquero español. Por lo que la mayoría de los buques de pesca tienen motores de cuatro tiempos sobrealimentados con gasóleo como combustible más común. La utilización del fuel oil en el sector pesquero español es menos habitual. Se puede utilizar en el caso de necesidades de muy altas potencias como en el caso de los arrastreros congeladores, tienen un coste muchos más barato que reduce notoriamente los costes, pero en contra aumentan muchísimo las emisiones contaminantes y son muchos más sucios provocando operaciones de mantenimiento mayores en comparación con el gasóleo.

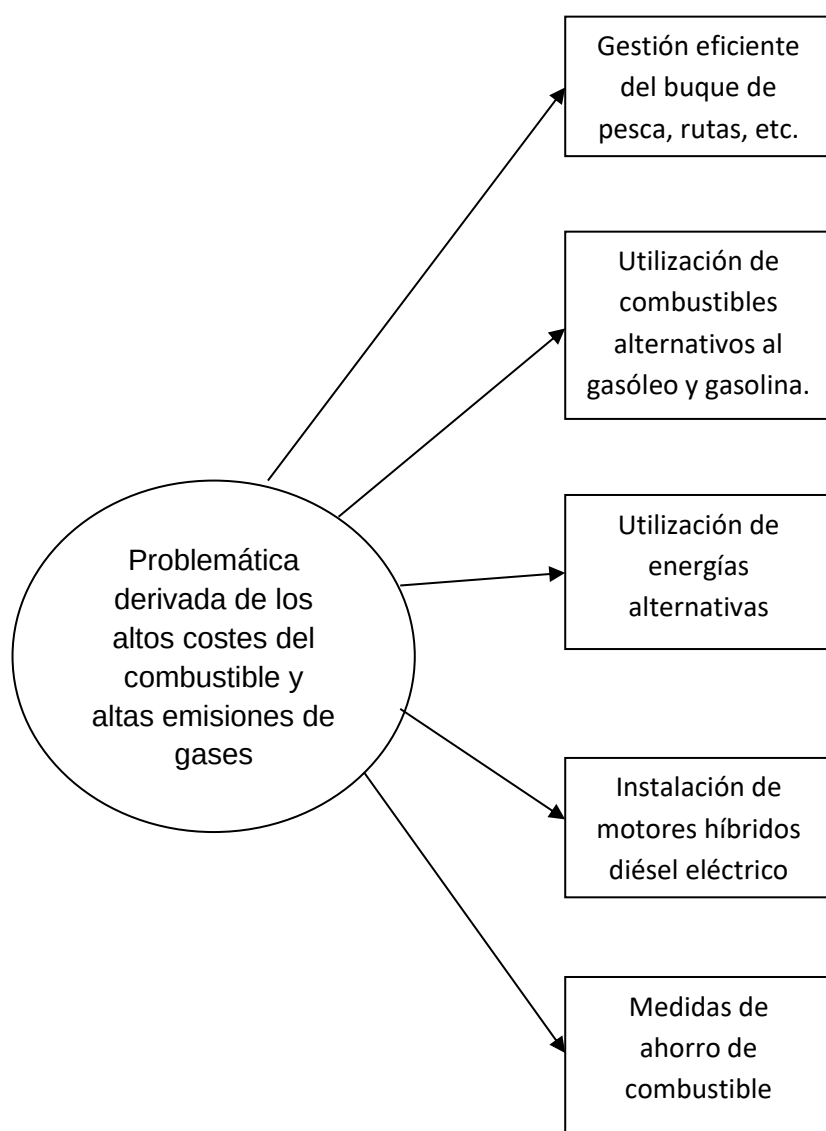


Figura 23. Diagrama alternativas para la problemática altos costes consumo combustible y emisiones de gases contaminantes (Elaboración propia).

8. MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO.

Una gestión energética eficiente de los buques de pesca, por parte de los armadores, técnicos y operarios del sector, requiere controlar como principal parámetro los consumos del combustible. La inestabilidad de los precios del petróleo provoca un gasto vital en la utilización de embarcaciones pesqueras, tanto de bajura como de altura. Este coste se acentúa más por la limitación de las capturas, la disminución de los stocks y la insostenibilidad de los recursos marinos. Por ello, llegamos al punto en el que los buques pesqueros para conseguir más capturas se navega fuera de las velocidades óptimas establecidas en el proyecto para que el consumo energético sea el mínimo posible; y como en el caso de los arrastreros se opere en la actividad de pesca mucho más tiempo trabajando a grandes potencias, poca velocidad y gran consumo de combustible para poder conseguir el mayor número de capturas posibles para hacer cada marea o salida al mar rentable económicamente. De tal manera, en el inicio del siglo XXI es esencial que el sector pesquero busque medidas de ahorro de combustible y alternativas tecnológicas para reducir los costes que hagan viables las operaciones. Además, esto implica que se reduzcan las emisiones atmosféricas y que se ensucie menos el ecosistema marino, una inquietud generalizada en la mentalidad global actual.

Las medidas para mejorar la gestión energética y ahorro de combustible en el buque pesquero pueden llegar por mejoras o modificaciones en los equipamientos, propulsión, sistemas o servicios del buque; por un mantenimiento controlado y eficiente del buque; o por una gestión de la eficiencia energética del buque. Todas las medidas de ahorro de combustible pueden llegar a ser aplicables al buque por conocimientos teóricos de la eficiencia energética o por estudios o ensayos de determinados organismos, entidades públicas o privadas relacionadas con el sector pesquero y la industria marítima.

Para las embarcaciones de nueva construcción en astilleros, es conveniente que los proyectistas puedan diseñarlas ajustando los motores, las formas del casco, hélices, etc., para que el barco tenga un ahorro de combustible y energético adecuado a la operación de pesca. Por lo que cuando se vaya proyectar el barco, no solo hay que tener en cuenta la propia funcionalidad que va a desarrollar, además hay que considerar su comportamiento hidrodinámico en dicha situación. Este comportamiento viene definido por la velocidad, la autonomía, maniobrabilidad, el establecimiento del desplazamiento y pesos del buque, y la disposición adecuada de los espacios y equipamientos del buque. Por último, el proyecto del buque de pesca depende del tipo de arte de pesca a utilizar y de la distancia al caladero donde se realiza la actividad.

Actualmente también se han desarrollado numerosos proyectos, nuevas tecnologías y alternativas para mejorar la eficiencia energética y reducir los consumos de combustible que tratare más adelante en el proyecto.

8.1 IMPORTANCIA DE LA VELOCIDAD DEL BUQUE PARA EL AHORRO DE COMBUSTIBLE.

La velocidad de navegación del buque es un factor muy importante que puede afectar directamente a los consumos de combustible. La mayoría de los buques de pesca, independientemente de la técnica utilizada, consumen más combustible navegando del puerto al caladero y en la vuelta hacia el puerto otra vez. En el caso particular de los buques de pesca de arrastre (el tipo de arte de pesca que más abunda en el sector pesquero nacional), se consume también una cantidad muy alta de combustible cuando se está pescando en el caladero, ya que el tiro se efectúa a velocidades bajas y con una demanda de potencia muy elevada.

Dentro del estudio de la velocidad del buque, tenemos un parámetro a tener en cuenta muy importante, la resistencia al avance. La resistencia al avance puede ser debida a la viscosidad del agua en contacto con la obra viva del buque, o a la resistencia que se produce por la formación de olas. El valor de la resistencia al avance es función de la velocidad de navegación y de la forma de la carena del barco. Cuando el buque navega a baja velocidad, la resistencia al avance que actúa en mayor proporción puede llegar hasta el ochenta por ciento, es la debida a la viscosidad. En el momento que el buque va aumentando su velocidad, la resistencia por formación de olas va creciendo también, a medida que disminuye la debida a la viscosidad. Si la velocidad sigue aumentando, la resistencia por formación de olas puede llegar a un valor tan alto que pueda ser insuperable para el barco con carenas usuales. Por ello, para mejorar la eficiencia y no tener consumos de combustible altos debemos operar a velocidades menores.

Es importante reseñar, que la velocidad de un barco no se mide en valor absoluto, sino que se establece a partir de la relación entre la velocidad y la eslora, mediante el número de Froude (Fn).

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \times L_{pp}}}$$

Donde g es la aceleración de la gravedad en m/s^2 , v es a velocidad en m/s y L_{pp} es la eslora entre perpendiculares en m. (José A. Aláez, 1995)

Cuando un barco pesquero navega con un número de Froude igual o superior a 0,40, la resistencia por formación de olas adquiere un valor importante. Esta situación es bastante habitual en los barcos a estudio. (José A. Aláez, 1995)

El sistema propulsivo del buque está formado por el motor, la reductora y la hélice. A este sistema propulsivo le corresponde una curva de consumo específico en función de la potencia del motor, en la que podemos ver el punto donde el motor quema combustible más eficientemente con el menor consumo a la potencia máxima para ello. Existe también una gráfica curva donde el par motor en función de la potencia tiene un punto máximo que corresponde al mínimo de consumo específico de combustible. Esta gráfica es suministrada por el fabricante del motor, aunque en ocasiones la curva del consumo no se da en función de la potencia sino en función de la hélice. La curva en función de la hélice no mostraría el punto en que el motor tiene el mínimo consumo quemando el combustible más eficientemente.

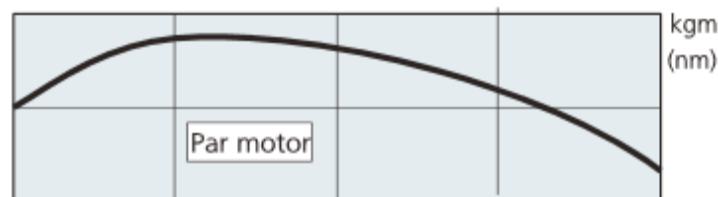


Figura 24. Curva del par motor en función de la potencia del motor (FAO, 2015)

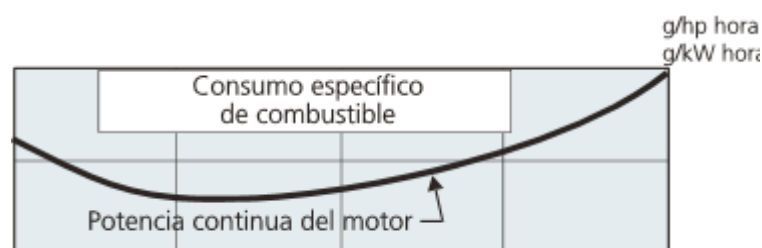


Figura 25. Curva del consumo específico de combustible en función de la potencia del motor (FAO, 2015)

Entonces para que el buque consuma el menor combustible posible y poder vencer la resistencia que ofrece la formación de olas, el barco debe estar navegando en todas sus operaciones cerca de este punto. Aunque la realidad exige que las embarcaciones sean rápidas y realicen las rutas lo más rápida

posible para realizar más capturas, ya debe ser una decisión del armador y capitán o patrón la manera en la que va operar el buque, y si compensa más los costes de combustible o las mayores capturas.

Un ensayo que nos permita comprobar el ahorro de consumo de combustible al reducir la velocidad, se puede realizar con un GPS que mida la velocidad del buque y los consumos de combustible en litros o galones/hora a diferentes revoluciones del motor, en el cual instalamos un tacómetro para ello. El ensayo transcurre efectuando tres mediciones diferentes. La primera a velocidad máxima, la segunda con una reducción aproximada del 10 % de las revoluciones por minuto del motor y la última reduciendo la velocidad un 20 %. Se observa que reduciendo la velocidad se pueden lograr importantes ahorros del consumo de combustible, entre una 20 y un 40 %, y que además con régimen de máxima velocidad lógicamente se desperdicia mucho combustible. (FAO, 2015)

8.2 TEMPERATURA EN LA CÁMARA DE MÁQUINAS.

Cada fabricante de motor establece la temperatura que debe haber en la cámara de máquinas para que dicho motor funcione óptimamente y con bajos consumos energéticos y de combustible. Si la temperatura de la cámara aumenta, los consumos aumentan también y el rendimiento empeorará.

Otro problema que se puede presentar, es las variaciones de temperatura en la cámara de máquinas cuando se cambian de condiciones ambientales. Por ellos se suele disponer en la cámara de ventiladores que corrigen estas diferencias.

Los ventiladores tienen que estar preparados para mantener la temperatura de la cámara de máquinas en valores correctos y definidos, además de proporcionar el flujo de aire necesario para la combustión del motor en su interior. Como la densidad del aire disminuye si la temperatura de la cámara de máquinas aumenta, tiene que existir un control sobre dicha temperatura para que la combustión del motor se realice en buenas condiciones. Por ello, si los ventiladores no pueden garantizar un flujo de aire adecuado habría que realizar la toma de aire directa desde el exterior de la sala de máquinas. El problema que puede conllevar esta medida es el de pérdida de carga en el conducto al exterior, dependiendo de su diseño longitud. Por el contrario el beneficio que tenemos es que se admite el aire en condiciones ambientales.

La ventilación de la cámara de máquinas puede ser mediante ventiladores o de manera natural. La ventilación natural consiste en aperturas en la sala de máquinas para la entrada del flujo de aire, la cual no es muy eficiente y

presenta muchos problemas para los buques pesqueros, debido a que en muchas ocasiones estas embarcaciones navegan a baja velocidad y por lo tanto con el motor trabajando a mucha potencia, y en esta situación este método de ventilación no tiene la capacidad de refrigerar la cámara. Por ello, el método más eficaz, para mantener la temperatura en valores definidos que hagan el motor operar en condiciones óptimas energéticamente y con los menores consumos de combustible posible, es la ventilación forzada con ventiladores. Éstos deben estar situados correctamente para que el flujo de aire se reparta lo más homogéneamente posible por la cámara de máquinas.

Las incrustaciones en los conductos de refrigeración de agua salada del motor provocan problemas de disminución de rendimiento y que disminuya el efecto de dicha refrigeración. Todo esto crea el problema al motor, el cual vería aumentada su temperatura, y por lo tanto irradiaría más calor hacia la sala de máquinas con el aumento de las condiciones de temperatura de la misma también. Este hecho también puede ser producido por incorrectos mantenimientos de otros equipos, que provocan aumentos de temperatura en la sala de máquinas. Por lo tanto, es muy importante que los equipos que están en la sala de máquinas tengan un adecuado mantenimiento, y además estén aislados correctamente, sobre todo en las zonas de gases de escape.

Una medida para localizar problemas de temperatura en la cámara de máquinas es la de colocación de sensores de temperatura situados en determinadas zonas de la misma. La dificultad se presenta cuando se producen grandes variaciones de temperatura en zonas localizadas que no detectan.

Otra medida es la realización de termografías para detectar esas variaciones de temperatura. Esta técnica de inspección nos permite ver si los motores u otros equipamientos están funcionando a las temperaturas adecuadas y correctamente. Además también se pueden ver problemas en escapes, circuitos de refrigeración, equipos electrónicos, detección de fugas, zonas sobrecalentadas con peligro de incendio, etc. Esta técnica consiste en la utilización de una cámara termográfica que saca imágenes de las zonas a revisar. Las imágenes se presentan con zonas de diferentes colores, donde cada color representa una zona de temperatura establecida que el operario debe de interpretar.

8.3 CONDICIONES DE ADMISIÓN EN EL MOTOR.

El fabricante del motor de un barco especifica al valor o las condiciones en las cuales tienen que estar cada uno de los parámetros que miden su funcionamiento. Dichas especificaciones se obtienen en las pruebas a las que se someten los motores en unas determinadas condiciones para obtener su máximo rendimiento. Las condiciones que debe de tener el ambiente de una cámara de máquinas en la admisión para que el motor opere eficientemente están medidas por diferentes parámetros, a parte de la temperatura de la sala de máquinas. Actualmente los nuevos motores, en los cuales abunda la electrónica los valores de los parámetros son regulados automáticamente para evitar problemas de variación de las condiciones óptimas en la admisión del motor. Los parámetros a controlar son:

- La presión de la cámara de máquinas: Es muy importante para que el motor tenga el suficiente flujo de aire en la admisión. En ese momento, cuando el flujo de aire entra en el motor para la combustión, la sala de máquinas ofrece resistencia a ello, lo cual provoca que su presión disminuya con respecto a la atmosférica. Para un correcto funcionamiento del motor es necesario que la presión de la cámara de máquinas este siempre por encima de la atmosférica. Esta condición se logra por medio de los ventiladores que mantiene la presión atmosférica de la sala de máquinas introduciendo el flujo de aire necesario en ella.
- Densidad del aire: Si tenemos una densidad baja también disminuye la cantidad de oxígeno que entra en el motor. Si la densidad del aire es alta entonces el problema que tenemos es que la mezcla es rica en oxígeno y pobre en combustible. Para que un motor opere de la manera más eficiente y con mejor rendimiento tiene que existir una relación estequiometría aire/combustible de 14,7:1. Fuera de estas condiciones el motor consumiría más combustible y el escape de gases contaminaría mucho más que en las condiciones óptimas.
- La temperatura del aire: si logramos que aumente entonces el volumen del aire también crecerá, por lo que en el motor entrara una mezcla de gases los que contiene el aire con más oxígeno, lo cual mejorara la combustión. En caso de que esta temperatura disminuya habría que compensarla introduciendo más aire en la sala de máquinas mediante ventiladores.
- Humedad ambiental: Los problemas deviene cuando la humedad aumenta, ya que provoca que el octanaje del combustible decrezca introduciéndose agua al aire seco y disminuyendo el rendimiento del motor.

- Presión atmosférica: Si disminuye provoca que la densidad del aire también decrezca y tengamos menos cantidad de oxígeno a la entrada del motor para la combustión.

8.4 MANTENIMIENTOS EN EL BUQUE PESQUERO PARA LA MEJORA DEL CONSUMO DEL COMBUSTIBLE Y EL AHORRO ENERGÉTICO.

En el buque pesquero podemos gestionar las labores de mantenimiento habituales a realizar para que los equipos y la estructura del barco se mantengan cerca de las condiciones para las cuales fueron proyectados para obtener su mejor rendimiento y mayor eficiencia. Esto conllevaría que el barco sea más eficiente y consuma menos combustible. A continuación, se describen una serie de operación de control y mantenimiento para conseguir el objetivo deseado.

8.4.1 Limpieza del circuito de refrigeración.

Cuando se detecta un aumento de la temperatura del motor mediante sensores, se produce una autorregulación de la refrigeración para mantener la temperatura en los valores necesarios. Dado el momento, en el cual ya no se puede regular esa temperatura se debe realizar una limpieza del circuito, conductos y tuberías de refrigeración del motor por agua salada para que funcione correctamente y no se pierda eficiencia. La mejor manera de realizarla es mediante una limpieza química recirculando en circuito cerrado. La limpieza química ayuda a evitar averías, aumenta la vida del motor y mejora su funcionamiento. El principal motivo de la necesidad de limpieza química y pérdida de efectividad de la refrigeración es debido a las incrustaciones que se adhieren a tuberías y conductos, disminuyendo su diámetro, el caudal de agua salada y se incrementan las pérdidas de carga. Es importante recordar que si tenemos una correcta refrigeración por agua salada del motor, éste no irradiará calor a la sala de máquinas que aumente su temperatura, y por lo tanto repercutirá en un ahorro de combustible.

8.4.2 Limpieza de la Turbocompresor.

Este mantenimiento solo se produce en buques pesqueros cuyos motores estén sobrealimentados. Estos motores buscan introducir más aire y

combustible para la combustión del motor y así aumentar el par motor y la potencia. El aire que entra en el motor tras pasar por el turbocompresor entrará a una presión mayor quemando más eficazmente el combustible. El turbocompresor aprovecha la energía de los gases de escape del motor para su funcionamiento, estos gases luego pasan al exterior. Dentro del compresor el accionamiento provoca que el aire de admisión aumente su presión antes de entrar en el cilindro del motor para la combustión. El turbocompresor está formado por una turbina con su eje, un compresor con sus alojamientos, cojinetes lubricados y un alojamiento central. El mantenimiento que debe realizarse al turbocompresor, para evitar averías, viene dado por problemas con el aceite y la lubricación o por la incursión de partículas por una mala combustión que pueden dañar los álabes de la turbina o el compresor. Una mala lubricación, por falta de aceite, o que éste tenga mucha suciedad produce fricción en los ejes, cojinetes, etc. Se pueden producir averías por ralladuras en dichas partes, además de taponamientos de aceite en conductos. Por lo tanto para que el turbocompresor funcione correctamente y pueda dar al motor el aire extra para reducir los consumos necesitamos un mantenimiento de filtros de aceite, cambios de aceite, controlar presión del aceite, cambios de filtros de aire también y controlar bien las condiciones de los gases de escape que acceden al compresor.



Figura 26. Motor Man 7L 32/40 con turbocompresor NR29/S061 (Carlos Rodríguez, 2016)

8.4.3 Mantenimiento de la reductora.

La reductora es un sistema de engranajes que adapta la velocidad de giro del motor a la velocidad de giro de la hélice mediante una relación de multiplicación. La velocidad de giro en el motor es muy elevada para la hélice, por ello es necesario reducirla. Esta relación de multiplicación se puede diseñar de diferentes maneras para adaptar estas velocidades:

- Relación de reducción simple: en este caso la reductora mantiene la reducción constante en todo momento.
- Relación de reducción doble: pueden existir dos posibilidades de reducción diferentes para diferentes operaciones del barco. Por ejemplo, en el caso de los buques de pesca al arrastre, se necesita dos condiciones diferentes de operaciones, la navegación al caladero y la operación de arrastre. En la navegación al caladero tenemos posibilidad de hacer una reducción y una hélice acorde a dicha operación, y en el arrastre se trabajará con otra relación de reducción y otra posibilidad de hélice.

También existe la posibilidad de utilización de hélice de paso controlable, la cual consigue mantener las exigencias de velocidad para cualquier operación que necesite el barco mediante la variación del paso de la hélice.

Además de reducir la velocidad de giro, la reductora permite invertir la velocidad de giro, lo cual le da la posibilidad al buque de navegar marcha atrás y adelante. Otra función muy importante de la reductora es la de absorber vibraciones del motor, fuerzas externas, golpes de mar, etc.

La reductora está alineada con los ejes del motor y la hélice mediante engranajes. En este alineamiento, debido al contacto de los engranajes y las piezas existe mucho rozamiento entre ellos, lo cual provoca que para mantener el rendimiento de la reductora se consuma potencia directamente del motor. La reductora tiene su ubicación en la parte baja de la sentina de la sala de máquinas, a la altura del eje del cigüeñal del motor.



Figura 27. Reductora Siemens para hélice de paso variable (Nauticexpo, 2017).

Dentro de este conjunto motor-reductora-hélice tenemos un elemento, el cojinete de empuje, que tiene como función soportar el empuje que transmite la hélice del barco para que no se transmita al eje y se pueda producir una avería en la reductora o el motor. También acopla al eje con el motor y puede evitar desalineaciones entre eje y motor. En embarcaciones pequeños normalmente no hay cojinetes de empuje, y es la propia reductora la que transmite el empuje. Es importante controlar el nivel, presión y estado de aceite de lubricación así como evitar calentamientos en el cojinete.

Cualquier mal funcionamiento de la reductora provoca que disminuya su rendimiento, y existan problemas en el motor por calentamientos que acaben en alguna avería. La reductora en sí mismo, no influye en el consumo de combustible pero un mal funcionamiento de ella derivaría en un incremento del consumo de combustible. Por ello es muy importante mantenerla y que funcione óptimamente con un buen rendimiento. Las reductoras no tienen un mantenimiento que requiera estar pendientes de ellas continuamente, pero es muy importante controlar los niveles de aceite de lubricación de la misma, el estado de dicho aceite, que los elementos que lo conforman mantengan un buen estado y todo lo que indique el fabricante.

8.4.4 Mantenimiento de depuradoras de aceite y combustible.

El combustible puede estar sucio por la presencia de impurezas como el agua. Estas impurezas provocan pérdida de poder calorífico del combustible, ensucia el motor y disminuye el rendimiento del mismo. Además la presencia de agua y suciedad en el combustible conlleva problemas de averías en el motor y sus componentes. Contener un combustible en buenas condiciones para la combustión en lugar de un sucio puede suponer un ahorro de combustible de hasta el 5 %. Por ello la necesidad de un sistema de limpieza y tratamiento del combustible. El sistema más común y eficiente que se utiliza en barcos es la separación centrífuga mediante depuradoras.



Figura 28. Depuradora de combustible Alfa Laval (Nauticexpo, 2017).

También el aceite de lubricación en mal estado tiene un efecto problemático para el motor. Un aceite de lubricación en mal estado provoca calentamientos en las diferentes zonas que tienen que estar lubricadas del motor, disminuyendo la eficiencia del mismo, apareciendo más averías y por tanto reduciendo su vida útil. Todo esto provoca lógicamente un aumento claro del consumo de combustible. Una medida eficiente para tratar el aceite de lubricación en los barcos son las separadoras centrífugas también. Para alargar la vida de los aceites lubricantes y conseguir que se deterioren los

menos posible, los motores tienen en sus sistemas de lubricación filtros de aceite para atrapar las diferentes partículas en suspensión en el aceite cuando atraviesan los filtros.



Figura 29. Depuradora centrífuga de aceite (FAO, 2015)

Las depuradoras centrífugas se utilizan para separar mezclas de líquidos o para eliminar sólidos contenidos en suspensión en líquidos o en mezclas de líquidos. Por la acción de las fuerzas centrífugas, se logra en un tiempo muy breve la separación de los líquidos mezclados y la eliminación de los sólidos en suspensión.

Los componentes de mayor densidad se desplazan hacia la periferia del tambor de la depuradora, mientras que los de menor densidad se dirigen hacia el centro de la misma. El movimiento centrífugo del tambor se produce por la acción de un motor eléctrico.

Los principales factores que influyen en la separación son la viscosidad (la baja viscosidad facilita la separación), la diferencia de densidades (a mayor diferencia de densidades entre los dos líquidos más fácil es la separación) y el caudal (un caudal excesivo puede dar lugar a una separación pésima). Los dos primeros factores están relacionados directamente con la temperatura.

Las depuradoras normalmente pueden trabajar realizando las funciones de clarificación y purificación en instalaciones de tratamiento de combustible y aceite lubricante. Además disponen de sistemas para control del contenido de agua en el combustible y el aceite lubricante, y de un sistema de recinto de lodos. La purificación consiste en aislar mezclas de líquidos integradas por dos componentes, eliminando al mismo tiempo los sólidos en suspensión en los líquidos. La clarificación consiste en la eliminación de los sólidos en suspensión en un líquido.

La pieza principal de una depuradora es el tambor, que puede prepararse indistintamente para la clarificación o la purificación. El tambor está herméticamente sellado y tiene un número amplio de discos cónicos con orificios en toda su superficie. Las placas están colocadas paralelamente y separadas entre sí, su principal función es separar el aceite o el combustible.

Para poder efectuar la centrifugación se requieren que los componentes del producto puedan ser separados por medios mecánicos, tengan diferente densidad y que no estén emulsionados.

El proceso de clarificación para un motor diésel es el siguiente: el aceite o el combustible a tratar se envía a la centrifugadora mediante una bomba adosada a la depuradora. Se alimenta por una tubería cerrada (1) y el producto limpio se descarga a presión con el rodete (12) a través de la salida (2). El aceite o el combustible a la entrada de la depuradora tienen que tener una temperatura determinada, establecida por el fabricante, para poder realizar el tratamiento. Esta temperatura se consigue mediante un calentamiento previo a la entrada con vapor. La cantidad de vapor necesaria para calentar el fluido se establece mediante un sensor de temperatura, que la detecta y manda una señal para que se compare con la temperatura deseada. La apertura y el cierre del tambor durante las descargas se efectúan de forma automática y a pleno régimen de revoluciones, mediante una electroválvula teledirigida, incorporada en la conducción de agua de maniobra.

Si la depuradora funciona con el sistema de recinto de lodos, el proceso es el siguiente: una pequeña cantidad de líquido se desvía en un flujo parcial (9) por encima del plato separador (13). Dicho flujo parcial es enviado por el rodete de líquido sonda (10) hacia el presostato (6), regresando luego a la alimentación (1) a través de una válvula reguladora (19). Antes de iniciar la centrifugación se llena parcialmente de agua (3) el recinto de sólidos (15). A continuación se introduce el aceite o combustible sucio por alimentación (1). Durante la centrifugación, los sólidos y el agua se separan del fluido a tratar, acumulándose en el recinto de sólidos (15). Cuando el agua llega a los orificios de control (20) se interrumpe el flujo secundario (9), se registra una caída de presión y el presostato (6) envía un impulso al programador (11), iniciándose el programa de descarga.

Si la depuradora funciona con el sistema de control de contenido de agua, el funcionamiento es el siguiente: el sensor de conductancia (5) vigila el flujo parcial (9) desviado por el tambor por encima del plato separador (13) y a través del rodete de líquido sonda (10). Al variar la conductancia porque pasa aceite o combustible, se cierra la electroválvula (8) mientras que la electroválvula (7) se abre intermitentemente. El flujo parcial (9) regresa entonces a la alimentación (1).

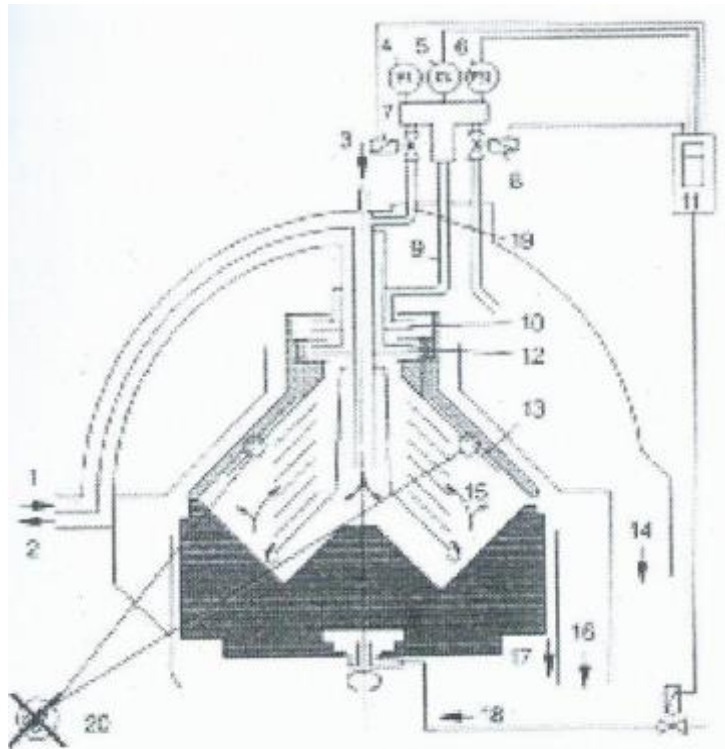


Figura 30. Esquema depuradora centrífuga Westfalia (Westfalia, 2005).

El mantenimiento a realizar en las depuradoras centrífugas, tanto para el aceite como para el combustible, consiste en el desmontaje de la misma y limpieza de las distintas partes. Es un mantenimiento que hay que efectuarlo periódicamente, y establecerlo como un mantenimiento para prevenir cualquier anomalía en la depuradora que haga que no consiga los objetivos de limpieza de los fluidos a tratar. El procedimiento consiste en el desmontaje de todos los discos que conforman los anillos, de los rodets, tapas, anillos separadores, la junta tórica y el resto de piezas. Seguidamente es muy importante establecer el orden de cada una de ellas piezas que se desmontan, sobre todo los discos para que cuando posteriormente se vuelvan a montar no haya errores. A partir de aquí se realizan las limpiezas, trabajos de mantenimiento o reparación que se consideren o que establezca el fabricante.

8.4.5 Mantenimiento del casco.

Una alta rugosidad del casco y de la hélice del barco motiva un aumento de la resistencia al avance de la embarcación. Este incremento de la resistencia provoca un aumento de la velocidad del buque, ya que en la mayoría de las ocasiones se da más importancia a aumentar dicha velocidad para vencer la resistencia al avance que va aumentando en tanto en cuanto se incrementa

la rugosidad del casco o de la hélice por no realizar limpieza o mantenimiento. Este aumento de la velocidad, sobre todo en los tránsitos a los caladeros provoca mayores consumos de combustibles, que incluso pueden llegar hasta un 10 % más de consumo con respecto a un buque que tenga tratado correctamente su casco y hélice. Cuanto más navegue el barco, más se hace importante el mantenimiento de la rugosidad del barco. Los gastos por limpieza del casco y de la hélice, y de la pintura son menores que los gastos ocasionados por el aumento de consumo de combustible que provoca el incremento de la rugosidad del casco. Por ello es recomendable siempre mantener el casco libre de incrustaciones para poder reducir el consumo de combustible.

La limpieza de la hélice es un mantenimiento muy sencillo, que incluso se puede realizar cuando el buque está en el mar navegando sin la necesidad de llevarlo a dique seco. Cuando el buque entre en varadero, el mantenimiento adecuado a realizar en la hélice tendría que ser una limpieza de fondos y de las palas de la misma, además de comprobar la protección catódica y que por ello no se altere el flujo de agua en la hélice. Los mantenimientos de la hélice periódicos provocan grandes resultados de eficiencia energética si se hace periódicamente.

En el caso del casco, se puede mantener la rugosidad del barco en valores adecuados que no influyan en unos aumentos de los consumos y en ineficiencia energética realizando lijados manuales o chorreos con arena. De todas maneras, resultan efectivos los tratamientos de aplicación de pinturas anti incrustantes para reducir las rugosidades como barrera de protección de incrustaciones y todo tipo de fenómenos. Actualmente, la normativa ambiental limita mucho la utilización de pinturas anti incrustantes, lo que provoca que los barcos acorten los plazos de varadas para realizar mantenimientos. Esto implica que las incrustaciones aparezcan más rápidamente.

En el mercado existen muchos tipos de pinturas anti incrustantes para barcos con distintas aplicaciones para mejorar la resistencia al avance. Las patentes de matriz dura son las que no se desprenden del casco, en las cuales si pintamos encima se aumenta el espesor, por lo que para aplicarlas hay que retirar las capas que se pintaron anteriormente periódicamente. Las pinturas autopulimentables reducen la resistencia al avance del buque ya que la fricción es proporcional a la rugosidad. Estas pinturas se desprenden del barco durante la navegación y las capas de pintura que se aplican no se acumulan.

Un barco navegando un mes seguido puede perder entre 5 y 10 micras de espesor de la capa de pintura. (Francisco Javier de Lerma Martínez, 2007)

Por ello se suele aplicar tres capas de la pintura autopulimentantes en un espesor de unas 100 micras en cada capa. La capa más exterior se denomina de acabado y posee una base de toxinas anti fauna que permiten evitar

incrustaciones siempre que se mantenga el espesor de la misma. En cuanto se gasta esta capa comienza a actuar la siguiente capa. En cuanto se desgasta esta capa actúa la última capa que se denomina capa base y que podría durar hasta la siguiente entrada en dique seco obligatoria por la sociedad de clasificación del buque, reduciendo los costes por varadas intermedias y por paradas del buque.

Este tipo de pinturas se deben aplicar sobre otras anti corrosivas que se tienen que aplicar en el buque o sobre las pinturas anti incrustantes viejas evitando el chorreo del casco si se aplican correctamente.

Si la aplicación de la pintura se produce sobre sistemas de pintado más o menos sofisticados, como clorocauchos, vinilos, epoxídicos, etc., suele necesitarse un sellado del sistema antiguo y una eliminación de los residuos de pintura salinos para que la aplicación posterior de las tres capas de anti incrustantes resulten efectivas entre si se desea evitar el chorreado. De todas maneras, las zonas dañadas se han de chorrear y reparar con un anti corrosivo adecuado. Estos tipos de pinturas disminuyen la rugosidad de la obra viva del barco por auto pulido al irse consumiendo progresivamente con el rozamiento del agua del mar sobre unas tres micras al mes con un ahorro del consumo por mayor pulimentado del casco así como por la eliminación de incrustaciones.

Es muy importante tener una buena preparación de la superficie del casco para el pintado del mismo, controlar la humedad de la zona a tratar, tener en cuenta la compatibilidad entre las diferentes pinturas a aplicar en el casco, condiciones ambientales, etc. Es claro que los trabajos de preparación de la superficie son esenciales para que el coste de mantenimiento del buque sea lo menor posible y el anclaje de la pintura el correcto. Incluso, esta preparación exige un lavado y desengrasado de la misma en función de las condiciones anteriores a la aplicación de la temperatura. Por ello, un chorreo adecuado de la superficie ofrece una rugosidad uniforme de entre 30 y 50 micras.

Las formas de aplicación de la pintura son tan importantes como la elección de la pintura a aplicar en cada zona del buque como de la preparación de la superficie. Si se aplica la pintura con rodillo, es inadecuado para la primera capa porque se introduce grandes cantidades de aire con humedad, sin embargo se puede usar correctamente para la aplicación de las siguientes capas. Para la primera capa se suele usar brocha o pistola que proyecte la pintura con aire seco, sobre todo esta última opción para grandes superficies. Además provoca la correcta aplicación de los espesores deseados con el menor número de pasadas. Para medir los espesores conseguidos se utilizan galgas sobre las capas todavía húmedas. Los espesores pueden variar en función de si se medien en una zona u otra, por lo que es muy importante

realizar varias medidas para establecer el promedio de ellas para la medida final del espesor.

Cuando se va aplicar una pintura nueva, hay que realizar el cambio de la pintura vieja si es auto pulimentable y eliminar o sellar la pintura vieja si es patente de matriz dura. Siempre que haya duda de incompatibilidad entre pintura nueva y vieja, se procederá a eliminar o sellar la vieja antes de la aplicación de la nueva pintura.

8.5 EQUIPAMIENTOS PARA LA MEJORA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

A continuación se va describir diferentes sistemas o equipos que instalados en el buque pesquero pueden ayudar o mejorar la eficiencia energética y el ahorro de combustible en el funcionamiento periódico del mismo.

8.5.1 Instalación de un polarizador en el circuito de alimentación de combustible.

Un polarizador de combustible es un sistema que mejora la combustión de los motores diésel y de gasolina, permite reducir el consumo de combustible y mejora el par motor.

El polarizador de combustible trata el combustible utilizado, se instala antes de la entrada al motor y mejora su combustión con el oxígeno. Además el polarizador de combustible no necesita ningún tipo de mantenimiento, tiene gran durabilidad, reduce las emisiones de los gases de escape por la mejora de la combustión, alarga la vida de los lubricantes porque las combustiones son más completas, reduce las averías del motor y sus costes de mantenimiento y todo ello conlleva unos ahorros de combustible de entre un 6 y un 12 % dependiendo de los tipos de motores y de la actividad del buque. (Universidad de Cataluña et al., 2010)

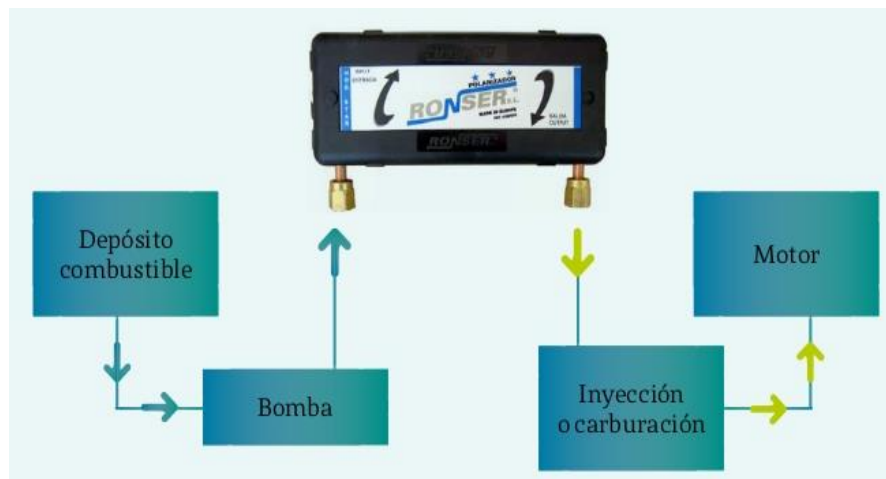


Figura 31. Esquema instalación polarizador de combustible (Ingeniería Sostenible Ison 21, 2017)

El funcionamiento del polarizador tiene su base en la linealización de las moléculas de combustible antes de la ignición en el motor. Están formados por dos cartuchos unidos entre sí por un puente en sus extremos. Dentro de cada cartucho hay un sistema pulsante magnético de dos imanes cilíndricos en los cuales hay cuatro bolas de acero polarizadas en sus extremos.

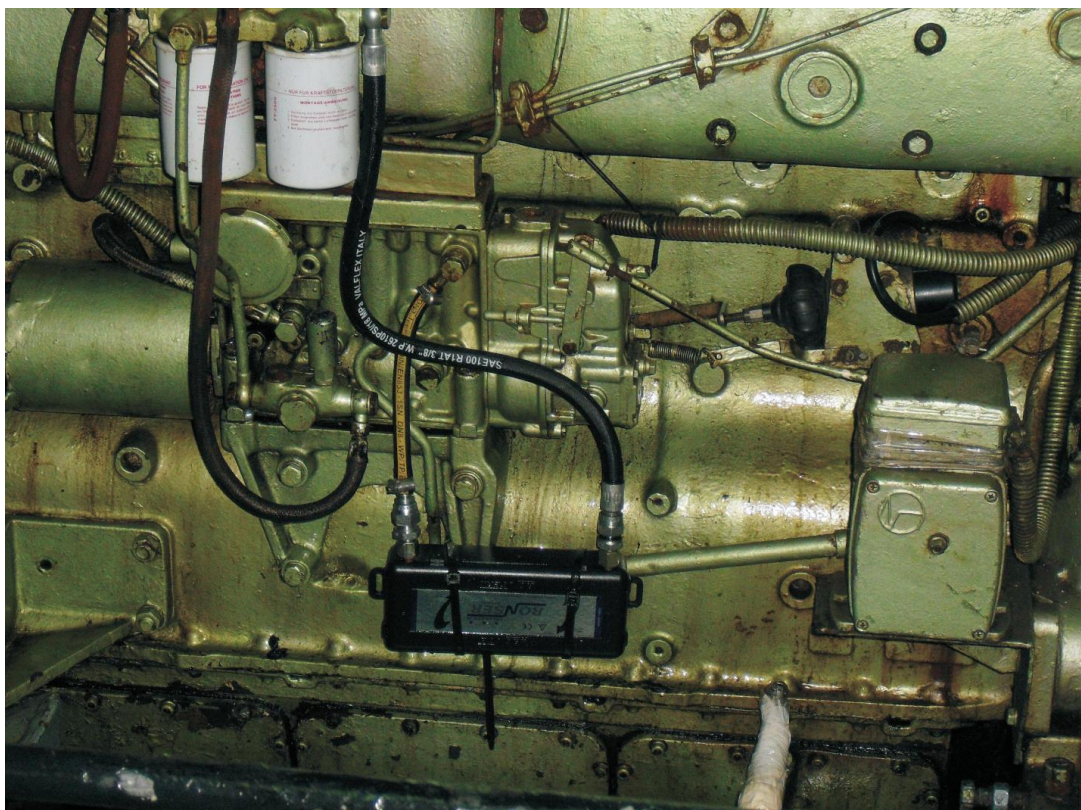


Figura 32. Polarizador de combustible instalado en un buque (Batan renovables, 2017)

8.5.2 Instalación de un tanque de servicio diario.

El tanque de servicio diario no es una medida directa de ahorro energético y de combustible. Este objetivo se logra porque gracias a su uso en una instalación se logra que todo el resto de los servicios que inciden en la eficiencia del motor funcionen más eficientemente.

El tanque de servicio está ubicado tras las depuradoras, es decir, el combustible llega al tanque limpio y filtrado, ya listo para la entrada en los inyectores motor por medio de la bomba de alta presión. Este tanque almacena combustible abasteciendo al motor hasta 24 horas, está fabricado de acero inoxidable y forma parte del proceso de combustible dentro del buque.

El tamaño del tanque de servicio diario se diseña en función del tipo, tamaño y potencia del motor. Es decir, que es fácil calcular la capacidad de combustible que puede almacenar para su uso en el motor del buque.



Figura 33. Tanque de servicio diario (Universidad Politécnica de Cataluña et al., 2010)

8.5.3 Instalación de flaps en el barco.

Los flaps son unos apéndices que se ubican en la popa del barco, y cuya finalidad es la de reducir el trimado y la escora del buque.

Este dispositivo permite reducir la resistencia al avance del barco cuando se navega a altas velocidades. Al utilizar los flaps la superficie mojada de la popa aumenta, lo que provoca que pueda haber problemas con respecto a la resistencia al avance aunque generalmente en casi todos los barcos su uso es más beneficioso porque permite grandes ahorros de combustible.

La instalación de flaps es muy expandida para embarcaciones menores que naveguen a gran velocidad, aunque actualmente se están utilizando con grandes resultados de ahorros energéticos en barcos que naveguen mayores distancias. Esto se logra cuando el barco navegue con velocidades con un número de Froude entre 0,3 y 0,9. (Universidad de Cataluña et al., 2010)

Los flaps pueden desplegarse por un accionamiento hidráulico o mediante un accionamiento eléctrico. Los flaps pueden instalarse en el espejo de popa como una placa plana en el fondo del casco con un pequeño ángulo de inclinación. También pueden colocarse en posición vertical en la popa, son flaps tipo cortina.

8.5.4 Instalación de una reductora de reducción doble.

La instalación de una reductora de doble reducción en un buque pesquero permite tener condiciones diferentes de velocidad en la hélice para diferentes operaciones. Es decir, la reductora puede realizar una reducción de la velocidad para una condición de navegación al caladero optimizando al máximo la actividad y permitiendo ajustar el consumo de combustible del barco. A su vez, cuando el barco llegué al caladero e inicié la actividad pesquera, cambiando los requerimientos de consumo de combustible y demanda de potencia del motor por la velocidad necesaria para la actividad, la misma reductora da la posibilidad de tener otra condición de reducción de la velocidad. En cualquiera de las actividades para las que se diseña el buque, tenemos la posibilidad de ajustar las revoluciones del motor para poder reducir los consumos de combustible. Este ahorro puede llegar a ser de entre un 5 y un 12 %, por lo que la inversión de una reductora de reducción doble se presenta como beneficiosa para reducir los costes del buque. (Universidad de Cataluña et al., 2010)

8.5.5 Instalación de motores de menos cilindrada y potencia.

El sector pesquero actualmente debido a las exigencias de llagar rápido y más veces a los caladeros, instalan motores de grandes cilindradas y potencia. Estos motores están sobredimensionados y lo único que provocan es aumentar los consumos y los costes de combustible en el barco. Esta práctica generalizada, la de darle más importancia a la velocidad del buque sin estudiar la eficiencia energética que necesita el buque pesquero en concreto, provoca un aumento también de los costes de las capturas de pescado. Por todo ello, es muy importante instalar en el buque pesquero un

motor que busque la eficiencia energética, con una potencia adecuada para cubrir las necesidades de navegación que se necesitan, ya que esto conllevará un ahorro de combustible mayor que compensará los costes de activada pesquera del buque. Además un motor de menor potencia en el buque también traerá otros beneficios como menor mantenimiento, menos emisiones contaminantes de gases de escape, un buque con menor desplazamiento, etc.

8.5.6 Instalación de un alternador de cola.

Existen embarcaciones en las cuales hace falta el uso de diferentes velocidades en función de la operación que está realizando el buque, como en los arrastreros que la velocidad es diferente mientras se navega hacia el caladero que cuando se está pescando. En dichos buques es frecuente utilizar alternadores de cola para la generación de energía eléctrica. Estos alternadores van acoplados al motor principal moviéndose conjuntamente y provocando un aumento del consumo del motor.

Este aumento del consumo del motor principal es menor que el consumo que conlleva tener otro motor auxiliar en barcos que trabajen a revoluciones constantes con hélices de paso variable. En los barcos donde el motor trabaje a revoluciones variables, dicho ahorro de consumo será menor que si funciona a revoluciones constantes.

La instalación de alternador de cola acoplado al motor principal le ´da mucha versatilidad al buque, y esa es una de las características que se busca en la actividad pesquera, sobre todo en el caso particular de los arrastreros.

8.6 MEJORAS EN EL PROYECTO DE UN BUQUE PESQUERO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Cuando se proyecta el buque el principal condicionante a tener en cuenta es el arte de pesca con el que se va a realizar la actividad pesquera. A partir de ahí evoluciona el diseño del buque, se van definiendo donde van a estar colocar las bodegas según el tipo de pesca de la explotación, situación del puente de gobierno, situación en cubierta de los diferentes equipamientos, definir las maquinillas necesarias, la maniobra, etc. Pero el sistema de pesca es el punto de partida con el que hay que trabajar para conseguir que el motor del barco trabaje con un rendimiento óptimo, y en función de esto definir las formas del casco, elección del motor a utilizar, diseñar la cámara de máquinas, diseño de la hélice apropiada, elección de un timón eficiente, etc. Es decir, el

diseño del buque pesquero se define en función del arte a utilizar para que la eficiencia energética sea la adecuada. Una parte esencial del diseño es la elección de la manga, el puntal y la eslora del barco en función del tipo de pesca a utilizar. De estos tres parámetros depende la maniobrabilidad y la velocidad del buque para mejorar el consumo del mismo. La elección de estas tres dimensiones principales en el proyecto inicial del buque, normalmente siempre se ven modificadas en etapas posteriores de la evolución del proyecto en función de los ensayos del canal de pruebas.

8.6.1. Diseño de las formas del casco.

La elección y el diseño de las formas será una variable muy importante que afecte al consumo de combustible cuando el barco pesquero navegue. Las formas del buque deben diseñarse de tal manera que se consiga el mejor comportamiento hidrodinámico posible para las condiciones en las que va a desarrollar la actividad pesquera. Por ejemplo, en el caso de los buques arrastreros y los palangreros son buques que destacan las características hidrodinámicas. Por ello, la relación entre la eslora y la manga tiene que ser la adecuada para navegar hacia el caladero en el menor tiempo posible y con el motor operando con un rendimiento óptimo. En los buques palangreros es conveniente que tengan una manga mayor para lograr este objetivo. En el caso de los buques cerqueros destaca más la búsqueda de estabilidad, por lo que se proyecta el barco en función de la relación entre la manga y el puntal para conseguir el mismo objetivo de eficiencia. Estos barcos desde el punto de vista hidrodinámico tienen una gran manga en relación a la eslora, y poco puntal.

Otra parte importante en el diseño de las formas del casco, es la elección de las formas en la proa y la popa. En el caso de la proa, si no se diseña adecuadamente, la ola puede ser demasiado grande y provocar que el buque tenga peor resistencia al avance, y por lo tanto aumente el consumo de combustible y las emisiones de gases de escape. La popa debe estar diseñada de tal manera que la embarcación no arrastre demasiada agua y opere con un buen rendimiento del tren propulsivo, ya que problemas en estos efectos provocan aumento del consumo de combustible y de las emisiones de gases también.

Todas estas variables se pueden conocer a través de los ensayos en el canal de experiencias y en el CFD's (Computational Fluid Dynamics).

8.6.2. Optimización del bulbo de proa.

El bulbo de proa es una protuberancia añadida en la proa del barco, justo por debajo de la roda y de la línea de flotación. La instalación de un bulbo de proa en un buque pesquero mejora su hidrodinámica y reduce su resistencia al avance, lo cual conlleva un ahorro claro de consumo de combustible y reducción de la potencia del motor.

La resistencia total al avance del buque está formada por la resistencia a la fricción del agua con el casco y la resistencia por formación de olas. La colocación del bulbo del buque pesquero modifica la dirección del flujo de agua que ataca a la proa del barco y consigue modificar la ola en la misma proa. Esta ola que se forma se superpone con las olas que inciden en la proa, y se consigue una disminución de su amplitud. Este fenómeno provoca la reducción de la superficie mojada del buque y que se reduzca la resistencia por formación de olas, mejorando el rendimiento del motor y reduciendo el consumo de combustible. La resistencia por fricción, cuando el barco tiene bulbo, aumenta pero este incremento se puede compensar con el diseño de las formas del casco, velocidad del buque, etc.

La instalación de un bulbo en la proa del buque pesquero está ampliamente demostrada que disminuye el consumo de combustible y la potencia del motor entre un 15 y un 20 %. (Universidad de Cataluña et al., 2010). Para buque que navega con bajas velocidades no es conveniente el uso de los bulbos de proa, principalmente porque su alto coste constructivo no compensa el menor ahorro de consumo con respecto a un buque navegando a mayores velocidades. Diversos estudios, como el de Amadeo García Gómez del canal de experiencias Hidrodinámicas El Pardo, establecen que los buques pesqueros con bulbo en la proa navegando hacia caladero con un número de Froude de entre 0,25 y 0,40 consiguen las mejorías establecidas, y por ello se considera adecuado el diseño de la forma. En ensayo de Amadeo García Gómez del Canal de experiencias hidrodinámicas El Pardo, ya reseñado anteriormente, se establecen límites en los cuales es conveniente diseñar el buque pesquero con bulbo de proa para que opere eficientemente. Estos parámetros definidos son:

$$25 \leq L_{pp} \leq 60$$

$$0.25 \leq F_n \leq 0.40$$

$$0.095 \leq C_b \times B/L_{pp} \leq 0.165$$

Donde L_{pp} es la eslora entre perpendiculares en metros, F_n es el número de Froude para la velocidad del buque, C_b es el coeficiente de bloque y B es la manga del buque en metros. (Amadeo García Gómez, 1991)

En el caso de los arrastreros, el bulbo mejora mucho los consumos durante la navegación libre aunque durante el arrastre no logra mejorar el consumo, ya que a las velocidades bajas el bulbo no logra reducir la resistencia total al avance. La instalación de un bulbo en la proa no modifica ni afecta a la popa ni su estela.

Cuando se considera la instalación de un bulbo en un buque pesquero, se debe estudiar minuciosamente el tipo de embarcación. Esto es debido el diseño del bulbo será personalizado en función del tipo de buque y su actividad, es difícil encontrar un bulbo de proa igual en diferentes embarcaciones. Antes de la instalación se hace necesario el ensayo en el canal de experiencias hidrodinámicas del comportamiento del buque pesquero con el bulbo de proa diseñado. El estudio de la resistencia total de avance del buque se calcula mediante el ensayo de un modelo de un buque semejante al diseño remolcado a la velocidad establecida por el número de Froude. Otra manera de establecer la resistencia total al avance es mediante análisis por dinámicas computacionales de fluidos.



Figura 34. Arrastrero Monte Meixueiro con bulbo de proa (Javier Alonso Castro, 2009)



Figura 35. Arrastrero Egunabar navegando con bulbo de proa (Asesoría en Ingeniería Insenaval, 2017)

8.6.3 Diseño de la hélice.

La hélice propulsa el buque en el agua transformando la fuerza del motor en empuje. También las dos caras de la hélice generan sustentación por la diferencia de presión que hay entre ellas.

La hélice está ubicada en la popa del barco, entre el codaste y el timón. En el diseño de la hélice en este espacio, es importante definir los márgenes de separación entre codaste, hélice y timón para optimizar y conseguir el mejor funcionamiento posible y que el flujo que le llegue sea lo más uniforme posible. Si existen problemas con el flujo la hélice puede presentar problemas de cavitación, de ruidos y de vibraciones.

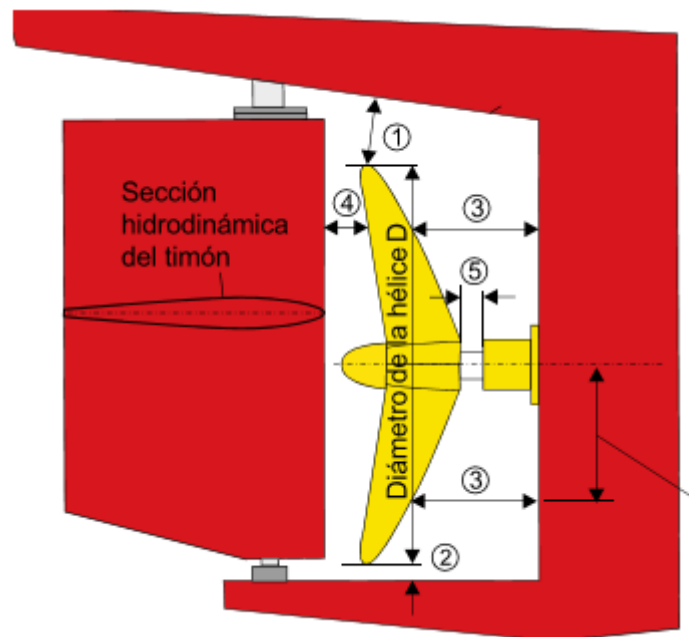


Figura 36. Distancias mínimas de la hélice en el espacio entre timón y codaste (FAO, 2015)

Donde D es el diámetro de la hélice, y el valor de estos espacios en el diseño deben ser:

- 1) $0.17 \times D$
- 2) $0.05 \times D$
- 3) $0.27 \times D$

4) $0.1xD$

5) Longitud máxima del eje: $4xD$

También el calado de la hélice es muy importante, ya que si tiene más columna de agua sobre ella habrá menor riesgo de cavitación y menos posibilidades de que emerja cuando existan malas condiciones de mar en navegación.

En la fase de diseño de la hélice, en el momento de la elección del número de palas que tiene que tener la hélice, es importante tener en cuenta el tipo de propulsor utilizado. Normalmente el número de palas será múltiplo del número de cilindros del motor, ya que se logra reducir las vibraciones que se soportan. Una hélice de cuatro palas se suele usar para reducir las vibraciones en el casco, menor número de palas en la hélice provoca problemas de cavitación aunque su rendimiento sea mejor.

Otro parámetro importante es la relación entre la superficie de las palas y la superficie que forma el círculo que rodea el diámetro máximo de las palas. Esta relación establece unos valores definidos, que en el caso de los pesqueros es conveniente que sea entre 0.30 y 0.50, excepto en los arrastreros que debe ser superior a 0.50 para evitar la cavitación.

Otro factor a tener en cuenta en la fase de diseño es el perfil del codaste. Para que el flujo del agua alrededor de la hélice sea uniforme y no empeore su rendimiento, es necesario que el perfil del codaste este perfilado por encima y por debajo de la línea del eje de la hélice, y que tenga el ángulo adecuado con respecto a la sección horizontal.

También el paso de avance de la hélice se determina en el diseño, lo idóneo es aumentar el paso para mejorar el empuje, pero si se excede el incremento del paso puede aparecer el problema de la cavitación y sobrecargar el motor.

Otros factores muy importantes a tener en cuenta en la elección de la hélice son el diámetro y la velocidad de giro. Los dos están directamente relacionados a la hora de diseñar la zona del codaste donde se ubica la hélice. Hay que buscar una condición de equilibrio en la cual la hélice gire a la velocidad de giro adecuada y que esta hélice tenga el tamaño correcto para poder funcionar con un gran rendimiento.

El diseño de la hélice influye directamente en el rendimiento del sistema propulsor del buque. Si instalamos una hélice poco eficiente y que no consigue el rendimiento adecuado, entonces aumentan los consumos de combustible y las emisiones de gases de escape contaminantes.

En el caso concreto de los buques pesqueros, cuando se navega hacia el caladero se busca una gran velocidad y unos requerimientos de potencia totalmente diferentes a los que se necesitan cuando se está efectuando la actividad pesquera en el caladero, que se necesitan pequeñas velocidades y mucha potencia, sobre todo en los buques arrastreros. Por ello después del diseño de una hélice convencional fija, no podremos conseguir aprovechar toda la potencia, ya que solo en una de las dos condiciones de navegabilidad del buque pesquero la hélice tendrá la máxima eficiencia en su diseño. En la mayoría de los pesqueros el propulsor y la hélice tienen que funcionar en dos condiciones diferentes, lo cual nos hace falta buscar un diseño de la hélice que pueda sacar provecho a todas las condiciones.

Una solución para los buques pesqueros es la instalación de hélices de paso controlable, en las cuales se puede adaptar el paso de la hélice a las condiciones diferentes de la actividad pesquera del propio buque. Por ejemplo, en el caso de los arrastreros modificar el paso de la hélice que se utilizan condiciones de navegación libre con respecto al arrastre. Es un sistema muy costoso y que requiere gran mantenimiento por riesgos de múltiples averías, pero se compensa con los grandes resultados con respecto a otros sistemas en cuestión de ahorro de consumos de combustible. La adaptación del paso se puede realizar por accionamientos hidráulicos o por accionamientos mecánicos.

En las hélices de paso controlable se puede añadir una tobera aceleradora rodeando a la hélice que ofrezca sustentación y mejora del rendimiento. Puede presentar problemas en barcos pesqueros cuando navegan libremente ya que puede aumentar la resistencia por fricción del buque. Este problema se puede compensar porque el aumento del rendimiento de la hélice es superior. La tobera provoca que un aumento del empuje de todo el conjunto hélice y tobera, debido a la diferencia de presiones de agua que se genera en las paredes de la tobera, el aumento de velocidades en la hélice y la mejora del flujo en la hélice también. Esta diferencia de presiones genera un empuje axial hacia la proa que es superior al empuje de la hélice. Aunque la adición de una tobera se limitan en el caso de arrastreros que navegan a velocidades por debajo de 14 nudos porque no son eficientes.



Figura 37. Hélice de paso controlable con tobera (Atmosferis.com, 2013)

Este sistema permite adaptar el paso de la hélice para que las revoluciones por minuto que el propulsor requiera se puedan mantener constantes en las distintas operaciones del buque. El motor funciona siempre con un rendimiento óptimo y el consumo de combustible se ve beneficiado por el control del paso.

Después del diseño e instalación de la hélice en el buque pesquero se hace necesario controlar que la misma mantenga la optimización necesaria para mantener el rendimiento del propulsor en los valores deseados. Para ello hay que vigilar que no aparezcan problemas de cavitación, controlar periódicamente los equilibrados estáticos y dinámicos, realizar alineaciones de ejes habitualmente, realizar tratamientos de anti corrosión, vigilar las vibraciones de la zona, etc. Alguna modificación por todos estos problemas provocara variaciones en el consumo de combustible y en la eficiencia del conjunto.

8.6.4 Optimización del timón.

El diseño de un timón eficiente es una cuestión que afecta directamente al ahorro de combustible y la eficiencia energética. Esto es debido a que el timón puede maniobrar el buque reduciendo la resistencia al avance.

El timón tiene una acción sustentadora por medio de la superficie de su perfil hidrodinámico pivotando en un eje vertical. El timón está ubicado en la zona de popa del flujo, y dirige el flujo de agua que sale de la hélice hacia la pala del timón. Cuando este flujo de agua es dirigido, el timón genera una fuerza transversal y un momento de giro con respecto al centro de gravedad del buque para poder maniobrar.

El timón se diseña personalmente para cada buque en función de su actividad y de todo el proyecto del buque, con el objetivo de conseguir un rendimiento óptimo. La elección correcta de un timón para el buque pesquera condiciona que sus operaciones de maniobrabilidad sean las mejores, y todo esto conlleva que el buque sea más eficiente y tenga mejores consumos. Para ello el timón, en su diseño, busca objetivos de esbeltez y superficie sustentadora adecuada que nos permita obtener una reducción de la resistencia al avance. Para que el momento de giro con respecto al centro de gravedad del buque sea lo mayor posible es importante que el timón esté ubicado en las zonas de los extremos del mismo, y en las zonas donde el flujo de agua tenga las mayores velocidades locales. Esto nos permite obtener una fuerza alta del timón. Esta fuerza tiene que ser igual en los dos lados de la pala, tanto a estribor como a babor, es decir simétrica con respecto a su eje longitudinal.

En el caso concreto de los buques pesqueros, se necesita una buena maniobrabilidad ya que dichos buques tienen que ser ágiles de movimientos en su gobierno. Los buques pesqueros, debido a su actividad, necesitan cambiar de rumbos y de trayectorias, paradas, arranques, eficiencia a la hora de poder extraer la pesca del mar, poder largar o izar redes adecuadamente y en lugar correcto, navegar arrastrando redes, virajes, en el caso del cerco poder cerrarlo largando las redes rápidamente, etc. Además estos barcos tienen que navegar y efectuar estas operaciones con condiciones climatológicas adversas (de viento, oleaje, condiciones del mar inadecuadas, etc.), las cuales dificultan mucho más la actividad pesquera y por las cuales el gobierno del barco está más exigido. Todas estas operaciones de maniobrabilidad se ven influidas por el diseño de un timón eficiente, por ello es muy importante de optimizar y ajustar dicho diseño lo más posible.

Los requerimientos que tiene la maniobrabilidad del buque pesquero son los siguientes:

- La estabilidad de la ruta, es decir, la capacidad de mantener el rumbo sin grandes variaciones en el timón y con el menor error posible. Podemos conocer las condiciones de maniobrabilidad del buque mediante el ciclo de histéresis de la curva de velocidad de giro y ángulos del timón que se puede obtener en una maniobra de espiral realizada con el buque o con un modelo geoméricamente igual. La

estabilidad se mide por la anchura del grado de ciclo de histéresis, es decir, en caso de que no haya histéresis, la ruta del buque es estable. Y por lo tanto, en caso contrario, cuando aparece la histéresis también aparece inestabilidad y su grado se puede medir mediante la anchura de la curva.

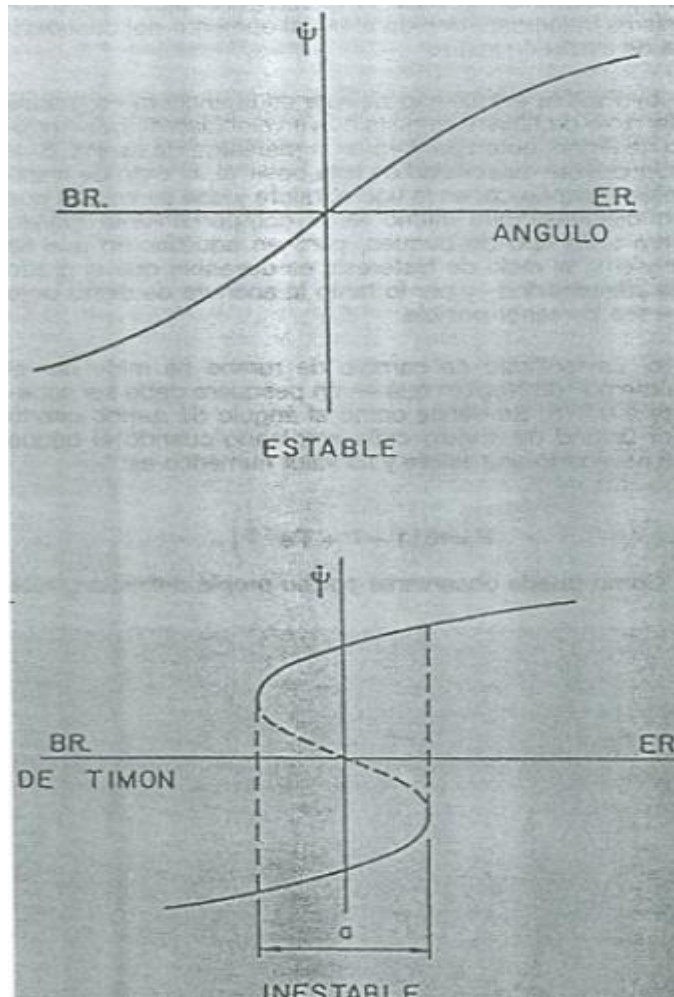


Figura 38. Curva histéresis de buque en maniobra de espiral (José Alaéz, 1995)

- La facilidad de evolución, que es la capacidad del buque de realizar grandes cambios de rumbo en espacio reducido. Estos cambios de rumbo pueden ser de hasta 180°, y se consideran buenos cambios de rumbo los que den un diámetro de giro de 4,25 la eslora del buque y unos 35° de timón cuando el buque de pesca navegue libre y a plena carga. El valor del ángulo del diámetro de giro se mide con la eslora (D/L). la fórmula para calcularlo es:

$$D/L = \frac{0,048}{\sin 2\delta} \cdot \frac{L}{B} \cdot \frac{1}{C_b^2} \cdot \frac{M \cdot V^2}{\frac{\partial F_N}{\partial \delta} \cdot L} \cdot \left(1 + \frac{T_{pp} - T_{pr}}{L}\right)$$

Donde L es la eslora, B es la manga, T_{pp} y T_{pr} son el calado a popa y a proa, C_b es el coeficiente de bloque, V es la velocidad y M es la masa del buque. (José A. Aláez, 1995)



Figura 39. Círculo de evolución para determinar el diámetro de giro del buque (José Aláez, 1995)

- Facilidad de cambio de rumbo, es la posibilidad de realizar un cambio de rumbo en el menos espacio y tiempo posible.

8.6.5 Optimización del asiento.

Cuando se proyecta el buque, se diseña para que la distribución de pesos a bordo, el trimado y el desplazamiento del barco cuando navega sean los correctos para conseguir un buen rendimiento del conjunto propulsor. Realmente estas características son variables, y pueden efectuarse modificaciones, tanto en la construcción como cuando el barco está en servicio, en el trimado que provoque que los pesos se distribuyan de manera diferente y consecuencia de ello se tenga una peor resistencia al avance.

Los asientos y el trimado se pueden corregir mediante lastre aunque aumentaría el desplazamiento del buque. Entonces la mejor manera de mejorar el trimado es mediante una distribución de pesos ya existentes, de tal manera que se puede mejorar el asiento dinámico del buque moviendo pesos hasta que el trimado sea el adecuado. Esta opción es mejor que añadir lastre porque no se aumenta el desplazamiento del buque.

Existen otros métodos para mejorar el asiento, que pueden ser modificaciones en el codaste para aumentar la eslora del buque y poder disminuir los calados en la popa. También puede ser una opción adosar cuñas fijas en la popa, montar flaps o interceptores regulables.

Cualquier modificación en el buque para conseguir trimados adecuados que no provoquen aumento de la resistencia al avance, nos faciliten un buen rendimiento del motor y un ahorro de combustible, se pueden comprobar mediante la realización de ensayos en canal y con CFD's (Computational Fluid Dynamics).

Si se adopta la medida de añadir pesos, se deberían realizar posteriormente pruebas de mar para estudiar las condiciones en las cuales el barco consigue un rendimiento óptimo y eficiente. Para ello es necesario estudiar los resultados mediante un caudalímetro y un sensor de pitch, para observar el cabeceo del buque.

Antes de realizar cualquier modificación que afecte al asiento de un barco para mejorar el consumo de combustible, es importante realizar un estudio, ya que los costes de dichas modificaciones pueden ser muy costosos para no conseguir grandes resultados de ahorro, lo cual puede no ser rentable para el armador.

8.7 AUDITORIAS ENERGÉTICAS

En el sector pesquero español los gastos derivados del consumo de combustible pueden llegar a ser hasta el 50 % del total. Por ello la gestión del consumo de combustible en un buque pesquero es esencial, para que la actividad se pueda amortizar, sobre todo teniendo en cuenta las limitaciones de cuotas, las variaciones de precios de venta de las capturas y la competencia del mercado.

Otro factor importante a tener en cuenta para los buques pesqueros es las diferencias entre los consumos en función de la operación que está realizando el buque, sea cual sea el arte de pesca utilizado. Es decir que los consumo

no son los mismo en caso de que el buque navegue hacia o desde el caladero, en el caso de que el buque esté largando o izando el aparejo, que este largando la malla mientras vira para cerrar el cerco, o en su estancia en el puerto, etc. Se hace obligatorio el estudio detallado de los consumos de combustible en cada caso concreto de cada buque y en el momento de operación que el buque está llevando a cabo.

Una herramienta muy para conocer detalladamente el consumo de combustible y el gasto energético detallado de cada componente del barco es una auditoría energética del buque. A partir de ello, el armador puede conocer los puntos críticos en los cuales el buque nos está siendo eficiente energéticamente, y en los que puede actuar directamente para mejorar los consumos de combustible, los costos del barco y que el buque sea menos contaminante.

Una auditoría energética es un proceso que sirve para obtener una radiografía detallada de los flujos de energía de un buque pesquero, y plantear medidas que ayuden a conseguir un ahorro energético, económico y ambiental. (Gorka Gabiña et al., 2015)

Las auditorías energéticas están reguladas en España mediante la norma UNE 216501. (Gorka Gabiña et al., 2015)

Cuando se audita energéticamente un buque pesquero, los puntos más interesantes sobre los que tenemos que centrar el estudio son los motores principales, los consumidores auxiliares que generan energía eléctrica y sirven para actuar sobre los mecanismos hidráulicos, y cualquiera de los consumidores de energía en cualquiera de las actividades del buque. Los principales consumidores de energía que puede tener un buque de pesca a bordo son: (IDAE, 2009)

- Maquinillas y tambores de pesca, que pueden llegar a consumir entre el 50 y el 60% de la potencia total.
- Equipos de climatización, que pueden llegar a consumir entre el 12 y el 20 % de la potencia total.
- Equipos de iluminación, que pueden consumir entre un 5 y 17 % de la potencia total.
- Cámaras frigoríficas y de congelación, que pueden consumir entre un 7 y 16 % del total.
- Los compresores de las bodegas, pueden llegar hasta el 5 % del total.

- Equipos conectados a la red, pueden consumir hasta 4 % de la potencia total.
- Maquinillas eléctricas, que pueden llegar a consumir hasta el 4 % de la potencia total.
- Sistemas hidráulicos, llegan hasta el 3 % de la potencia total.
- La cocina, que puede consumir hasta un 3 % de la potencia total.

El motor principal es el consumidor principal de combustible en un buque de pesca, puede llegar a consumir hasta un 80 % del total de combustible consumido, variando este consumo en función de la actividad a desarrollar por el buque (navegación libre, estancia en puerto o pescando).

En la parte inicial de la auditoria, es importante un reconocimiento inicial del buque para conocer toda la maquinaria y equipos con los que trabaja. Además, este reconocimiento tiene que estar complementado con una reunión con el armador, el patrón y el maquinista, en la cual suministren información acerca de los patrones de consumo del buque, operaciones de pesca realizadas habitualmente y de datos relativos a los artes de pesca tales como redes, aparejos, etc.

A partir de aquí, se comienza la instalación de diferentes equipos de medida que den informaciones útiles para posterior análisis de datos. Tales equipos pueden ser:

- GPS para medir el posicionamiento y velocidad del buque.
- Torsiómetro para medir las RPM del motor.
- Caudalímetros para medir el consumo de combustible.
- Analizador de red trifásico para medir el consumo energético de los motores auxiliares.
- Inclímetro para medir el asiento dinámico del buque.

El objetivo de la auditoria es la recogida de datos de estos equipos de medición, para poder analizarlos. A partir de aquí se establecen unas curvas de consumo del motor principal y de los motores auxiliares, datos acerca de emisiones de gases de escape y patrones de actividad energética de los principales consumidores energéticos en el buque.

Las medidas se deben de tomar realizando diferentes tipos de pruebas en distintas condiciones del buque. Es decir se realizan pruebas de navegación

libre hacia y desde el caladero a diferentes regímenes de velocidad y con la medida de la potencia del motor se puede establecer la curva de potencia-velocidad, pruebas de tiro, de consumos en la operación de pesca o de consumos en la estancia en el puerto.

Finalmente con el apoyo de estos datos obtenidos y el conocimiento de los principales puntos de consumo en el barco, es posible establecer las medidas potenciales de ahorro de combustible y energía. Además se pueden establecer medidas operacionales para poder navegar y realizar la actividad pesquera de la manera más eficiente y menos contaminante posible. Todo ello conlleva menores costes en el buque y por supuesto mayor rentabilidad económica para el armador.

La eficiencia energética se mide mediante un índice que es la relación entre los litros de combustible consumidos y las toneladas o kilos de pescado capturado.

En los últimos años, diversas instituciones públicas y empresas privadas han desarrollado auditorías energéticas y sistemas informáticos para desarrollarlas, que están al alcance del sector pesquero para mayor conocimiento de los consumos de los buques pesqueros. Como ejemplo pueden nombrarse el estudio desarrollado por la Confederación española de pesca (CEPESCA), “Auditorías energéticas de arrastreros del mediterráneo” presentada en el Congreso nacional de medio ambiente de 2012; la herramienta para la gestión del consumo de energía a bordo mediante auditorías energéticas de Azti Tecnalia que se efectuó en el año 2015.



Figura 40. Medidas de ahorro energético en un buque pesquero de nueva construcción (Elaboración propia).

9. ALTERNATIVAS Y EXPERIENCIAS INNOVADORAS.

El incremento de los costes energéticos, del combustible y una mayor concienciación medio ambiental de la sociedad provocan que el sector pesquero español esté considerando diferentes alternativas a los combustibles derivados del petróleo.

Algunas de estas experiencias innovadoras no están instauradas y no han sido probadas en los barcos que faenan en el sector pesquero español, e incluso ni en el sector marítimo. Aun así, el sector pesquero está en continua evolución y desarrollo, por lo que es posible que en el futuro sean una solución o un complemento aplicable como método de ahorro energético.

En este apartado se describen las diferentes opciones de desarrollo más innovador para desarrollar un buque más sostenible.

9.1 COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS.

La opción de alternativas al gasoil, que es el combustible más extendido en el sector pesquero español, está en continuo desarrollo de estudio. Existen varios proyectos que intentan la búsqueda de un combustible diferente al gasoil que aporte rendimientos efectivos con menores consumos y costes. Aunque poco de estos estudios logran características tan favorables como el gasoil para la actividad pesquera, por lo que urge un apoyo institucional y normativo para el favorecimiento de alternativas reales.

Los combustibles alternativos que se pueden considerar son:

- **Fuel oil:** es un combustible mucho más barato que el gasoil, por lo que el objetivo de reducir costes esta logrado. Como principal inconveniente es que es mucho más sucio que el gasoil, y por lo tanto más contaminante. El uso del fuel requiere calentamiento de los tanques de combustibles, además de tuberías aisladas y sistemas de depuradoras específicas. Es aplicable solo para grandes pesqueros.
- **Gas natural licuado (GNL):** Es un combustible menos denso que el aire, normalmente suele utilizarse metano. En un tipo de combustible que puede utilizarse en un buque de pesca, el principal problema es que los motores de gas ofrecen un menor rendimiento que los motores diésel. En el caso de buques de pesca que utilicen este combustible,

necesitarían espacio para ubicar los tanques donde se almacena el gas. Una solución a esto sería ubicarlos en las bodegas de los barcos de pesca que suelen ser espacios de grandes dimensiones. El principal beneficio que favorece su uso es el precio mucho más bajo que gasóleo, puede llegar incluso al 50 %. La aplicación más directa resulta para buques de pesca que vuelven todos los días a puerto, ya que los motores de gas cubren las necesidades de autonomía para la actividad. Hay un estudio desarrollado, el proyecto Peixe Verde desarrollado por empresarios, armadores y accionistas del Puerto de Celeiro, en el cual se buscan soluciones al problema de la subida de precios del petróleo para el sector. En este proyecto se ofrece la posibilidad del gas natural licuado como posibilidad de combustible alternativo. Se ofrecen unas condiciones de almacenaje en tanques criogénicos a -160°C y 15 atm, y se demuestra mejoras en los consumos, reducciones de mantenimiento y emisiones menos contaminantes.

- Gas licuado del petróleo (GLP): Se mezclan en estado líquido los gases propano y butano a una presión de 15 atm. En este caso, el GLP es más denso que el aire y por ello es un combustible más peligroso y por ello es necesario más control y seguridad. Además requiere condiciones de almacenaje especiales, así como condiciones de trasiego a alta presión. Es un combustible que reduce costes, mejora el consumo y es más sostenible, pero solo se ha instaurado en barcos de bajura en sustitución de la gasolina como combustible. Existe un proyecto del centro Tecnológico de Pesca (CETPEC), el cual desarrollo es uso de dicho combustible en 25 barcos de pesca artesanales demostrando un ahorro de combustible de hasta el 34%.
- Biodiesel: El uso de este combustible en barcos pesqueros no parece que se vaya desarrollar en ellos debido a su escasa rentabilidad comparándolo con el gasóleo o gasolina. Aunque en los últimos se ha extendido su uso por resultar menos contaminantes, no se ha instaurado en los motores marinos. Además el biodiesel no da un rendimiento del motor tan alto como el gasóleo, por el contrario, su almacenamiento no sería problemático y valdrían los mismos motores que lleva instalado el barco.
- Células de combustible: Generan energía eléctrica por combinación de oxígeno con hidrógeno dando lugar a la pila de combustible. Su uso principal a bordo de un buque es para generación eléctrica, para propulsión con requerimientos de potencias pequeñas y en buques con propulsión eléctrica. La célula de combustible transforma energía química en energía eléctrica. Dependiendo del electrólito utilizado las células de combustible pueden ser pila de combustible alcalina (AFC),

de membrana intercambiadora de protones (PEMFC), de metanol (DMFC), de ácido fosfórico (PAFC), de carbonato fundido (MCFC) y de óxido sólido (SOFC). También pueden variar en función de la temperatura a la que trabaja la pila y pueden ser pilas de combustible a baja temperatura (AFC, PEMFC y DMFC), de temperatura intermedia (PAFC) y de alta temperatura (MCFC y SOFC). Las más utilizadas en el ámbito marítimo, ya que todavía están en fase de desarrollo, son las PEMFC, sobre todo en ferries, yates, embarcaciones de recreo o submarinos. Este combustible tiene unas 40.000 horas de uso sin casi mantenimiento.

9.2 ENERGÍAS RENOVABLES.

La utilización de energías renovables como fuente de energía en un buque pesquero está todavía en investigación. A la hora de implantar cualquier alternativa de energía renovable tiene que ofrecer un rendimiento que sea capaz de permitir amortizar los costes de la instalación. Un problema habitual que plantean las instalaciones de energía renovable es el almacenamiento de energía, por lo que resulta importante que el buque esté diseñado para cubrir esta necesidad.

Un inconveniente que presentan las instalaciones que utilizan energías renovables es que generalmente no se puede cubrir el total de las necesidades energéticas. Por ello, la instalación con la energía renovable correspondiente debe ser un complemento de consumo a la fuente de energía principal. Esta complementación provoca ahorros de consumo, reducciones de emisiones de gases de escape y reducciones de costes también. El uso de este tipo de energías no produce residuos que tengan que ser procesados posteriormente.

Aunque no están instaurados en el sector pesquero, existen diferentes proyectos que están probando la instauración de sistemas renovables como fuentes de energía a bordo de un buque:

- Propulsión con cometas (Kites): Consiste en una cometa que se infla a presión y se eleva por encima del buque, a unos 500 metros de altura sobre la superficie marítima en busca de fuertes vientos. Se monitorizan las fuerzas que ejercen los vientos sobre la cometa a través de un sensor en la línea que une la cometa con el barco. El objetivo es reducir el trabajo de los motores principales y que este sistema se combine para reducir los consumos de combustible. El principal inconveniente para un buque de pesca es que habría que

adaptar las faenas de pesca a los vientos existentes para poder sacar provecho al sistema de cometa. Se está utilizando en buques y embarcaciones de recreo de esloras pequeñas.



Figura 41. Sistema de propulsión auxiliar mediante cometas. (Skysails Group GmbH, 2008)

- Sistema de velas rígidas: Es un sistema de propulsión auxiliar que complementa a la propulsión principal. El principal inconveniente es que cuando no hay mucho viento el rendimiento disminuye y no es viable, requiere tener que aumentar la tripulación, por lo que actualmente es inviable.
- Instalación de aerogeneradores: mediante una turbina eólica se genera energía eléctrica para entregar a los consumidores. Puede servir como complemento de suministro de energía. Pueden ser de eje vertical y horizontal, requieren sistemas de baterías para acumular la energía generada. Es de difícil aplicación en los buques pesqueros por la dificultad de encontrar espacio suficiente para ubicarlas para que den un rendimiento que sea rentable.

9.3 MOTORES HIBRIDOS DIÉSEL ELÉCTRICOS.

El objetivo del motor híbrido es la búsqueda de crear un motor mucho más sostenible, en el cual se reduzcan las emisiones de gases de escape, el ruido, las vibraciones, etc. Otra consecuencia que se logra con el uso de estos motores es una reducción del consumo eléctrico, ahorros de combustible y menor mantenimiento.

En el motor híbrido diésel eléctrico el motor principal diésel es sustituido en la línea del eje hacia la hélice por un motor generador eléctrico. Su función es la de actuar como generador hacia los principales consumidores eléctricos del buque, y la de motor propulsor.

En el ámbito de los buques pesqueros es complicada la instalación por problemas de espacio para obtener buenos rendimientos. De todas maneras, en buques pesqueros de tamaño medio se pueden obtener grandes resultados de ahorro de combustible en determinadas operaciones adaptando la instalación.

También existe un sistema de complementación de un generador diésel con una célula de hidrógeno y una batería de litio para la generación eléctrica y de propulsión del buque en sustitución del motor propulsor diésel. Para la alimentación de la energía se utilizan una célula de combustible de hidrógeno, una batería de litio que es la principal fuente de energía y que debería cubrir la demanda total, y un generador diésel. El hidrógeno se almacenaría en botellas de alta presión y llegaría a la célula mediante un circuito de presión para alimentarla. La batería de litio se conecta a la red eléctrica para su carga.

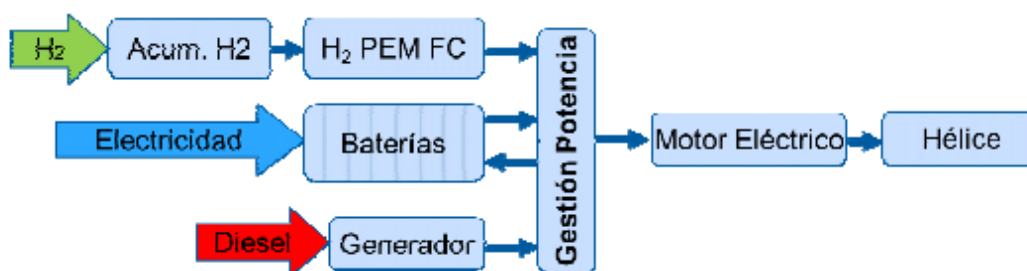


Figura 42. Esquema motor híbrido diésel eléctrico con batería de litio, célula de hidrógeno y generador diésel (Centro tecnológico de eficiencia y sostenibilidad energética Energylab, 2012)

CONCLUSIONES:

El objetivo del presente trabajo es la necesidad de concienciación de todas las personas relacionadas con el sector pesquero de mantener el medio ambiente y todos sus recursos.

Cualquier gesto o acción en las operaciones o en la vida diaria a bordo de un buque de pesca, cualesquiera que sean o por pequeña que sea la acción o gesto, tienen repercusión en la prevención de la contaminación marina.

Es muy importante, que los tripulantes de los pesqueros o los trabajadores de los puertos tengan una conciencia adecuada para que sus acciones voluntarias o involuntarias no perjudiquen los océanos o las litorales costeros. Por ello, es clave que armadores, capitanes, patrones o cualquier tipo de gestor hagan ver u ofrezcan la formación adecuada a todas estas personas de la necesidad de las buenas prácticas para preservar el medio ambiente marino.

Además, todas las medidas que se plantean en este trabajo para prevenir la contaminación tienen una incidencia demostrable y clara sobre los ahorros de costes y el mantenimiento de los recursos pesqueros. Éstos últimos muestran un significativo deterioro y una pérdida de especies notable desde décadas que resulta muy preocupante y que han requerido y requerirán medidas importantes para su mantenimiento y regeneración.

En este trabajo se describen los equipamientos que pueden ayudar a una gestión integral de residuos generados a bordo de un buque, de manera que su tratamiento, almacenaje y descarga sea lo más eficiente y que la cantidad de residuos se vea reducido. Además la instalación de estos equipos permite que el buque esté preparado para evolución de normativas.

Uno de los objetivos principal del trabajo, es la de establecer una serie de medidas de ahorro de combustible de diseño del buque, de operativas, de mantenimientos y de alternativas tecnológicas. La necesidad del sector pesquero de conseguir buques rentables motivados por las restrictivas normativas y la insostenibilidad de los caladeros, provoca que todo el sector tenga como obligatorio cumplimiento establecer una gestión de la eficiencia energética. Además de que los buques den ser diseñados acordes a la actividad que va a desarrollar el buque, sin motores sobre dimensionados ni hélices ni timones poco eficientes, etc.

Es necesario que el armador conozca como gasta energía cada uno de sus buques para poder garantizar una actividad pesquera sostenible, no contaminante y rentable.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Normativa.

- Convenio Internacional para prevenir la contaminación de los buques de 1973, modificado por el Protocolo de 1978. Marpol 73/78.
- Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- Real Decreto 438/1994, de 11 de marzo, por el que se regula las instalaciones de recepción de residuos oleosos procedentes de los buques.
- Directiva 2000/59/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre instalaciones portuarias receptoras de desechos generados por buques y residuos de carga.
- Ley 3/2001 de Pesca Marítima del Estado.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 1381/2002, de 20 de diciembre, sobre instalaciones portuarias de recepción de desechos generados por los buques y residuos de carga.
- Orden FOM/1392/2004, de 13 de mayo, relativa a la entrega y notificación de desechos generados por el buque.
- Real Decreto 394/2007, de 31 de marzo, sobre medidas aplicables a los buques en tránsito que realicen descargas contaminantes en aguas marítimas españolas.
- Real Decreto 543/2007, de 27 de abril, por el que se determina las normas de seguridad y prevención de la contaminación a cumplir los buques pesqueros menores de 24 metros de eslora.
- Ley 41/2010, de 29 de noviembre, de protección del medio marino.

2. Estudios.

- Consideraciones acerca del sistema propulsor de arrastreros en función del arte de pesca. Mario Santarelli y José Nuñez Basañez. Canal de experiencias hidrodinámicas El Pardo. 1981.
- Análisis hidrodinámico y proyecto del bulbo de proa. Manuel Carlier de Laval. Universidad Politécnica de Ingenieros Navales de Madrid. 1985.
- Predicción de potencia y optimización del bulbo de proa en buques pesqueros. Amadeo García Gómez. Canal de experiencias hidrodinámicas El Pardo. 1991.

- La hidrodinámica del buque de pesca. Canal experiencias hidrodinámicas El Pardo. José A. Aláez. 1995.
- El efecto del bulbo de proa en el comportamiento del buque en la mar. Ministerio de defensa. Octubre 2000.
- Mejoras energéticas para barcos de pesca: Proyecto Peixe Verde. Universidad de La Coruña. 2007.
- La declaración de residuos y el control de la Administración Marítima. Gerardo J.Vallejo/ Nuria Obiols. Capitanía Marítima de Tarragona. Junio 2009.
- La hidrodinámica y la eficiencia energética en pesquero: Resultado del proyecto Superprop. Congreso Ingeniería Naval e Industria Marítima. Junio 2009.
- Estudio del plan de gestión de la basura desde el buque hasta la planta de recepción. Anna Martínez Vidal, Facultad de náutica de Barcelona. Septiembre 2011.
- Aplicación de sistemas de propulsión híbrida en buques de pesca. Carlos Gutiérrez. Energylab. 2012.
- Auditorías energéticas de arrastreros del mediterráneo. Juan Manuel Liria. Cepesca. 2012.
- Análisis de las posibilidades de uso de las células de combustible en buques. Universidad de La Coruña. 2012.
- Plan de recepción y manipulación de desechos generados por los buques y residuos de carga en el puerto de Cartagena. 2013.
- Plan de recepción y manipulación de desechos generados por los buques y residuos de carga en el puerto de Avilés. Mayo 2014.
- Plan de recepción y manipulación de desechos generados por los buques y residuos de carga en el puerto de Gijón. Enero 2014.
- El estado mundial de la pesca y acuicultura. Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y de la Agricultura. 2014.
- Permanencia en puerto y gestión de residuos en un buque. Raúl Villa Caro y Mónica Hernández Armentia. Octubre 2014.
- Medidas de ahorro de combustible en buques de arrastre. Universidad politécnica de Cataluña, Colegio oficial de ingenieros navales y oceanográficos de Cataluña y Tragsatec. 2010.
- Herramientas para la gestión del consumo de energía a bordo mediante auditoria energética. Gorka Gabiña. Gobierno Vasco. 2015.
- Ahorro de combustible en pequeñas embarcaciones pesqueras. Ovynd Gulbrandsen. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. 2015
- Mitos y realidades de la pesca española. Javier Garat Pérez. Cepesca. 2016.

- La política pesquera común en datos y cifras. Comisión Europea. 2016.

3. Manuales.

- Estudio ahorro y eficiencia energética en buques de pesca. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (IDEA), Ministerio de industria, turismo y comercio. Marzo 2009.
- Módulo de sensibilización ambiental para el sector pesquero. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente. 2013.
- Manual descripción general de las pesquerías del palangre. International Commission for the conservation of Atlantic Tunas. Domingo A., Forselledo R., Miller P., Jiménez S., Mas F. Y Pons.M. 2014.
- Informe del sector pesquero español. Confederación española de pesca. 2017.

4. Páginas webs.

- www.msc.org
- www.detegasa.com
- www.akeringenieria.com
- www.gondan.com
- www.fondear.org
- www.barcos-de-pesca.blogspot.com.es
- www.tecnología-maritima.blogspot.com.es
- www.astillerosarmon.com
- www.insenaval.com
- www.nauticexpo.es
- www.skysail.info
- www.energylab.es
- www.atmosferis.com
- www.shipspotting.com
- www.tecnología-marítima.blogspot.com.es
- www.ison21.es

5. Artículos.

- http://www.lavozdegalicia.es/noticia/economia/2015/01/22/separacion-residuos-bordo-barcos/0003_201501G22P37992.htm.
- <http://futurismic.com/2008/01/15/skysails-using-wind-to-increase-the-power-to-ships/>

AVISO:

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Grado de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Grado así como el profesor tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo.”