

## EL BUQUE DE COOPERACIÓN PESQUERA, UNA INICIATIVA DE LA ADMINISTRACIÓN PARA LA PESCA RESPONSABLE Y SOSTENIBLE

*José Fernando Núñez Basáñez.<sup>(1)</sup> Doctor Ingeniero Naval.*

*Luis Perez Rojas.<sup>(1)</sup> Doctor Ingeniero Naval.*

*Juan Manuel Paíno Monsalve.<sup>(2)</sup> Ingeniero Naval.*

*Francisco Perez Arribas <sup>(1)</sup> Doctor Ingeniero Naval*

*(1) Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales. Universidad Politécnica de Madrid*

*(2) Astilleros Armón-Vigo*

### RESÚMEN

El pasado año 2007, Astilleros Armón-Vigo ganó un Concurso de la Secretaría General de Pesca Marítima del antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación cuyo objeto era el Proyecto y Construcción de un Buque para la Cooperación Pesquera. El buque deberá tener medios propios para la cooperación al desarrollo y para la formación de los pescadores y trabajadores de las Empresas e Instituciones radicadas en el exterior, en aquellas operaciones relacionadas tanto con la propia actividad pesquera, como con la actividad transformadora, conservera y comercializadora.

Esta es una acción novedosa - quizás la primera de estas características que se realiza en el mundo - y con ella se hace patente el apoyo decidido y la apuesta clara que la Administración Pesquera Española quiere hacer, de manera no exclusiva pero sí prioritaria, para ayudar a aquellos países con los que se firmen Acuerdos y/o Convenios de Cooperación para el Desarrollo Pesquero de aquellos.

Se trata de en un buque de diseño moderno, socialmente avanzado en las habilitaciones de la tripulación y optimizado hidrodinámicamente para poder rentabilizar al máximo su utilización, de tal manera que pueda desplazarse, con velocidad suficiente, a lo largo del año a aquellos países de cualquier continente que, por las necesidades de la cooperación pesquera y/o de nuestras empresas así lo demanden.

Este buque, deberá llevar, en una o en distintas cubiertas, aquella maquinaria de última generación utilizada por nuestras industrias (conserveras, transformadoras, elaboradoras, comercializadoras de productos pesqueros tanto frescos como congelados, etc.), que se encuentran radicadas en el exterior, para formar personal en aquellos procesos que necesiten cualificar mano de obra especializada, reproduciendo aquellos procedimientos necesarios para mantener la actividad y la rentabilidad de las mismas.

Por último, el buque deberá estar provisto de dos laboratorios: uno oceanográfico y otro biológico, dotados de tecnología punta para la formación en investigación científica a nivel elemental y medio, adaptados para la formación y para las necesidades científicas en la que es conveniente instruir a los países en vías de desarrollo para poder cualificar a sus técnicos en esos niveles. Estos laboratorios estarán preparados también para la formación básica en el marisqueo y la acuicultura.

### ABSTRACT

In the last year, ARMON-VIGO shipyard won the contest to design and to built a ship for the fishing cooperation promoted by the General Secretary of Maritime Fisheries belong to the old Ministry of Agriculture, Fishing and Food. The ship must have any facilities for the cooperation and development for

the education and training of the fishermen and workers in the companies and Institutions related not only with the fishing activity but with transformation, canning and commercial activities also.

This can be considered as a novelty, maybe the first one of these characteristics in the world. It represents the strong support and the clear position of the Spanish Fishing Administration, not exclusively but with an significant priority to help to those countries which sign Agreements of Fishing Development and Cooperation with Spain.

It would be a ship of modern design, with a very high standard for the crew accommodation and special attention to the hydrodynamic aspects in order to optimize the hydrodynamic performance through the different actions with countries all around the world and following also the necessities of our own companies.

The ship must incorporate in the different decks all the machinery and equipment of the last generation used by our industries located in other countries in order to educate and to train the personnel in the special processes that require a qualified manpower. It is necessary to reproduce all the processes in order to maintain the activity and the profitability of these companies.

At the end, the ship must include two laboratories: one oceanographic and other biologic, provided with the highest technology for the training in scientific research at an elemental and medium level appropriated to the countries under development to which they are dedicated. A goal is to qualify the technicians of these countries in an appropriate level. These laboratories are also prepared for training in acuculture and shellfising.

## INDICE

- 1.- Introducción
- 2.- Requisitos Funcionales y Operativos.
- 3.- Descripción del Buque
- 4.- Optimización Hidrodinámica
- 5.- Parque de Pesca, Plantas Piloto y Laboratorios
- 6.- Areas de Investigación Pesquera y Oceanografía.
- 7.- Area de Formación
- 8.- Protección del Medio Ambiente Marino. Gestión del Agua de Lastre y Control del Fouling
- 9.- Conclusiones
- 10.- Bibliografía

## **1. INTRODUCCIÓN**

Se trata de un Buque para la Cooperación en Materia Pesquera, centrada fundamentalmente, aunque no de forma exclusiva, en la Formación Pesquera en todos sus ámbitos y en actividades conexas y/o complementarias. El buque deberá tener medios propios para la cooperación al desarrollo y para la formación de los trabajadores de Empresas radicadas en el exterior en aquellas operaciones relacionadas con las actividades extractoras, transformadoras, conserveras y comercializadoras.

La construcción de un buque de estas características deberá servir para defender mejor los intereses españoles en materia de cooperación pesquera, desarrollada fundamentalmente a través de la formación "In situ", además de apoyar elementos que inciden en la actividad de aquellas de nuestras empresas que han realizado inversiones en países terceros, así como aquellas que han deslocalizado parte de su producción para mantener la actividad y el empleo en la empresa matriz en España, todo ello inmerso en el ámbito de la realización de acciones de partenariado con todas las ventajas y beneficios que una gestión de este tipo puede conllevar para nuestras empresas y para nuestro país.

Por otra parte, la puesta en servicio de este buque contribuirá a la ayuda para el desarrollo pesquero de los países con los que se firmen Acuerdos, Memorandums o Declaraciones de Intención de Cooperación al Desarrollo, países que evidenciarán con ello, una clara intención de realizar con España acciones de partenariado en el ámbito pesquero; acciones estas que tienen que servir también para ayudar a mantener, desarrollar y expansionar, cuando sea posible, la actividad de nuestro sector pesquero en el exterior.

## **2. REQUISITOS FUNCIONALES Y OPERATIVOS**

Es un buque de diseño moderno, socialmente avanzado en la habilitación de la tripulación y con velocidad suficiente para poder rentabilizar al máximo su utilización, de tal manera que pueda desplazarse a lo largo del año a aquellos países, de cualquier continente, que por las necesidades de la cooperación pesquera y/o de las empresas así lo demanden.

El Buque está diseñado para la navegación oceánica y para las siguientes funciones preferentes:

- Enseñanza de la industria transformadora de la pesca, partiendo de los procesos reales que se siguen en los buques de diversos tipos: arrastre, cerco, palangre, etc., así como de las diferentes líneas para cada tipo: fresco, congelado, fileteado, pota, etc.
- Enseñanza de la industria elaboradora del pescado, tanto si es fresco, como mediante prácticas de las técnicas de congelación por diferentes sistemas, conservación con hielo y en atmósfera modificada.
- Enseñanza de sistemas de empaquetado, etiquetado, etc.
- Enseñanza de las Normativas higiénico-sanitarias de la UE.
- Formación de titulados náutico pesqueros.
- Entrenamiento de inspectores y observadores de pesca de terceros países.
- Entrenamiento en técnicas de salvamento.
- Investigación científica

Además, dispondrá de medios apropiados para la clasificación, investigación, preparación y conservación a bordo del pescado, bien fresco o congelado.

## 2.1. Requisitos en cuanto a Formación.

Desde el punto de vista formativo, se han habilitado una serie de aulas en las que, por su diseño y funcionalidad, puedan impartirse cursos sobre diferentes asuntos y cuya adecuación variará en función de las actividades pesqueras a las que están destinadas.

Además de las actuaciones antes mencionadas, este buque deberá incorporar los medios necesarios en aulas y talleres para impartir formación en las siguientes áreas:

- *Conocimientos Prácticos y Aplicaciones* (motores de combustión interna, instalaciones eléctricas, trabajos con fibra de vidrio, elaboración de artes, aparejos y útiles de pesca, manipulación y transformación de productos pesqueros, nuevas técnicas de congelación y enfriamiento, etc.)
- *Aplicación de la Normativa Higiénico-Sanitaria* de la Unión Europea
- *Formación de Formadores y Funcionarios* de las administraciones pesqueras de los países donde se realicen los cursos.

## 2.2. Requisitos en cuanto a Equipamiento

Este buque deberá llevar en una o en distintas cubiertas aquella maquinaria de última generación utilizada por nuestras industrias (conserveras, transformadoras, elaboradoras, comercializadoras de productos pesqueros tanto frescos como congelados, etc.), que se encuentran radicadas en el exterior, para formar personal en aquellos procesos que necesiten cualificar mano de obra especializada, reproduciendo aquellos procedimientos necesarios para mantener la actividad y la rentabilidad de las mismas.

El objetivo fundamental de estas plantas, cuyos tamaños deberán adecuarse a la función formativa a la que va destinada y el de proporcionar elementos industriales básicos que permitan el mejor aprovechamiento de los productos pesqueros, fundamentalmente de aquellos procedentes de la eliminación de los descartes o fauna de acompañamiento (by catch) para, de esta manera, ayudar a garantizar, en parte, la seguridad alimentaria de los países en vías de desarrollo.

Toda esta maquinaria, incluida la necesaria para la formación en el ámbito de la cooperación pesquera, deberá estar diseñada y fabricada de forma preferente, aunque no de forma exclusiva, en nuestro país. Se trata pues de facilitar el aprendizaje de estos procesos productivos, al personal del país tercero en el cual estén instaladas o se vayan a instalar, empresas pesqueras participadas con capital español y para la formación especializada en el ámbito del partenariado y la cooperación.

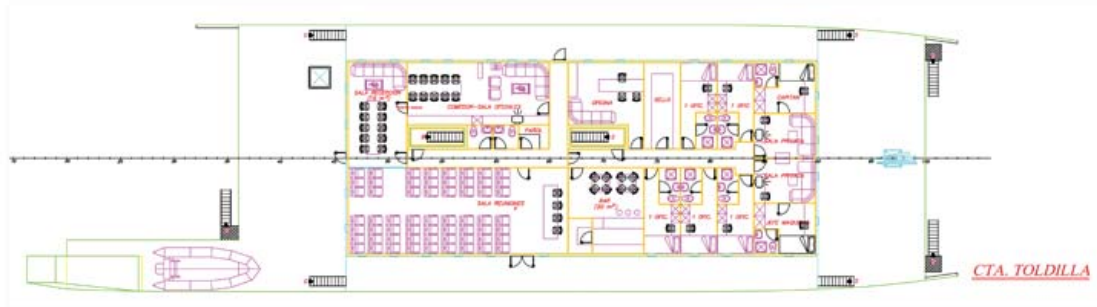
## 3. DESCRIPCIÓN GENERAL

Las características principales del Buque son las siguientes:

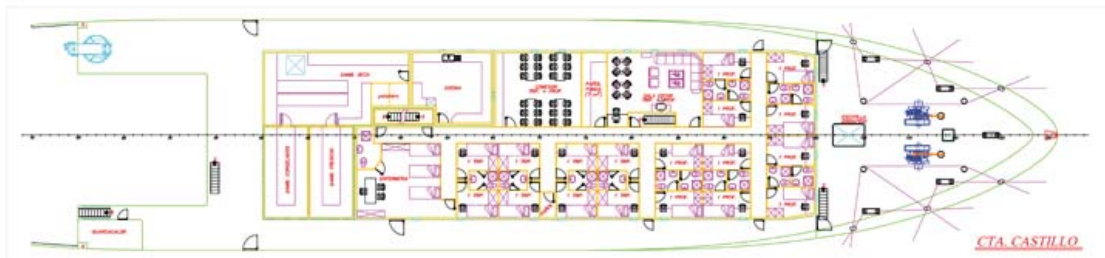
- Eslora total -----	79,200 metros
- Eslora entre perpendiculares -----	70,000 "
- Manga de trazado -----	15,000 "
- Puntal a la cubierta castillo -----	11,500 "
- Puntal a la cubierta superior -----	9,000 "
- Puntal a la cubierta principal -----	6,500 "
- Calado de trazado -----	5,525 "

- Figura 1. Disposición General -

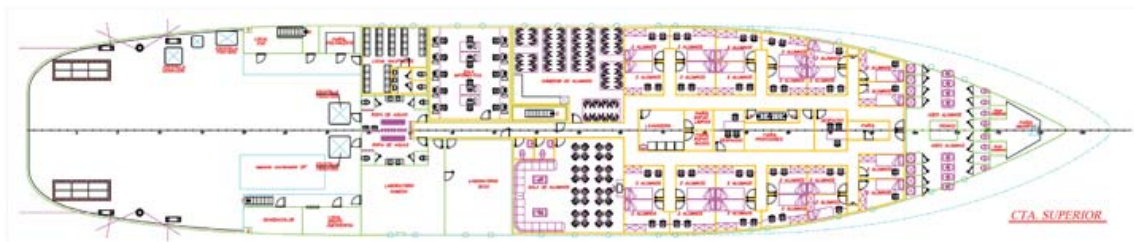
Tal como puede verse en el Plano de Disposición General adjunto (Figura 1), el buque tiene cinco cubiertas, puente y doble fondo. En la cubierta toldilla se han situado los camarotes del Capitán, Jefe de Máquinas, Oficiales (5) y los espacios correspondientes para el uso de estos - Comedor, bar y oficina del buque - ; además se ha dispuesto una amplia sala de reuniones con capacidad para 54 butacas, anexa a una sala de recepción de autoridades.



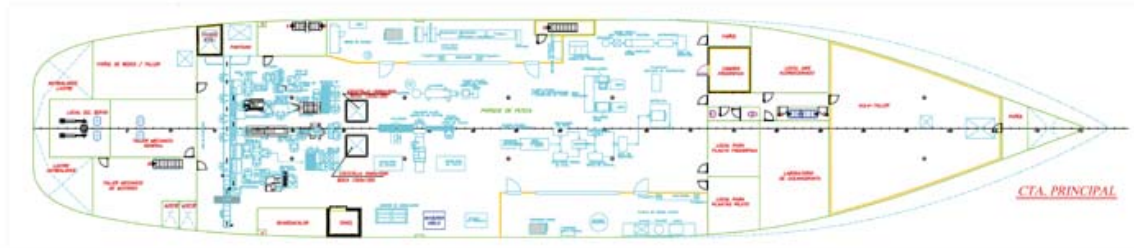
En la cubierta castillo se encuentran los camarotes de la tripulación (8) y los de los profesores (10) que dictarán los cursos y prácticas en las campañas. También se han situado en esta cubierta la cocina, las gambuzas, comedor, una sala de estar conjunta y la enfermería, que está particularmente preparada para desarrollar cursos de tele-medicina.



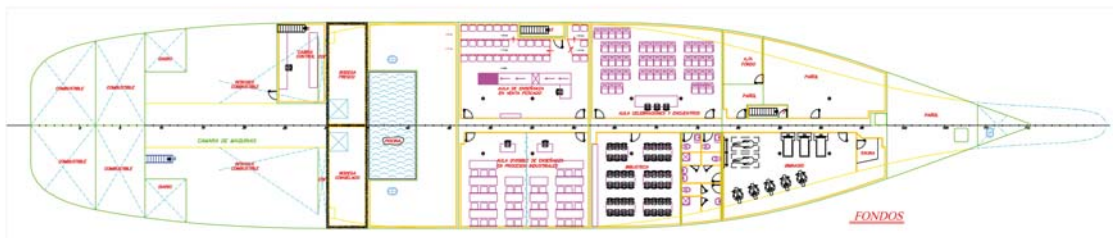
La cubierta superior está ocupada por los camarotes de los alumnos (48), aseos comunes con diferenciación de género, comedor y sala de estar. Se ha dispuesto, además, una sala de informática que estará completamente equipada para dar servicio a profesores y alumnos. Se dispone también una sala de náufragos y dos locales para la ropa de agua. El laboratorio biológico ha sido instalado en esta cubierta, repartido en dos zonas: húmeda y seca.



La cubierta principal está destinada a zona de trabajo. En ella se encuentra el parque de pesca, con todo el equipamiento necesario, las plantas piloto para la transformación de los productos pesqueros, los equipos para la conservación y congelación de los productos, aulas-taller de motores y de mecánica y aula-taller de redes y equipos de pesca.



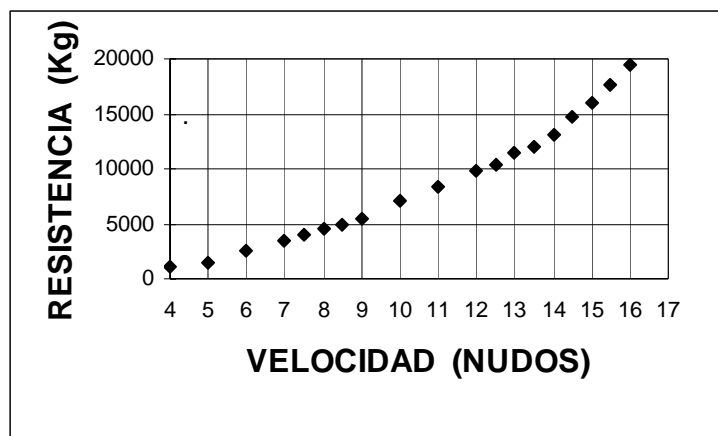
En la cubierta de fondo, por último, se han situado las aulas para formación, una piscina para prácticas de salvamento y socorrismo, la biblioteca, el gimnasio, las bodegas para pescado fresco y congelado y, por fin, la cámara de máquinas.



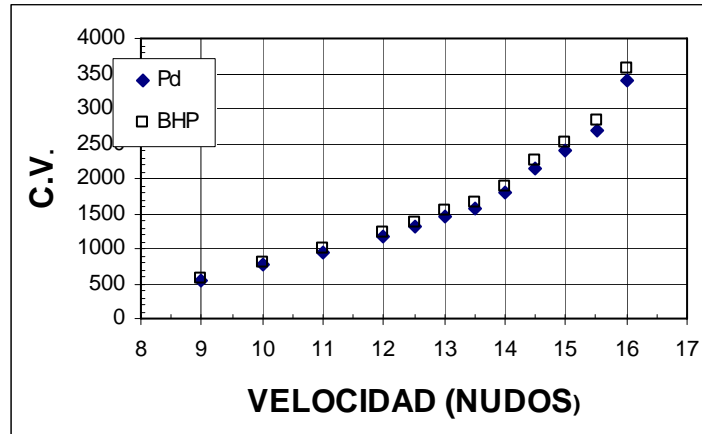
#### 4. OPTIMIZACIÓN HIDRODINÁMICA

Las formas han sido sometidas a un proceso de optimización y análisis hidrodinámico mediante ensayos en el Canal de Ensayos Hidrodinámicos de la E.T.S.I. Navales de Madrid.

Una vez construido el modelo a una escala 1:25 se realizaron ensayos de remolque y autopropulsión en dos condiciones de carga. La figura 2 recoge los resultados del ensayo de remolque para la situación de plena carga. En la figura 3, son los resultados de autopropulsión los que se presentan.

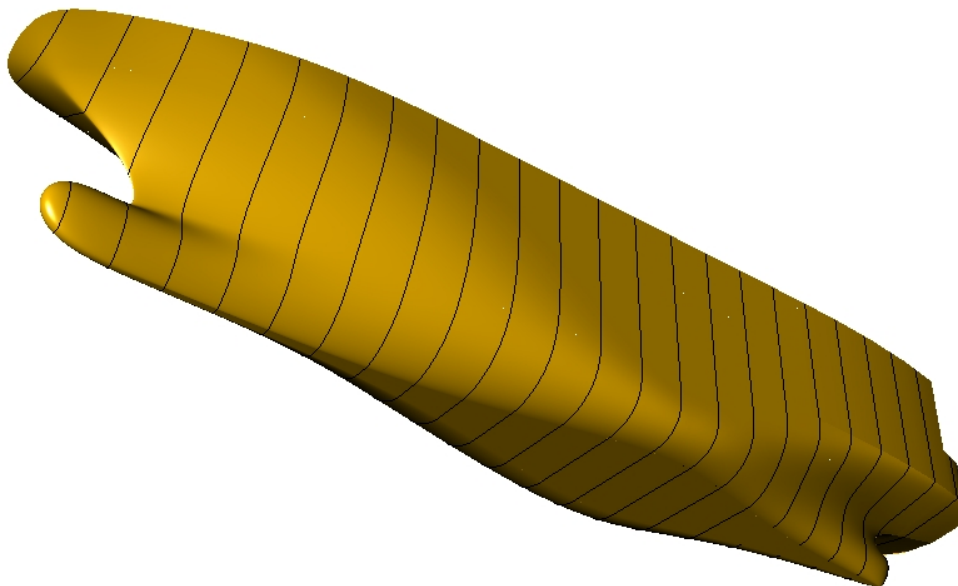


- Figura 2 -



- Figura 3 -

El modelo del propulsor fue construido por CTO, S.A. de Gdansk (Polonia) dentro de las tolerancias contempladas por la ITTC y fue sometido a un ensayo de propulsor aislado. Los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios demostrándose la bondad de las formas y una adecuada definición tanto del bulbo de proa como del de popa. La figura 4, recoge una visión tridimensional de las formas



- Figura 4 -

Para analizar el flujo primordialmente en las proximidades del túnel de la hélice de proa y en la zona del timón se llevó a cabo un ensayo de líneas de corriente grabando imágenes submarinas con una cámara infrarroja. Los videos obtenidos fueron posteriormente procesados a partir de los fotogramas para mostrar la orientación de los filamentos durante la navegación. A partir de estas imágenes, realizadas para distintos tramos de la carena, se obtiene la información necesaria para calcular la orientación de los filamentos a partir del ángulo formado con una rejilla marcada sobre el casco. La figura 5 presenta una imagen de este ensayo relativo a la zona de proa.

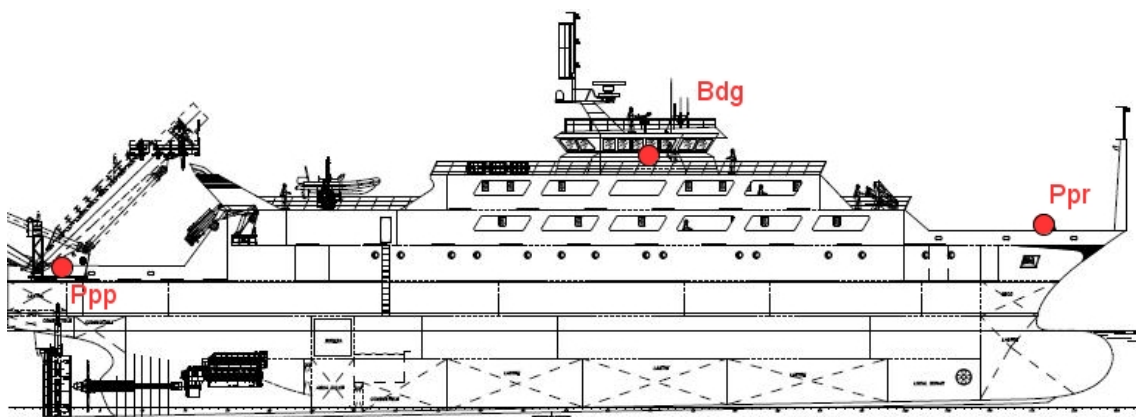


- Figura 5 -

El enfoque del análisis del “comportamiento en la mar” de este buque fue enfocado bajo un punto de vista numérico y bajo un enfoque experimental. Los valores experimentales se utilizaron para validar los valores numéricos. Los ensayos en el “canal de ensayos” se centraron en olas regulares de proa midiendo movimientos verticales de arfada y cabeceo a partir de medidores láser situados en la proa y en la popa y las aceleraciones en las cuadernas 20 y 0 mediante dos acelerómetros situados en dichas cuadernas.

Como ya se ha indicado, se ha estudiado el problema de forma numérica mediante en programa CMAR2D desarrollado en la ETSIN, y que servirá para una vez comprobado que da buenos resultados para el modelo del buque ensayado, poder extrapolar otra serie de rumbos y estados de mar irregular para definir mejor el problema del comportamiento en la mar.

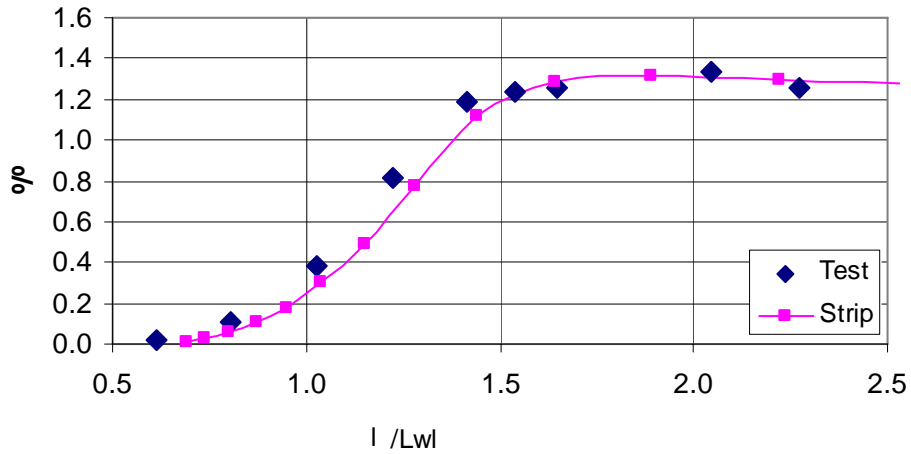
En cuanto a los cálculos numéricos, además de los movimientos en olas regulares y mares irregulares, se han estudiado las aceleraciones en puntos significativos del buque como son las perpendiculares de proa y popa (Ppr y Ppp) y el puente (Bdg) de la Figura 6, de forma que puedan ser aplicados distintos criterios de comportamiento en la mar relacionados con los valores rms de las aceleraciones en dichos puntos.



- Fig. 6. Puntos de estudio de aceleraciones -

La figura 7 presenta los datos de cabeceo para una velocidad de 13 nudos tanto experimentales (Test) como numéricos (Strip). En abscisas se presenta la longitud de onda de la ola adimensionalizada por la eslora  $\lambda/L_{PP}$  y en ordenadas el ángulo de giro del cabeceo dividido por el valor de la pendiente de la ola en grados, de forma que el cociente sea adimensional. Los resultados ponen claramente de manifiesto la fiabilidad de los valores numéricos.





- Figura 7. Cabeceo, 13 kn -

Los mares irregulares estudiados corresponden a los estados de la mar (SS: Sea State) 4, 5 y 6 con valores de altura significativa y periodo modal, los de la Tabla 1

	Mar (SS)		
	4	5	6
H1/3	1.88	3.25	5
T0	8.8	9.7	12.4

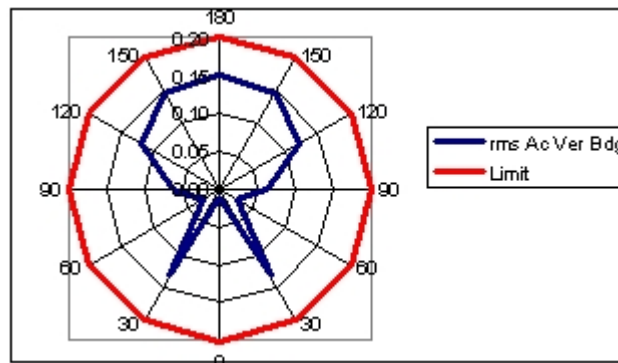
Tabla 1 Estados de la mar estudiados

y siete ángulos de incidencia del oleaje estudiados: 0° (mares de popa), 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180° (mares de proa).

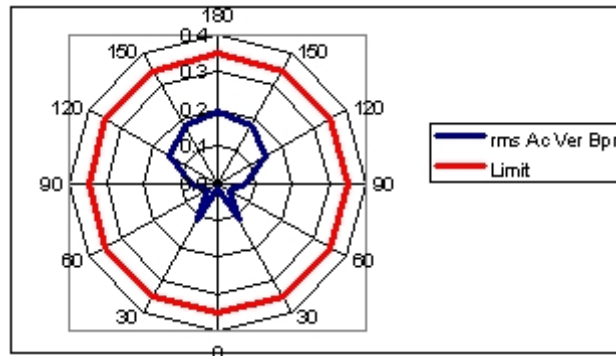
Considerando los criterios de comportamiento en la mar indicados en la tabla 2,

RESPUESTA	Parámetro	Valor Límite	Posición
Aceleración Vertical	Rms	0.35g	Perp. Proa
Aceleración Vertical	Rms	0.20g	Puente

Las figuras 8 y 9 recogen los diagramas polares de estas aceleraciones para un estado de la mar 6. El cumplimiento de estos criterios pone de manifiesto las buenas condiciones marineras del proyecto y su comportamiento se puede calificar de muy satisfactorio.



- Figura 8 .Aceleración vertical en el puente, para SS6 -



- Figura 9 . Aceleración vertical en la perpendicular de proa, para SS6 -

No obstante al buen comportamiento del buque en la mar se ha optimizado un posible tanque estabilizador pasivo definiendo la geometría y la configuración interior más favorables, así como los niveles de agua óptimos de funcionamiento para las diferentes condiciones de navegación del buque.

Esta investigación se ha basado fundamentalmente en los ensayos realizados con modelos a escala de las diferentes configuraciones del tanque estabilizador y en la predicción teórica del comportamiento en balance del buque con dichas configuraciones.

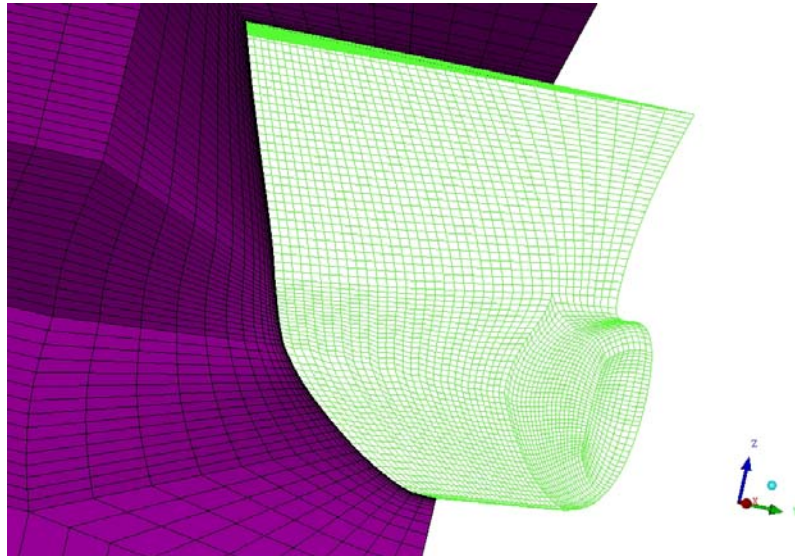
Los momentos estabilizadores generados por el tanque estabilizador hacen que se alcancen valores aceptables de efectividad del mismo, valorada entre el 50% y el 65% según la condición de carga.

Los avances numéricos e informáticos copan cada día parcelas en donde la metodología experimental era su único ocupante. El mundo hidrodinámico no es ajeno a esta tendencia y son muchos los desarrollos de los denominados CFD (Computational Fluid Dynamics) que abogan por ser capaces de dar resultados de tanto fiabilidad como los tradicionales ensayos hidrodinámicos.

En este contexto, el Canal de Ensayos Hidrodinámicos de la ETSIN dispone del programa CFX de ANSYS para la resolución de problemas hidrodinámicos mediante la utilización de la ecuación de Navier-Stokes promediada (RANS), diferentes modelos de turbulencia y la técnica de los volúmenes finitos. Se cuenta además con la herramienta ICEM CFD utilizada para la discretización de los elementos. Este programa ha sido además validado en la ETSIN con cascos de los empleados habitualmente en los WorkShops sobre CFD (Gotemburgo y Tokyo) como el Combatant DTMB 5415, y se han efectuado trabajos con resultados satisfactorios con distintos tipos de pesqueros, modelos similares al que se trata en este trabajo.

Se considera que el mallado o discretización es uno de los puntos críticos de los que depende el éxito de los resultados obtenidos con el CFX. Como se ha comentado con anterioridad, el mallador utilizado para esta validación ha sido el ICEM, perteneciente a la empresa ANSYS que permite hacer mallas de geometrías complejas como el buque analizado en este trabajo con gran control sobre la calidad de la malla.

El tipo de malla utilizada es estructurada, aunque existan trabajos similares en donde se utilizan mallas no estructuradas en las cuales la superficie libre está definida mediante una capa de prismas, debido a los buenos resultados obtenidos con el Combatant y con otros buques pesqueros. La gran ventaja del mallado estructurado es que si bien el tiempo de preparación de los bloques de mallado es grande, el control que se tiene sobre la malla realizada es muy exhaustivo, aunque tiene por el contrario el inconveniente que se alargará el tiempo de ejecución del caso. Añadir que no se ha tenido en cuenta el trimado de la embarcación y los ensayos se han realizado con el barco adrizado. La figura 10 recoge una parte de este mallado



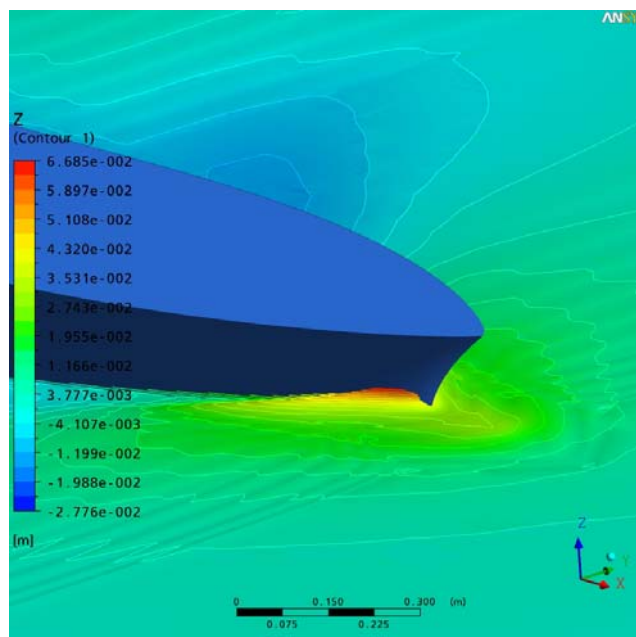
- Figura 10 – Mallado frontal -

Los resultados referentes a la resistencia se reflejan en la tabla 3, obteniéndose unos resultados muy satisfactorios.

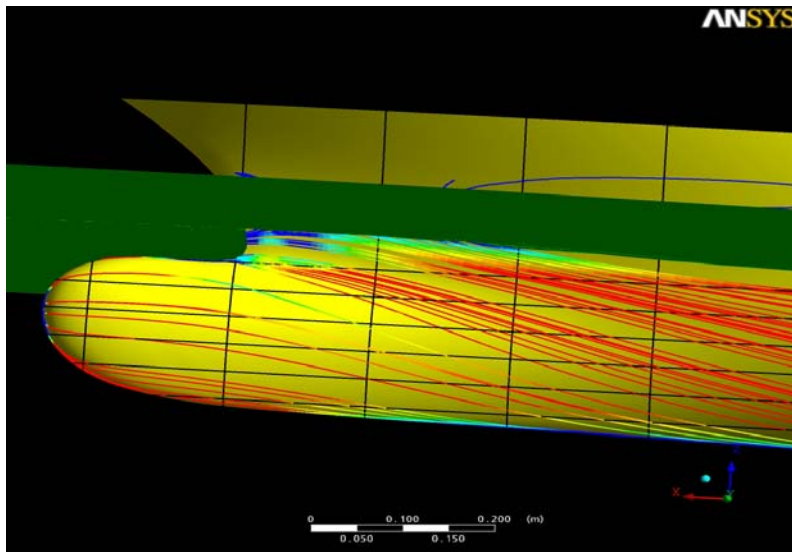
<i>Velocidad</i>	<i>Drag (kg)</i>		<i>error</i>
	<i>Experimental</i>	<i>CFX</i>	
13 kn	1,173	1,255	3,8 %
14 kn	1,326	1,358	2,4 %
15 kn	1,574	1,620	2,9 %

- Tabla 3. Resultados comparativos de la resistencia -

Sirviendo como ejemplo la cantidad de datos que se pueden obtener de los CFD, la figura 10 representa la ola de proa para 15 nudos. Los cálculos de CFD han sido igualmente satisfactorios para predecir las líneas de corriente en la zona de proa como se pone de manifiesto en la figura 11.

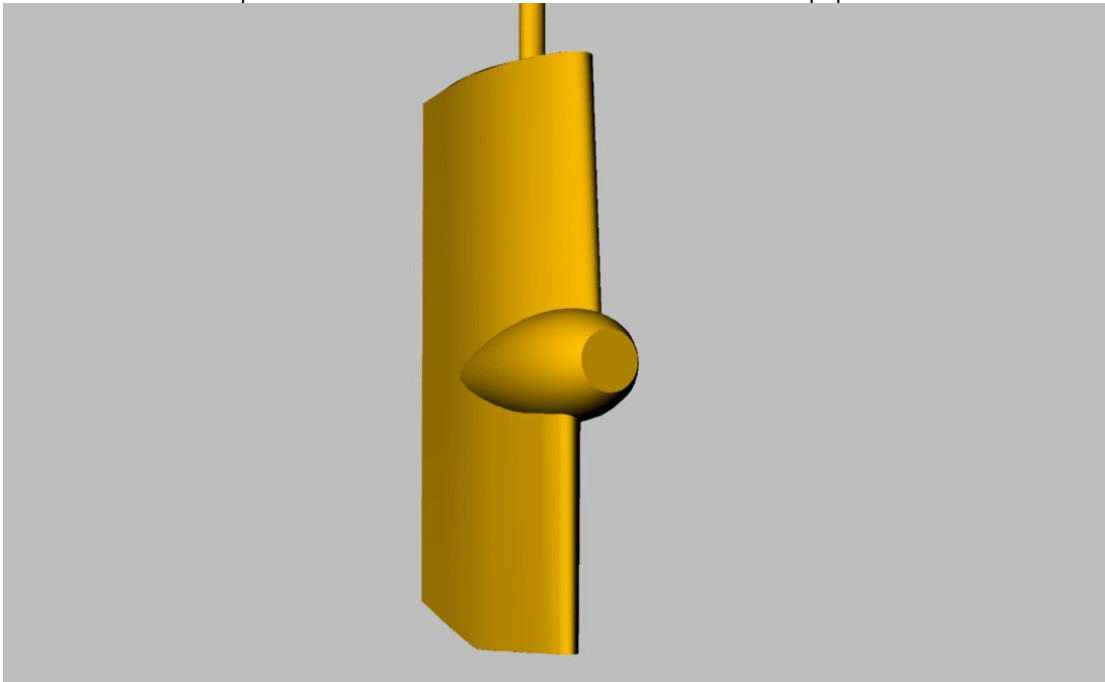


- Figura 11. Entrada de la ola a 15 nudos -

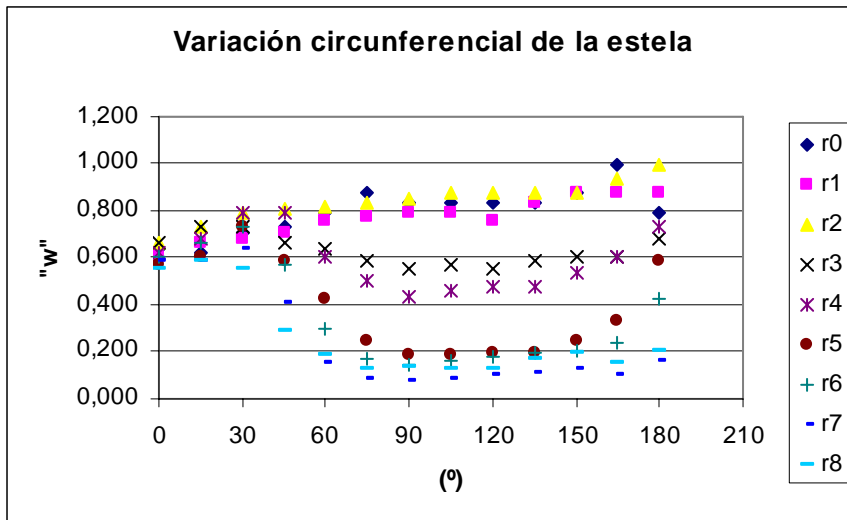


- Figura 12. Líneas de corriente numéricas a 14 kn -

Los trabajos de I+D en los aspectos hidrodinámicos del presente buque han sido amplios y muy particularmente debe reseñarse un timón de características no convencionales (Figura13) . El diseño de dicho timón ha exigido ensayos de estela mediante tubos de Pitot y cuyos resultados en lo que se refiere a la variación circunferencial de la estela experimental se presentan en la figura 14. A la vista de Iso resultados obtenidos quizás hubiera sido deseable incrementar el bulbo de popa.

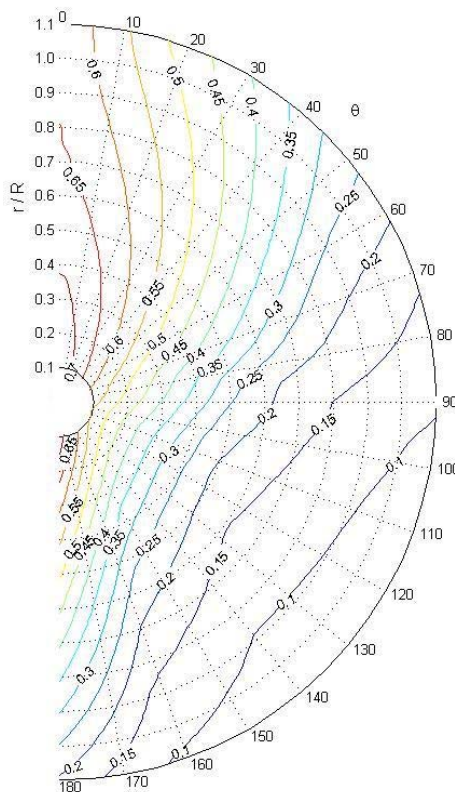


- Figura 13. Timón propuesto -



- Figura 14. Estela circunferencial -

Este campo de las estelas también fue abordado en un plan numérico como se recoge en la figura 15 con resultados comparativos con la estela experimental muy aceptable



- Figura 15 Isostelas numéricas -

Los resultados en autopropulsión del nuevo timón han presentado mejoras del 4% en la potencia a partir de los 15 nudos.

El trabajo se ha completado con un estudio experimental y numérico de maniobrabilidad, comparando el nuevo timón frente a uno convencional de sección hidrodinámica. Con los resultados de fuerzas y momentos medidos en los timones, se ha estudiado además el problema de forma numérica mediante un código numérico desarrollado en la ETSIN, y que ha servido para definir las maniobras significativas de giro y zig-zag.

Estos ensayos se hacen para distintos ángulos de timón a una y a otra banda, y de esta manera se obtienen las curvas de sustentación y de succión de los dos timones, en unas condiciones equivalentes a escala de las del buque real, en las que el timón produce una sustentación y una succión bajo el efecto del casco del buque y de su propulsor

Se ha realizado una segunda serie de ensayos que difiere de la anterior en que el propulsor no está instalado y el timón se ve sometido únicamente a los efectos del casco.

Por último, se han realizado ensayos de cada timón aislado), remolcándolos solidariamente unidos a un dinamómetro y midiendo fuerzas y momentos para distintos ángulos (Figura 16).



- Figura 16. "Timón aislado" -

La figura 17 recoge los valores de la sustentación de ambos timones en la condición de ensayo de buque + propulsor + timón, mientras que la figura 18 presenta la simulación de la maniobra de giro en donde también se ha incluido un timón denominado "equivalente", el convencional con un área mayor a la inicialmente considerada. Ambos resultados ponen de manifiesto la superioridad del nuevo timón frente al inicialmente considerado.

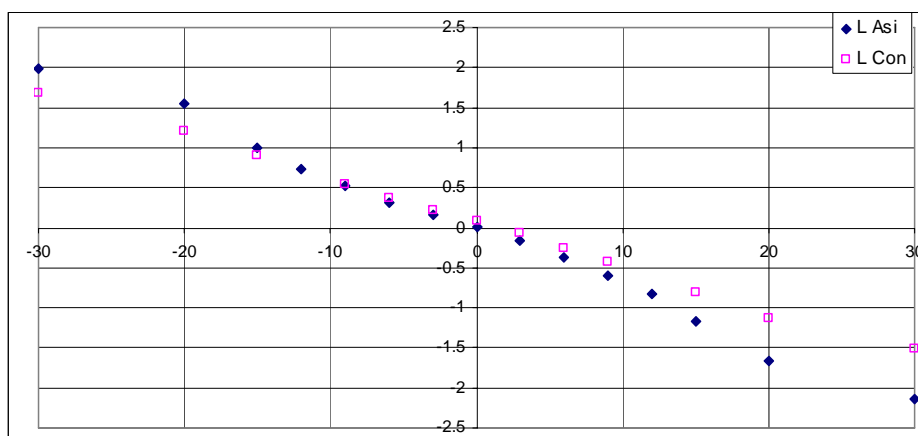
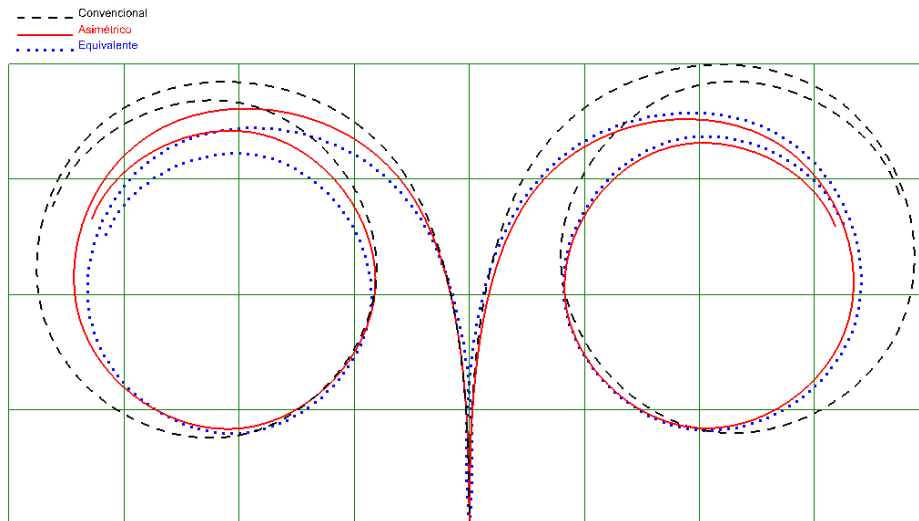


Figura 17. Comparación de la sustentación medida, hélice + casco + timón



- Figura 18. Simulación de la maniobra de giro -

## 5. PARQUE DE PESCA Y PLANTAS PILOTO.

Se deberá disponer en el buque un parque de pesca donde se puedan llevar a cabo las prácticas necesarias para la formación en la clasificación, manipulación y preparación del pescado. Este parque de pesca estará integrado, por las siguientes líneas:

- **Líneas de Cefalópodos.** Con capacidad para elaborar los siguientes productos:
  - *Calamar en Tubo Limpio*
  - *Anillas de Calamar*
  
- **Líneas de Pescado Fresco y Congelado:** Con capacidad para elaborar los siguientes productos:
  - *Pescado Redondo (Descabezado y lavado)*
  - *Filetes de Pescado, con y sin piel*
  - *Marisco. (Gamba y Langostino)*
  
- **Líneas de Túnidos.** Con capacidad para elaborar los siguientes productos:
  - *Lomos y Troncos de Atún*

Se incorporarán también, una serie de plantas piloto de procesos industriales como las siguientes:

- Una planta de ahumados
- Una planta de conservas en lata
- Una planta para productos congelados
- Una planta de aprovechamiento y recuperación de proteínas de pescado.
- Una planta para la reducción y eliminación de residuos
- Una planta de salazón por microinyección
- Una planta de eliminación de parásitos (Anisakis)

En la figura 19 se muestra el plano de la cubierta principal donde se encuentra el parque de pesca.





En la Figura 20 aparecen reflejados algunos de los productos que están previstos elaborar en las plantas.

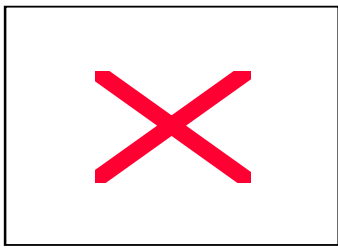


- Figura 20 -

Por otra parte, el Buque deberá incorporar un conjunto de Instalaciones para la Congelación/Refrigeración de los Productos Pesqueros, a nivel de planta piloto, que comprenda los Sistemas más representativos y modernos de la Industria Nacional. En esta línea, se integrarán en este apartado la siguiente Maquinaria para Frío Industrial:

- Túnel de Congelación
- Armario de Placas
- Equipo de Congelación por Salmuera
- Equipo de Congelación Criogénico
- Generador de Hielo
- Tanque RSW
- Bodegas de Fresco y Congelado

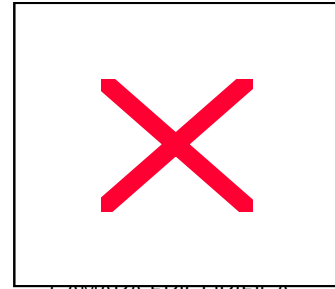
En la Figura 21 aparecen reflejados los Equipos de Congelación/Refrigeración que montará el Buque



TÚNEL DE CONGELACIÓN



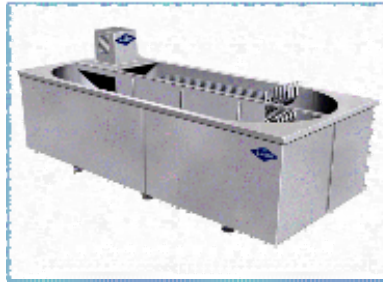
ARMARIO DE PLACAS



CÁMARA FRIGORÍFICA



TANQUE RSW



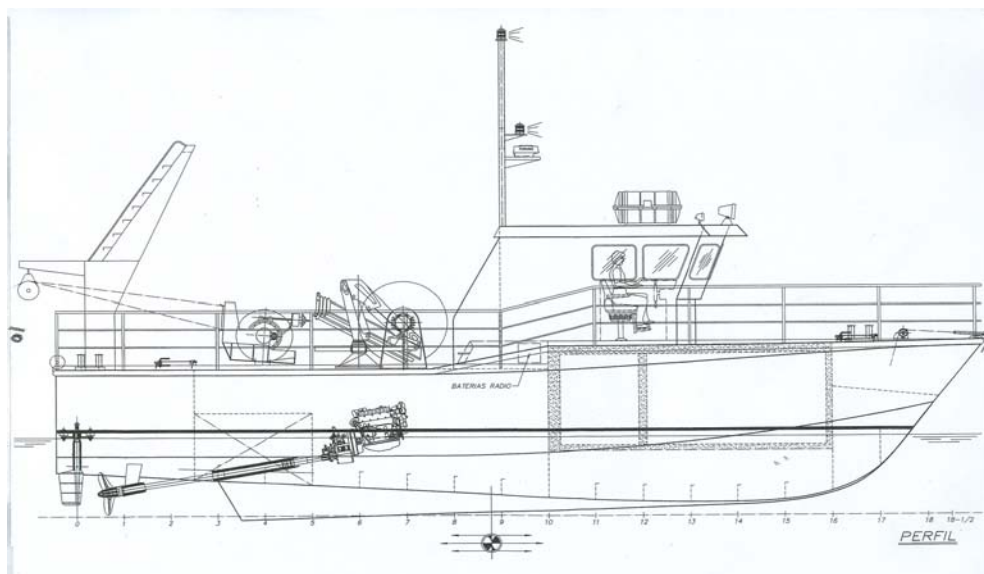
CONGELACIÓN POR SALMUERA

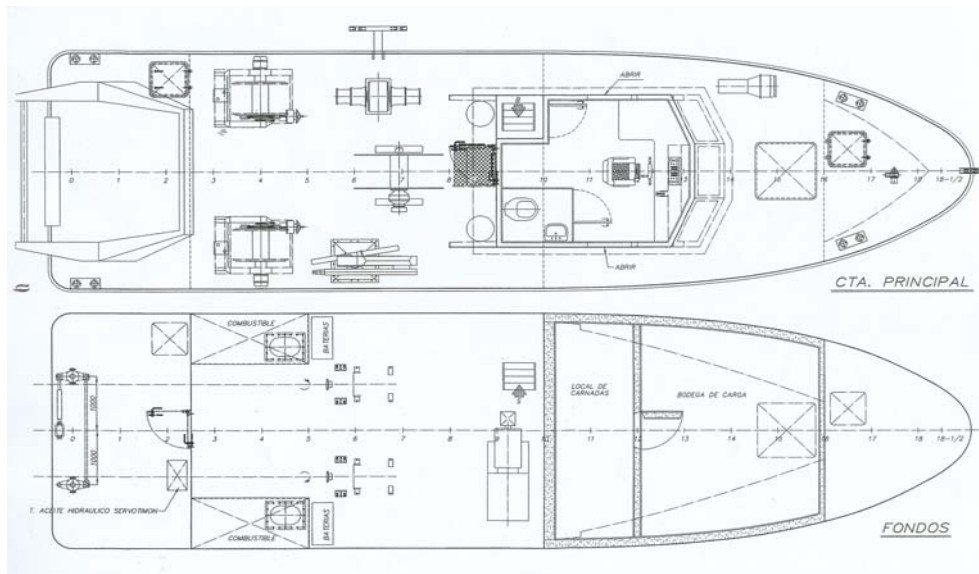


CRIOGENIZACIÓN DE PRODUCTOS

- Figura 21 -

Se deberá incorporar en la cubierta principal del buque, una embarcación de pequeño porte y polivalente para la formación náutico pesquera de los colectivos de pescadores artesanales de los países con los que se lleven a cabo estas actividades de cooperación. Esta embarcación utilizará las artes, aparejos y útiles más comunes: arrastre, cerco, palangre de fondo y de superficie, enmalle, nasas, etc. Dado que la función de estas embarcaciones es la de enseñar a pescar, y que sus capturas sean únicamente las necesarias para este fin, es por lo que a bordo deberá haber cámaras de conservación, tanto para su mantenimiento, como para el de la carnada necesaria para la práctica de la pesca con las nasas y palangres. En estas cámaras se conservarán también aquellas especies necesarias para el desarrollo de los procesos industriales que se enseñarán a bordo. (Figura 22)





- Figura 22. Embarcación auxiliar -

La maniobra de largado y recogida de la/s embarcaciones para la formación pesquera de la flota artesanal, deberá ser lo más sencilla posible en aquellas condiciones meteorológicas que, aún no siendo las idóneas, permitan llevar a cabo dichas maniobras con la mayor seguridad posible y sin tener que variar el asiento del buque.

Otra de las instalaciones importantes que el buque deberá llevar a bordo, es una piscina en la que se puedan impartir: cursos elementales de natación, cursos de salvamento y supervivencia en el mar en sus diferentes niveles.

Igualmente el buque, deberá estar dotado de medios para poder dar cursos elementales contra incendios. Estos cursos deberán ser de tipo teórico y práctico, debiendo llevar a bordo los elementos necesarios para poder desarrollarlos, como pueden ser: videos, extintores para diferentes tipos de fuegos, mantas, arena, etc.

## 6. AREAS DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y OCEANOGRAFÍA

El buque deberá estar provisto de dos laboratorios: uno oceanográfico y otro biológico, dotados de tecnología punta para la formación en investigación científica a nivel elemental y medio, adaptados para la formación y para las necesidades científicas en la que es conveniente instruir a los países en vías de desarrollo para poder cualificar a sus técnicos en esos niveles. Estos laboratorios estarán preparados también para la formación básica en el marisqueo y la acuicultura.

El laboratorio de Oceanografía dispondrá de las instalaciones básicas para desarrollar las siguientes disciplinas de ámbito costero y regional:

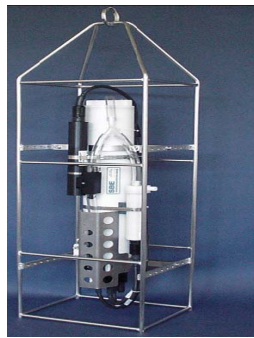
**Geología Marina.** Estudio del lecho marino y estructura del fondo mediante la recogida y análisis de muestras.

**Oceanografía Física.** Estudio de los movimientos de las masas de agua. Medida de las propiedades térmicas, acústicas y ópticas del agua de mar. Descripción de las propiedades básicas del océano, tales como condiciones de límites costeros, profundidad del agua, perfil del lecho marino y estudio de la variación de las propiedades del agua de mar.

En la Figura 23 aparecen reflejados algunos de los Equipos Oceanográficos que llevará el Buque.



ROSETA OCEANOGRÁFICA



CTD



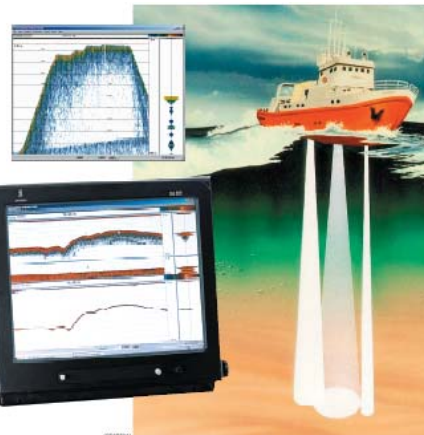
DRAGA VAN BEEN



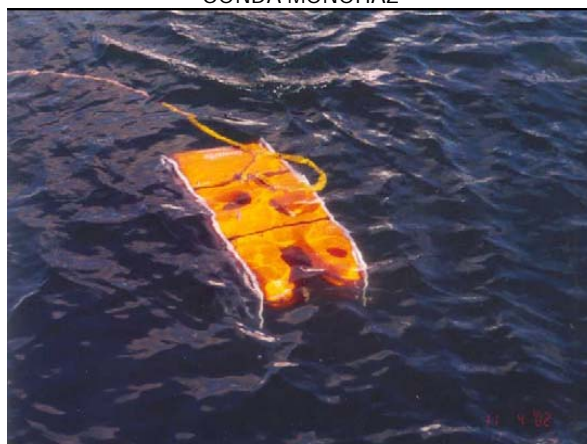
GPS DIFERENCIAL



CORRENTÍMETRO DOPPLER



SONDA MONOHAZ



ROV

- Figura 23. Equipamiento oceanográfico -

El laboratorio biológico estará destinado a la medida medioambiental, recolección de ejemplares y proceso de análisis. En esta área se realizarán análisis de biotoxinas marinas, proteínas, patologías de especies marinas, control de la calidad de las aguas, control de vertidos y residuos, etc.

Así mismo, se utilizarán técnicas instrumentales específicas como:

- Cromatografía líquida.
- Espectrofotometría.
- Análisis elemental.
- Microscopía óptica y electrónica.
- Electroforesis horizontal y vertical.automático (proteínas, lípidos, fibra, etc.).
- Análisis

En la Figura 24 también aparecen reflejados algunos de los equipos que integrarán el Laboratorio de Biología Marina.



CABINA DE SEGURIDAD BIOLÓGICA



ESTUFA DE CULTIVO



VALORADOR VOLUMÉTRICO



MICROSCOPIO



AUTOCLAVE



CROMATOGRAFO DE GASES

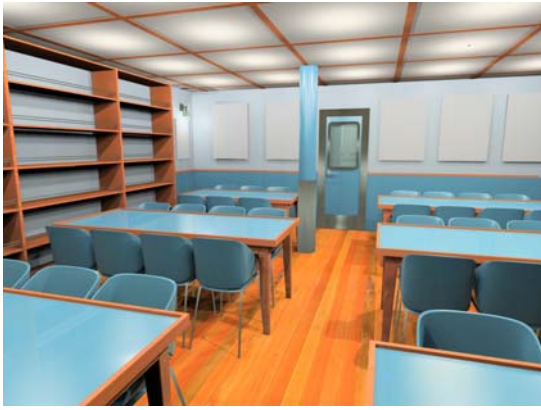
- Figura 24. Equipamiento laboratorio de biología marina -

## 8. AREA DE FORMACIÓN

Tanto las aulas, como las aulas-taller especializadas, deberán estar preparadas para poder ser modificadas y adaptadas al desarrollo en ellas de nuevos cursos, además de los mencionados anteriormente. En principio, el buque cuenta con una serie de aulas polivalentes y aulas-taller especializadas, como las que se describen a continuación:

- **Aula de Sanidad Marítima:** el buque deberá disponer de un centro radio médico con todos aquellos elementos que permitan la formación sanitaria de los profesionales del sector pesquero en sus diferentes niveles. El aula deberá servir también para desarrollar cursos para la formación especializada en Sanidad Marítima del personal sanitario de los países en los que se desarrollen estos cursos. Las enseñanzas en estas materias deberán abarcar la formación sanitaria elemental para su utilización en los buques, los modelos para la implantación de centros radio médicos, las aplicaciones de la Telemedicina, los reconocimientos previos al embarque y la enseñanza sobre enfermedades profesionales, etc.
- **Aula de Cooperación Española y Comunitaria:** en este aula, se explicarán todos los mecanismos de cooperación existentes y su utilización y en los que se impartirán cursos sobre la financiación comunitaria y española al desarrollo. Se desarrollarán cursos de Medioambiente, cursos para fomentar el Asociacionismo Pesquero sin distinción de género, cursos sobre el Derecho del Mar y sobre la actividad marisquera tanto a pie como a flote. Se desarrollarán también y de forma prioritaria enseñanzas especializadas referentes fundamentalmente a la formación en materia de control e inspección de la actividad pesquera.
- **Aula para la celebración de encuentros empresariales y/o recepciones oficiales:** todas las aulas contarán con sistemas de traducción simultánea debiendo estar dotadas de tomas para conexión para el servicio de Internet. También se deberán habilitar las aulas necesarias para la enseñanza teórica de los diferentes procesos industriales que se impartan de forma práctica en el buque. Se impartirá también formación teórica náutico-pesquera.
- **Aula-taller de motores marinos de combustión interna y eléctricos, equipos y servicios del buque:** deberá disponer del número suficiente de motores marinos de pequeña potencia de combustión interna como pueden ser los motores fuera borda y auxiliares diesel de cámara de máquinas, motores eléctricos y/o alternadores, reductoras, tomas de fuerza, etc., así como de equipos como: motobombas, bombas centrifugas, compresores, purificadoras, generadoras de agua dulce, etc., de los modelos más representativos utilizados en las embarcaciones de pesca.
- **Aula de Subasta de Pescado.** En una de estas aulas, habilitadas al efecto, se enseñarán de forma práctica las diferentes formas de vender el pescado mediante la subasta, utilizando los diferentes elementos que se utilizan para ello, pasando de la subasta a la voz, a la fijación del precio por medio de un reloj y un pulsador, a la subasta electrónica y por muestreo.
- **Aula –Taller de Sistemas y Artes de Pesca.** En la que se formará a los alumnos en diferentes técnicas básicas de construcción, mantenimiento y reparación de sistemas y arte de pesca, como: la preparación y reparación de palangres, reparación de redes, diseño y construcción de artes de arrastre y de enmalle, construcción de nasas, etc.

El la Figura 25 se muestran algunas representaciones artísticas de algunos es Pacios destinados a esta Area de Formación



BIBLIOTECA



AULA POLIVALENTE



SALA DE REUNIONES



AULA DE INFORMÁTICA

- Figura 25 -

## **8.- PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE MARINO. GESTIÓN DEL AGUA DE LASTRE Y CONTROL DEL FOULING.**

Desde el punto de vista de la protección del medio ambiente marino, dos actuaciones originales se han materializado en la construcción de este buque:

### **8.1. GESTIÓN DEL AGUA DE LASTRE.**

Los estudios realizados en varios países ponen de relieve que muchas especies de bacterias, plantas y animales pueden sobrevivir en el agua de lastre y los sedimentos transportados por los buques incluso después de viajes de varias semanas. La descarga ulterior de agua de lastre o sedimentos en aguas de los Estados retores de puertos puede dar lugar al asentamiento de especies indeseadas susceptibles de alterar gravemente el equilibrio ecológico existente. Cálculos actuales estiman en más de 13.000 millones de litros el agua lastre que transporta anualmente la flota mercante en todo el mundo, arrastrando consigo piedras, sedimentos y unas 4.000 especies animales y vegetales. En consecuencia, este trasiego se ha convertido en el mayor vector para la transferencia marina de organismos.

A fin de normalizar los métodos de prevención que deben adoptarse en la gestión del agua de lastre, OMI, emite las *Directrices para impedir la introducción de organismos acuáticos y agentes patógenos indeseados que pueda haber en el agua de lastre y los sedimentos descargados por los buques (OMI, 1994)*

En la Conferencia Internacional sobre la gestión del agua de lastre de los buques, celebrada en Londres del 9 al 13 de febrero de 2004, se adoptó el Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, que tiene como objeto evitar la introducción de organismos acuáticos perjudiciales en los ecosistemas marinos/costeros y así prevenir los efectos adversos que origina la propagación de dichos organismos a través del agua de lastre y sedimentos de los buques en el ecosistema receptor.

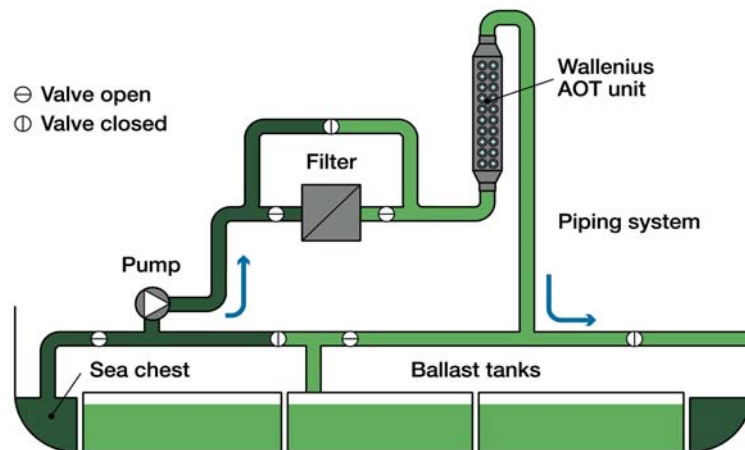
El Convenio abre dos posibles vías para dar una respuesta medioambientalmente aceptable: el intercambio de agua de lastre, de forma que aguas de lastre captadas en zonas profundas se viertan en zonas poco profundas y viceversa, lo que impide la supervivencia de microorganismos extraños; y, como segunda opción, el tratamiento a bordo de dicha agua de lastre, opción que será de aplicación a medio y largo plazo, cuando la tecnología disponible lo permita.

El mercado ofrece soluciones químicas para eliminar los organismos que son transportados en el agua de lastre. Estas opciones suponen reemplazar un problema medioambiental por otro, al contaminar el agua del mar con restos de sustancias químicas. La opción más recomendable es la que consigue exterminar los organismos sin generar residuos químicos que aumenten el peligro medioambiental.

La Administración Pesquera, preocupada por la preservación del medioambiente y teniendo en cuenta el aspecto emblemático del Buque, ha dispuesto una ampliación de crédito que permite, entre otras actuaciones, la instalación de un sistema fijo abordo que permite el tratamiento del agua de lastre sin dejar residuos contaminantes.

De entre los pocos sistemas existentes en el mercado, se ha elegido el PURE BALLAST de la Empresa ALFA LAVAL como el más adecuado para los objetivos perseguidos. Se basa en la tecnología AOT (Tecnología de Oxidación Avanzada), un proceso libre de sustancias químicas que esteriliza el agua utilizando una solución biodegradable que puede verterse al mar. Este sistema elimina casi el 100% de los organismos y cumple con la normativa de la Organización Marítima Internacional (IMO) que entrará en vigor en 2009.

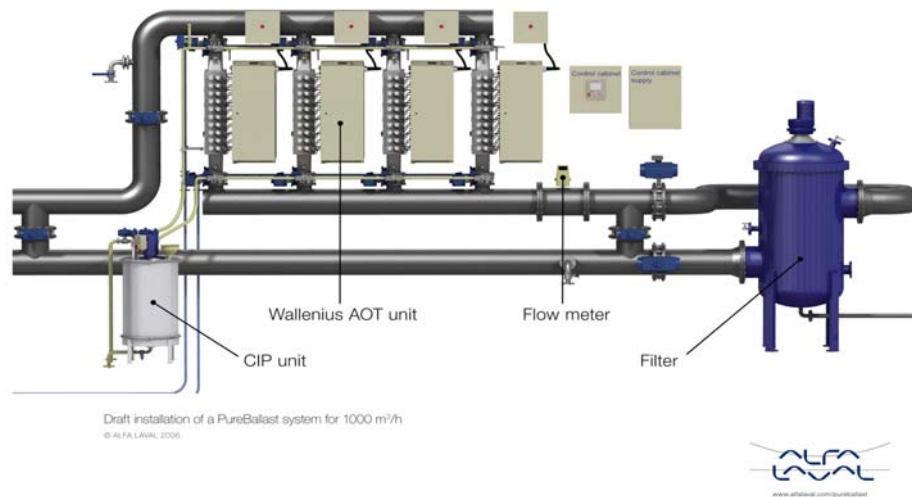
Durante el proceso de lastre, el agua pasa por un prefiltro que elimina algunas partículas y organismos mayores. A continuación, el agua pasa a la unidad AOT, la cual contiene catalizadores de dióxido de titanio que generan radicales al contacto con la luz. Los radicales descomponen la membrana de la célula de los microorganismos sin utilizar sustancias químicas ni crear desechos. El sedimento que se crea en el tanque de lastre se reduce gracias a la etapa de prefiltro y el agua de backflushing puede verterse al mar directamente. (Figura 26)



- Figura 26. Circuito de lastre y deslastre -

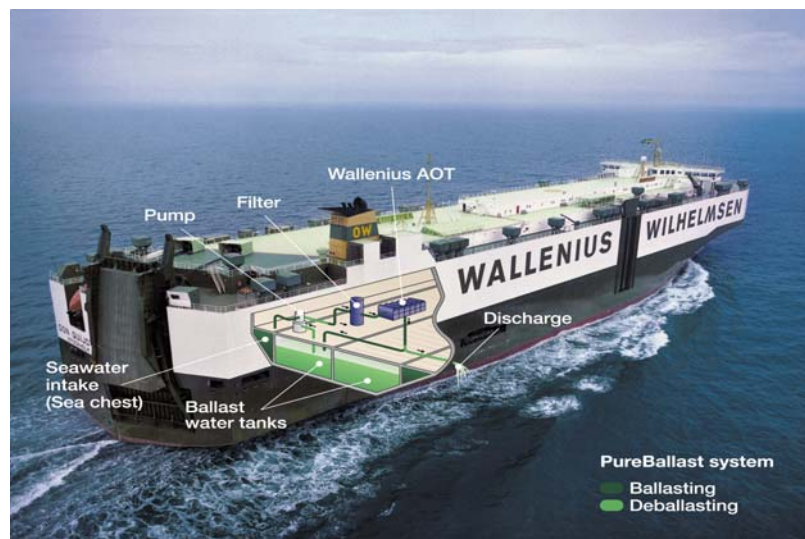


Durante el proceso de deslastre, el agua pasa nuevamente por la unidad AOT para destruir cualquier posible organismo que durante la travesía se haya vuelto a cultivar en los tanques. Por otro lado, el agua se deriva por un by-pass del filtro con el fin de evitar un backflushing del mismo, lo que elimina el riesgo de una posible contaminación vía filtro de la zona donde se está produciendo el deslastre. Todo el sistema está completamente automatizado y se puede operar de forma local y remota. Su ciclo de vida es el mismo que el del barco y no necesita más mantenimiento que el normal para un equipo marino. (Figura 27)



- Figura 27. Sistema Pure Ballast -

Además de en las pruebas piloto realizadas en el laboratorio de NIVA, se ha demostrado la eficiencia de PureBallast en las pruebas reales llevadas a cabo a bordo de los barcos Don Quijote (Figura 28), a partir de 2003, y AIDA, desde 2006. El sistema ha sido probado no sólo en cuanto a su eficiencia biológica, sino también en cuanto a su automatización y fiabilidad operativa. Entre otras cosas, se ha demostrado que PureBallast no interfiere en las operaciones de lastre y que funciona bajo condiciones severas y con caudales variables.



- Figura 28. Buque Don Quijote -

## 8.2. CONTROL DEL FOULING

Las características deseables para una pintura naval de nueva generación que cumpla con la normativa actual, y favorezca la sostenibilidad del medio son entre otras:

- Libre de estaño
- Alta efectividad en pulimentación y liberación de biocidas.
- Tecnología basada en polímeros de carboxilato de cinc hidrolizable.
- Excelentes propiedades autopulimentantes
- Disminución relativa de la capa lixiviada con antiincrustantes libres de estaño.
- Alto volumen de sólidos y alto espesor.
- Alta protección antiincrustante.
- Rapidez y seguridad en el repintado.
- Reducción al mínimo de los costes de mantenimiento.

Desde la aparición de las primeras pinturas antiincrustantes sin biocidas para embarcaciones rápidas en 1996, se ha progresado mucho y hoy día se dispone de pinturas basadas en el uso de siliconas y de polímeros de fluor (fluoropolymer®) que, en comparación con otras protecciones basadas también en siliconas, mejoran enormemente sus prestaciones incluso para los buques menos rápidos.

El Buque de Cooperación Pesquera estará protegido por una pintura que representa el último avance en el control del aumento de la rugosidad del casco, debido a la creación de una superficie muy lisa y deslizante, con poca resistencia de fricción, a la que los organismos marinos (*Bio-Fouling*) tendrán dificultad de incrustarse y, los que lo consigan, lo harán de una forma débil por lo que se podrán eliminar con facilidad. (Figura 29)



- Figura 29. Pintura anti fouling -

Los fabricantes del producto elegido aseguran que la aplicación de sus protecciones a buques convencionales, incluidos petroleros, etc., con velocidades de servicio superiores a unos diez nudos, puede proporcionar las siguientes ventajas:

- Menor rugosidad media del casco (25%) que origina un menor coeficiente de resistencia friccional (38%).
- Mejor resistencia estática frente a las incrustaciones (80%).
- Mejores propiedades frente al desprendimiento de las incrustaciones (40%).
- Mejor resistencia a la abrasión (60%).

- Ahorros de los costes de combustible de hasta el 6%, dependiendo de las condiciones de servicio de los buques.

Las características de durabilidad, flexibilidad y resistencia frente a la abrasión de estas pinturas y la ausencia de biocidas proporcionará también ahorros en las entradas en dique ya que el tratamiento de residuos y de las aguas de lavado del casco será más barato y sencillo.

Con objeto de comprobar las bondades de este nuevo producto, está previsto ensayar en el Canal de la ETSIN una plancha sumergida, de igual superficie a la mojada del modelo del buque ya ensayado, pintada con el nuevo producto y con una pintura convencional, con el fin de comparar su comportamiento en cuanto a Resistencia Friccional se refiere.

## 9. CONCLUSIONES

- La concepción y el proyecto de este buque son totalmente inéditas. En definitiva se trata de un Buque Escuela para impartir formación en todas y cada una de las actividades que comprende el Sector Pesquero, desde la captura hasta la distribución del producto a nivel de mercado detallista. No parece que existan en el mundo precedentes de buques semejantes a este nivel.
- El buque ha sido cuidadosamente optimizado desde el punto de vista hidrodinámico. La velocidad contractual – 13,5 nudos – ha sido ampliamente superada en más de dos nudos debido a las excelentes formas de la carena. En los ensayos de comportamiento en la mar se ha podido comprobar que el buque se mantiene dentro de los límites de operatividad estudiados hasta un estado de la mar 6, circunstancia que se considera satisfactoria. En cuanto a maniobrabilidad, la incorporación del timón especial de nueva generación ha supuesto una mejora notable en sus características evolutivas.
- La incorporación al parque de pesca del completo equipamiento de manipulación y elaboración del pescado, supondrá un avance considerable en la proyección de la imagen de la industria española hacia el exterior. Hay que destacar, también, el conjunto de equipos destinados a la conservación del producto que incorpora el buque, que comprende, prácticamente, todas las alternativas de refrigeración y congelación que, hoy en día, son utilizadas en la industria pesquera.
- Sin llegar a ser un Buque Oceanográfico, con los laboratorios e instrumentación científica dispuestos a bordo, es posible impartir formación a nivel de usuario en la mayor parte de las materias que son propias de este tipo de buques: Oceanografía Física y Química, Biología Marina e Investigación Pesquera, Contaminación Marina, etc.
- Se ha prestado especial atención a los aspectos ecológicos y de protección del medio ambiente, a tal fin se han incorporado los sistemas descritos en este trabajo en lo relativo al agua de lastre y a la protección del casco.