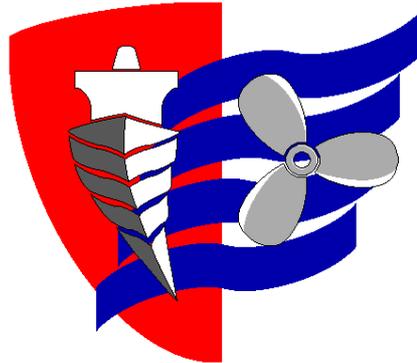


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Trabajo Fin de Grado*

**INGENIERÍA ADAPTADA A LA ESPECIAL  
OPERATIVIDAD DEL BUQUE DE  
SALVAMENTO MARÍTIMO  
“LUZ DE MAR”**

**ADAPTED ENGINEERING TO THE SPECIAL  
OPERATION OF MARITIME RESCUE SHIP  
“LUZ DE MAR”**

Para acceder al Título de Grado en

**INGENIERÍA NÁUTICA Y  
TRANSPORTE MARÍTIMO**

Autor: Pedro Martínez Valentín

Director: Miguel Ángel Mateo Lascorz

Julio-2013



INGENIERÍA ADAPTADA A LA ESPECIAL  
OPERATIVIDAD DEL BUQUE POLIVALENTE DE  
SALVAMENTO MARÍTIMO Y LUCHA CONTRA LA  
CONTAMINACIÓN MARINA

# BS-41 "LUZ DE MAR"





## ÍNDICE

<b><i>PRÓLOGO</i></b>	<b><i>7</i></b>
<b><i>INTRODUCCIÓN</i></b>	<b><i>9</i></b>
<b><i>CONTRATACIÓN</i></b>	<b><i>15</i></b>
OBJETO DEL CONTRATO _____	15
PRESUPUESTO _____	15
PLAZO DE EJECUCIÓN DEL SUMINISTRO Y LUGAR DE ENTREGA _____	15
CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES PRINCIPALES _____	16
<b><i>PROYECTO Y DISEÑO</i></b>	<b><i>27</i></b>
SISTEMA DEFCAR _____	27
DISEÑO Y GENERACIÓN _____	27
PUNTOS DE CONTROL _____	28
CÁLCULOS DE INGENIERÍA NAVAL _____	30
GEOMETRÍA DEL BUQUE _____	30
COMPARTIMENTADO _____	31
SITUACIONES DE CARGA _____	32
OTROS CÁLCULOS _____	33
DESARROLLO DEL FORRO _____	34
PROCESOS DE PRODUCCIÓN _____	34
DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA _____	35
DE FÁCIL USO _____	35
DESPIECE DE LA ESTRUCTURA _____	36
ANIDADO Y CORTE POR CONTROL NUMÉRICO _____	39
ANIDADO AUTIMÁTICO Y MANUAL _____	40
GESTIÓN DE LA BASE DE DATOS _____	41
MODELADO DE EQUIPOS _____	42
TRAZADO DE CONDUCTOS _____	43
EL PROGRAMA AUTOCAD 2005 _____	44
PLANOS _____	45
CLASIFICACIÓN _____	52

<b><u>CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO</u></b>	<b><u>53</u></b>
PARQUE DE ACEROS _____	53
MÁQUINAS APLANADORAS, GRANALLADORAS E IMPRIMADORAS _____	53
TORRE DE PROYECCIÓN DE TRAZADO ÓPTICO _____	54
TALLER DE HERREROS DE RIBERA _____	55
ZONA DE ALMACENAMIENTO INTERMEDIO _____	56
TALLER DE SOLDADURA _____	57
ZONA DE PREFABRICACIÓN _____	59
GRADAS, ENSAMBLAJE DE LOS BLOQUES _____	63
<b><u>ZONA DE ARMAMENTO</u></b>	<b><u>77</u></b>
<b>CÁMARA DE MÁQUINAS</b> _____	<b>78</b>
Motores Principales _____	83
Motores Auxiliares y Alternadores _____	84
Los Propulsores Principales _____	87
El Propulsor de Maniobra de Proa _____	88
<b>PUENTE DE GOBIERNO</b> _____	<b>91</b>
Equipos _____	91
<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	<b><u>101</u></b>
<b><u>BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS</u></b>	<b><u>105</u></b>

## PRÓLOGO

En los últimos 40 años la informática ha evolucionado con gran rapidez y se ha introducido en todos los sectores favoreciendo los procesos industriales y productivos. Es una herramienta indispensable en todo tipo de trabajo formando parte de nuestra vida e influyendo notablemente en ella también, por qué no.

El sector de la construcción naval no es una excepción en cuanto a la dependencia de la informática. Ésta se ha introducido de tal manera, que actualmente la construcción de un buque se puede realizar en tiempo récord y con una calidad óptima.

Un ejemplo de ello es la construcción del buque de Salvamento Marítimo y Lucha contra la Contaminación Marina nombrado "Luz de Mar", construido por los Astilleros Armón de Vigo (casco y estructura) y los Astilleros Armón de Navia (ingeniería).

Sobre este buque he centrado mi trabajo de fin de grado, que viene a ser una demostración de la aplicación de la informática en su construcción y equipamiento adaptada a la singular y especializada actividad de este buque. Para ello, he recopilado toda la información obteniéndola de varias fuentes, destacando en particular la recibida por parte de los Astilleros Armón, de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (Sasemar), de Remolques Marítimos, S.A. y de los oficiales del "Luz de Mar".

La estructura del trabajo la he dividido en tres partes. La primera y más importante hace referencia al uso de los ordenadores y aplicaciones informáticas en el proyecto y diseño del buque, así como en su posterior construcción. Las otras dos partes hacen referencia, de una forma resumida, por un lado a la construcción de suministro (Luz de Mar) y por otro al armamento del buque.

Por último, quiero agradecer a Emir Iglesias, inspector de Remolques Marítimos, S.A. y Sasemar, a Javier García, Jefe del Centro de Salvamento Marítimo de Castellón a Juan Antonio Pla y José Antonio Arrieta, Capitanes

del "Luz de Mar" a Diego Medina García, Jefe de Máquinas del "Luz de Mar" y a su tripulación: Beatriz Rimada, 1er. Oficial de Puente; Salvador Martínez, 2º Oficial de Puente; Fernando Abril, 1er. Oficial de Máquinas; Joaquín Bermúdez, Oscar Canosa, Jesús Santamaría, José Pernas y Mónica Valero, Cubierta; Francisco Martínez, Fonda y Emilio Durán y Juan Ruíz, Máquinas, su inestimable colaboración, sin la cual no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

Pedro Martínez Valentín.

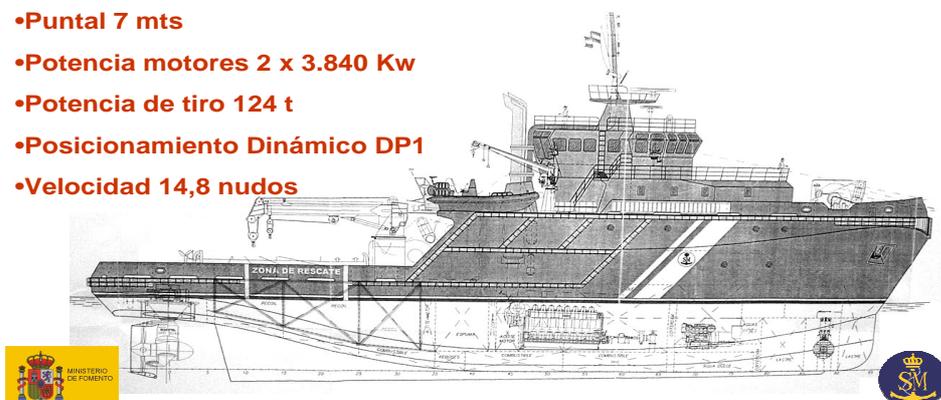
## INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Fomento, a través de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), contrató con Astilleros Armón de Vigo, a principios del 2004, la construcción de dos buques polivalentes de salvamento marítimo y lucha contra la contaminación marina de idénticas características y equipamiento, para su entrada en servicio a mediados de 2005 el primero y a finales de 2005 el segundo. La construcción de este tipo de buque se enmarca dentro del Plan Puente, que el Ministerio de Fomento empezó a aplicar en 2004, para adelantar la adquisición de nuevos medios que se contemplaron en el Plan Nacional de Salvamento 2006-2009. Este Plan Puente tuvo como objetivo agilizar la entrada en servicio de los principales efectivos del Plan Nacional de Salvamento.

**Reunión Jefes de Centro.- Madrid Noviembre 2.004**

### **Dos buques de 124 tns bollard pull (en construcción)**

- Eslora 56 mts
- Manga 15 mts
- Puntal 7 mts
- Potencia motores 2 x 3.840 Kw
- Potencia de tiro 124 t
- Posicionamiento Dinámico DP1
- Velocidad 14,8 nudos



En base a la experiencia adquirida en Salvamento Marítimo y Lucha contra la Contaminación Marina durante estos últimos años, se encargó la construcción de un tipo de remolcador de salvamento de altura, con acomodación y servicios situados en la mitad de proa, y con una cubierta de popa despejada y preparada como zona de carga, bien de equipos de salvamento, bien de lucha contra la contaminación o de tanques de almacenamiento de residuos de hidrocarburos.

## Dos buques de 124 tns bollard pull (en construcción)

- Capacidad recogida hidrocarburos 293 m<sup>3</sup>
- Capacidad de lastre 110,0 m<sup>3</sup>
- Capacidad de líquido espumógeno 66,6 m<sup>3</sup>
- Capacidad de combustible 588 m<sup>3</sup>
- Capacidad de agua dulce 113 m<sup>3</sup>
- Capacidad de dispersantes 22,6 m<sup>3</sup>
- Autonomía 5.230 millas



El “Luz de Mar”, la primera de las unidades que formó parte de este plan de dotación, puede funcionar como buque de apoyo en actuaciones en las que intervengan equipos ajenos a la dotación del buque (buceadores, extracción de restos, etc.), ofreciendo soporte para las operaciones y transporte de los equipos necesarios. Además incorpora un eficaz servicio de lucha contra incendios por medio de cañones de agua situados en la parte más alta del buque, y es capaz de actuar en buques en situación de emergencia, bien remolcando, bien empujando, para lo cual tiene una capacidad de maniobra eficaz a cualquier velocidad. Cuenta con un preciso sistema de posicionamiento dinámico automático, que le permite, mediante propulsores controlados por un sistema central, mantener la posición GPS con independencia de las condiciones meteorológicas existentes.



El “Luz de Mar”, cuyo presupuesto ascendió a 15 millones de euros, tiene una eslora de 56 mts., con una potencia de 10.300 CV., 124 toneladas de tiro a punto fijo sobre bolardo, capacidad de recogida de residuos de hidrocarburos y bombas de aspiración en superficie para su posterior almacenamiento y decantación en los tanques dedicados al efecto con una capacidad de hasta 293 metros cúbicos.





El “Luz de Mar” es un buque de salvamento moderno y potente que inició la renovación profunda de la flota de Salvamento Marítimo y Lucha contra la Contaminación Marina.



En mi opinión, y en base a mi experiencia profesional como marino mercante durante 25 años, 20 de los cuales desarrollando mi actividad profesional en

la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima como oficial de puente, participando en un gran número de intervenciones, remolques, auxilios, salvamento de bienes y vidas humanas y episodios de contaminación marina, considero que una unidad de salvamento marítimo debe cumplir con unas características determinadas que le permitan poder enfrentarse con éxito a cualquier tipo de contingencia. El “Luz de Mar” cumple sobradamente con esas expectativas gracias a su polivalencia.

Buena maniobrabilidad, condiciones de trabajo seguras, el manejo, dotación y funcionamiento del buque son sencillos en todos sus procedimientos, sin perjuicio de la seguridad y eficiencia con respecto a las operaciones pretendidas. Su diseño y construcción están adaptados para intervenir en el salvamento de vidas humanas, bienes y lucha contra la contaminación marina, y también como buque de apoyo.

Dispone de los medios necesarios para resolver mejor el Salvamento de la Vida Humana en la Mar, el salvamento de buques, por medio de su capacidad de remolque y salvamento, evitando a la vez la contaminación marina que de los accidentes marítimos puedan desprenderse, o una vez producido el accidente con las actuaciones conducentes tanto al rescate de vidas como a la Lucha contra la Contaminación Marina y sin olvidar su potente capacidad de Lucha contra incendios. Además, tiene capacidad de recogida de residuos de hidrocarburos en la mar, por medio de brazos flotantes, bombas de aspiración y de tanques de almacenamiento y decantación dedicados al efecto. También es capaz de realizar las mismas funciones con barreras de contención y bombas skimmers portátiles, por lo que estos equipos y su manejo están ubicados en cubierta.

La experiencia acumulada en Salvamento Marítimo en los últimos años, antes de la entrada en servicio del “Luz de Mar”, a través de todas las emergencias que se han producido en la mar, ya sea por accidentes marítimos o por otras causas, pone de manifiesto que los factores Tiempo y Organización son de gran importancia a la hora de afrontar con posibilidades de éxito el salvamento marítimo o la lucha contra la contaminación marina. El factor tiempo está en numerosas ocasiones ligado al organizativo, ya que

un esquema organizado, claro y sencillo ahorra mucho tiempo a la hora de tomar decisiones sobre la utilización de diferentes medios. El “Luz de Mar” se erige como una unidad polivalente de rápida movilización y de gran eficacia en las operaciones de contención, recuperación y limpieza de un vertido y en el salvamento de buques y de vidas humanas, siendo una pieza fundamental en la estructura operativa de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima.

## **CONTRATACIÓN**

### **OBJETO DEL CONTRATO**

El objeto del contrato fue la adquisición por parte del armador, la Entidad Pública Empresarial Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), de dos (2) buques polivalentes especializados en salvamento marítimo y lucha contra la contaminación en la mar, de acuerdo con las características y especificaciones técnicas solicitadas por Sasemar.

### **PRESUPUESTO**

El presupuesto máximo de licitación del contrato ascendió a la cantidad de treinta millones de euros (30.000.000 €). El importe del contrato fue el que resultó de la adjudicación. En el citado importe, y por consiguiente en el precio de adjudicación se consideraron comprendidos todos los conceptos de coste y gasto inherentes al suministro a realizar.

### **PLAZO DE EJECUCIÓN DEL SUMINISTRO Y LUGAR DE ENTREGA**

La empresa adjudicataria, Astilleros Armón de Vigo, entregó las unidades marítimas a la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, en un plazo de 21 meses, contado a partir de la formalización del contrato.

La entrega de cada una de las unidades se efectuó de forma gradual entregándose la primera dentro del plazo de 15 meses desde la firma del contrato (Mayo 2005), siendo entregada la segunda dentro del plazo de 6 meses contado desde la entrega de la anterior (Octubre 2005).

Los buques se entregaron en puertos del litoral español, designados por la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima 15 días antes de la

finalización de la construcción. Por todo ello, el Astillero notificó con suficiente anticipación la fecha prevista para la entrega de las mismas.

## CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES PRINCIPALES

El buque se destina al remolque en todo el mundo de grandes buques y barcasas, y será completamente marítimo en todos los aspectos.

Reunión Jefes de Centro.- Madrid Noviembre 2.004

### Características de los buques de salvamento y lucha contra la contaminación



Además está diseñado para labores en puerto y terminales, operaciones de salvamento, anticontaminación y lucha contra incendios. También tiene excelentes cualidades de maniobrabilidad con propulsión y sistema de control de maniobras integrados, equipado con dos hélices azimutales. Dispone del más alto grado de seguridad, capacidad de manejo y maniobrabilidad en todas las operaciones del buque.



Los detalles de diseño, fabricación, instalación, inspección y mano de obra incluidos en la especificación y la aprobación de planos se desarrolló según la práctica habitual del constructor y sujeta a la aprobación del Armador.

Los materiales, maquinaria y equipos se diseñaron, por lo general, conforme al servicio marítimo, los estándares del constructor y/o los estándares actuales del fabricante.

El objetivo del diseño:

Buena maniobrabilidad.

Condiciones seguras de trabajo.

El manejo, dotación y funcionamiento del buque fueron tan sencillos como fue posible, sin perjuicio de la seguridad y eficiencia con respecto a las operaciones pretendidas.

#### DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

El buque tiene las siguientes dimensiones, prestaciones y capacidades:

Eslora total.....	56,00 m
Eslora entre perpendiculares.....	48,00 m
Manga.....	15,00 m
Puntal a cubierta principal.....	7,00 m

Puntal a cubierta superior.....	9,70 m
Puntal a cubierta puente.....	12,40 m
Calado de trazado.....	5,50 m
Vhm de crucero al 80% potencia.....	14,4 nudos
Vhm al 100% de potencia.....	14,8 nudos
Tiro a punto fijo al 80% de potencia.....	105 tm
Tiro a punto fijo al 100% de potencia.....	124 tm
Autonomía (velocidad al 80% de potencia).....	5.230 millas
Capacidad de combustible.....	588 m <sup>3</sup>
Capacidad de agua dulce.....	113 m <sup>3</sup>
Capacidad de aceite de motores de servicio.....	12,3 m <sup>3</sup>
Capacidad de aceite hidráulico.....	9,8 m <sup>3</sup>
Capacidad de aceite almacen del motor.....	14,1 m <sup>3</sup>
Capacidad de aceite schottel.....	16,9 m <sup>3</sup>
Capacidad de aceite sucio.....	14,1 m <sup>3</sup>
Capacidad de lastre.....	110 m <sup>3</sup>
Capacidad de tanques de residuos.....	293 m <sup>3</sup>
Capacidad de líquido espumógeno.....	66,6 m <sup>3</sup>
Capacidad de dispersantes.....	22,6 m <sup>3</sup>
Capacidad de tanque de lodos .....	14,5 m <sup>3</sup>
Capacidad de tanque de aguas grises.....	4,4 m <sup>3</sup>
Tripulación.....	18+8 personas
Arqueo bruto .....	1.780 GT
Peso en rosca.....	1.601 tm
Desplazamiento máxima carga.....	2.791 tm

## DESCRIPCIÓN GENERAL

El buque cumple con la presentación de servicios que por Ley han sido encomendados a la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR).

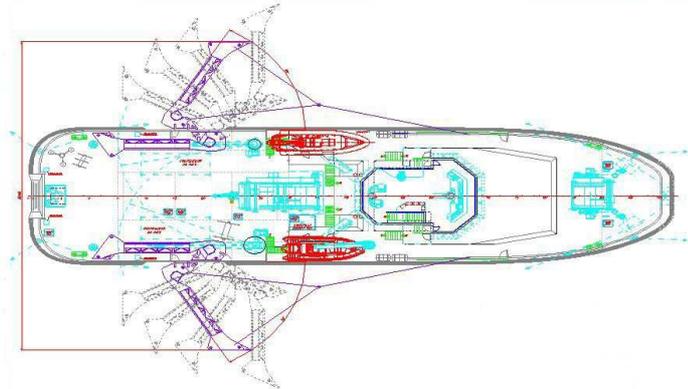
Dispone de los medios precisos para ejecutar mejor el Salvamento de la Vida Humana en la Mar, es directamente o bien preventivamente, por medio de su capacidad de remolque y salvamento, evitando a la vez la contaminación marina que de los accidentes marítimos puede desprenderse, o una vez producido el accidente con las actuaciones conducentes tanto al rescate de vidas como a la Lucha contra la Contaminación Marina y de su capacidad de Lucha contraincendios.

Reunión Jefes de Centro.- Madrid Noviembre 2.004



Adicionalmente, tiene capacidad de recogida de residuos de hidrocarburos en la mar, por medio de brazos flotantes, bombas de aspiración y de tanques de almacenamiento y decantación dedicados al efecto.

## Maniobra de Despliegue de Tangones



## Tangones



También es capaz de realizar las mismas funciones con barreras de contención y bombas skimmers portátiles, para lo que estos equipos y su manejo están ubicados en cubierta.

## Funcionamiento de los tanques: vídeo

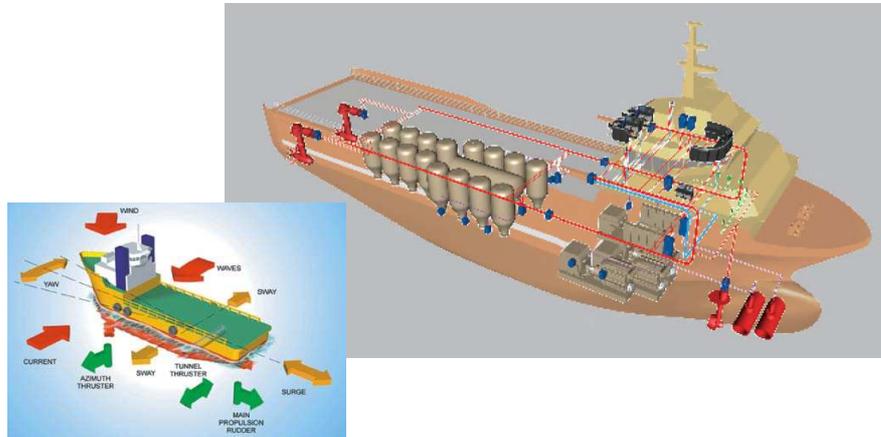


## Equipo alternativo de recogida: control remoto del skimmer



El último sistema indicado permite también la transferencia de carga de hidrocarburos de un buque siniestrado a este buque, o a otro situado en las proximidades, estando para ello equipado con un sistema de posicionamiento dinámico.

## Posicionamiento dinámico



Dispone de los suministros de fuerza eléctrica, neumática e hidráulica correspondientes en cubierta e incorpora el equipo correspondiente para utilizar dispersantes.

Los brazos de recogida de residuos, bombas, y sistemas de dispersión son desmontables y susceptibles de ser estibados en los lugares correspondientes y de rápida preparación para su utilización inmediata.

El buque dispone de capacidad para acomodar náufragos en un local que es compatible con la acomodación siuada en cubierta principal.

Es capaz de funcionar como buque de apoyo en determinadas actuaciones en que intervengan equipos ajenos a la dotación del buque como buceadores, extracciones de restos, etc., ofreciendo soporte para las operaciones y transporte de los equipos precisos, así como espacio para la acomodación del personal.

Dispone de un servicio de Lucha contra Incendios por medio de monitores situados sobre el puente que le confieren la categoría Fi-Fi-1.

## Sistema de Lucha Contra incendios FIFI



Puede actuar en buques en situación de emergencia, bien remolcando o empujando, para lo cual dispone de una capacidad de maniobra eficaz, tanto en navegación como en remolque y maniobras.



Tiene especial capacidad a velocidades entre 1 y 2 nudos, con una alta capacidad de maniobra para las operaciones de recogida de hidrocarburos.

La construcción es similar a la de un remolcador de salvamento de altura, en lo que a situación de maquinillas de remolque y auxiliares de estas

operaciones se refiere, con acomodación y servicios situados en la mitad de proa y con una cubierta de popa despejada y preparada como zona de carga ya sea para equipos de salvamento, lucha contra la contaminación o tanques de almacenamiento adicionales de residuos de hidrocarburos.



El casco está diseñado y construido con cuadernas transversales con una única cubierta corrida principal, castillo de proa con cubierta superior y cubierta castillo, caseta superior y puente.

La cubierta principal está construida sin arrufo ni brusca. En ella están situados la habitación, espacios de máquinas, maquinilla de remolque de popa y cubierta de trabajo.

La cubierta superior y de castillo de proa está construida sin arrufo ni brusca. En ella están situados la habitación, maquinilla de remolque de proa, caseta y embarcaciones de servicio y salvamento.



La caseta superior y el puente están contruidos sin arrufo ni brusca.

En otros espacios están situados los camarotes de oficiales y sobre ellos el puente con los equipos de comunicación, navegación y control.

Sobre el puente de navegación está instalado el mástil con antenas, luces y cañones contraincendios.



## PROYECTO Y DISEÑO

El diseño de un buque por ordenador nos facilita el trabajo del diseño de las formas y de los cálculos típicos:

- a) Diseño y generación.
- b) Cálculos de ingeniería naval.
- c) Diseño y desarrollo del forro.
- d) Despiece de la estructura.
- e) Diseño y corte por control numérico.
- f) Diseño y trazado de tuberías y equipos.

El diseño del buque “Luz de Mar” fue realizado con el sistema DEFCAR en los Astilleros Armón de Vigo (Galicia). La ingeniería se diseñó y realizó en las oficinas de Astilleros Armón de Navia (Asturias); utilizando para ello el programa AUTOCAD 2005 y ADOBE ACROBAT READER principalmente.

## SISTEMA DEFCAR

El sistema de DEFCAR fue desarrollado por Ingenieros Navales usando los últimos métodos de programación y aprovechándose del entorno de Microsoft Windows para crear una aplicación de uso fácil y rápido.

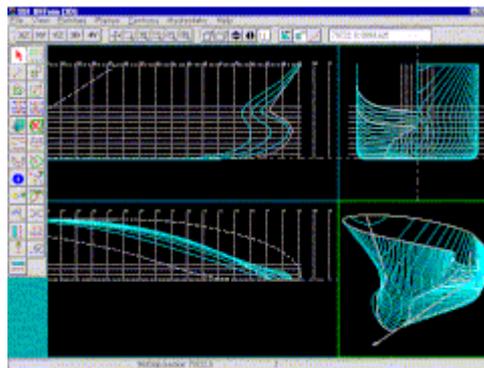
Sus características principales son:

- diseño de formas de cualquier tipo
- modificación interactiva de la forma del casco
- cálculo básico de las líneas hidrostáticas
- Importación/exportación DXF, IGES
- salidas a impresora

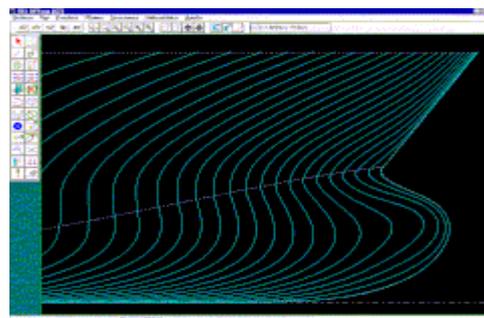
## DISEÑO Y GENERACIÓN

**DFform** es el módulo del sistema Defcar que usa superficies para definir las formas del buque. Permite la definición de manera tridimensional continua, con las siguientes ventajas:

- Rapidez y facilidad en la modificación de las formas.
- Alisado sin errores. El sistema obtiene formas mucho mejor alisadas que cualquier otro procedimiento.
- La superficie se define de forma continua en lugar de discreta.
- Mayor precisión y menos errores en modificaciones posteriores.
- La modificación local en una zona se transmite automáticamente a toda la superficie, manteniendo las formas siempre alisadas.



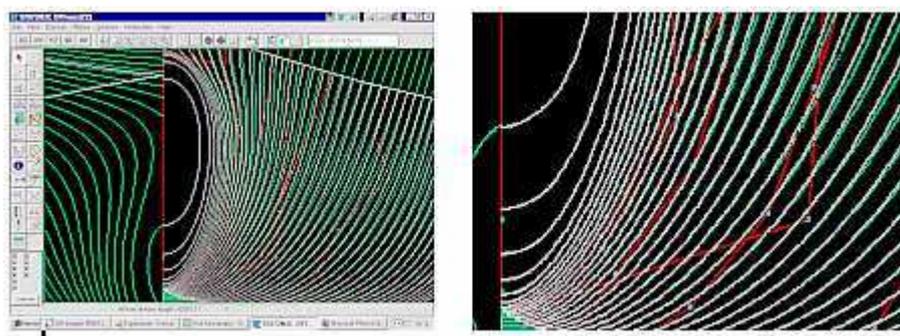
El proyecto de un buque a partir de una forma existente diseñado con DFform es enormemente fácil, rápido y potente.



## PUNTOS DE CONTROL

El usuario gobierna la forma de la superficie moviendo sus "puntos de control". El sistema admite múltiples superficies (parches) conectadas unas con otras para definir las formas en su totalidad. Las conexiones entre

parches pueden ser de diferente orden de continuidad. El sistema gestiona internamente las modificaciones producidas en un parche que puedan afectar a otros. El usuario puede realizar durante el proceso de proyecto Cálculos de Ingeniería Naval de forma interactiva, con objeto de comprobar el efecto que las modificaciones en las formas tienen sobre los parámetros fundamentales del buque: desplazamiento, centro de carena, coeficientes, etc.



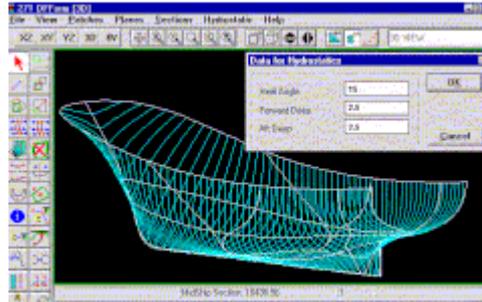
Diseño interactivo de las formas del casco moviendo los puntos de control de las superficies. Color verde corresponde a las secciones antes de la modificación, color gris secciones después de la modificación (se puede observar la suavidad del cambio de la superficie).

### **La definición de las formas del casco pueden realizarse de tres maneras.**

**Identificación:** El usuario tiene las formas de un buque preexistente y desea introducirlo en el sistema DEFCAR, realizando una identificación. Este procedimiento es frecuentemente utilizado en la práctica. El usuario deberá introducir los puntos de referencia de las formas, a partir de los cuales DFform ayudado por el usuario, irá adaptando las superficies a los puntos de referencia. La precisión puede ser del orden de 1mm.

**Transformación:** En este caso, el usuario va a obtener un nuevo buque partiendo de otro previamente definido con DFform. Este es el método más rápido para proyectar. El sistema, ayudado por el usuario, modifica las superficies de un buque previamente diseñado con DEFCAR para obtener otro nuevo. Pueden obtenerse formas muy distintas al buque base con procedimientos sencillos.

**Generación:** Puede darse el caso de un nuevo tipo de buque de formas muy distintas que impidan utilizar las de otro proyecto previo. El proceso en este caso sería definir los perfiles del buque, las líneas principales que limitan los cuerpos de popa y proa etc. Posteriormente se crean las superficies que se apoyan en estas líneas, y, a partir de aquí, se modifican hasta la forma deseada.



## CÁLCULOS DE INGENIERÍA NAVAL

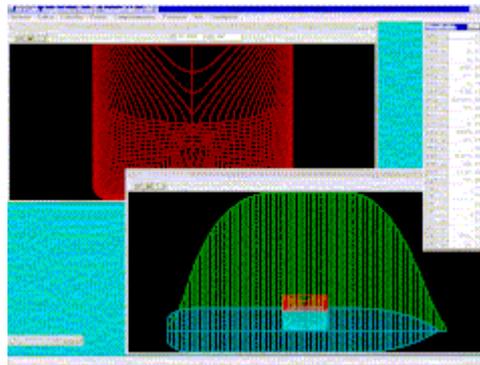
**DFHidro** es el módulo de cálculos de Ingeniería Naval del sistema DEFCAR. Este módulo permite calcular las características hidrostáticas y de estabilidad del buque, tanto en aguas tranquilas como con el buque a flote sobre olas de cualquier longitud y altura.

## GEOMETRÍA DEL BUQUE

**DFHidro** permite definir la geometría de un buque por medio de las secciones transversales del casco. Estas secciones transversales se pueden definir de tres modos:

- numéricamente por puntos de una cartilla de trazado
- importando un fichero DXF

- tomando directamente la geometría del casco definida en el módulo **DFForm**.



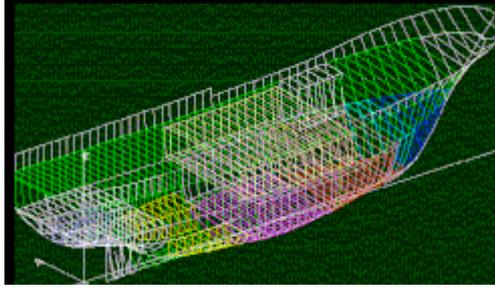
A continuación, se puede completar la geometría del buque definiendo apéndices y superestructuras. Una vez definida la geometría completa del buque, se pueden realizar cálculos de hidrostáticas y carenas inclinadas para diversos estados del buque.

## COMPARTIMENTADO

**DFHidro** permite compartimentar el buque para poder definir los tanques, bodegas, etc. Los diversos espacios así obtenidos pueden juntarse, sustraerse, etc. para definir formas más complejas.

También pueden definirse compartimentos cilíndricos, cajas, etc. A cada uno de los compartimentos así definidos se le asigna un valor de permeabilidad (porcentaje de ocupación máxima posible realmente respecto de su volumen teórico).

Una vez definidos los compartimentos, se pueden obtener tablas de capacidades de cada uno de ellos, con centros de gravedad y momentos de inercia

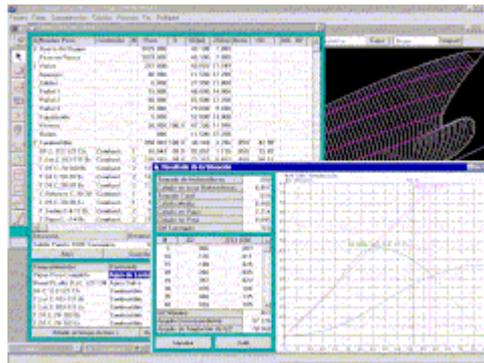


**DFhidro** muestra los resultados de los cálculos de diversas maneras:

- gráficamente (pantalla o impresora/ploter)
- tablas (pantalla o impresora) salvado en archivos para pegar en un procesador de texto.

## SITUACIONES DE CARGA

**DFhidro** permite definir un número ilimitado de situaciones de carga. Cada una de estas situaciones de carga se define por medio de los pesos que la componen. Estos pesos pueden ser puntuales, distribuidos en un compartimento o distribuidos según una ley cualquiera.



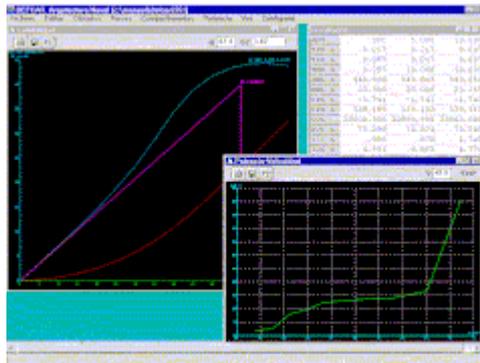
Para cada condición de carga, el programa calcula las curvas de estabilidad estática y dinámica y el ángulo de inundación correspondiente. Este cálculo se puede realizar con el buque intacto o con uno o varios compartimentos inundados.

Con los resultados de las diversas condiciones, el programa calcula la curva de KG máximo. El sistema realiza los cálculos por el método directo, recalculando la posición real del KG para cada situación de equilibrio. Para cada situación de carga el sistema también calcula la resistencia longitudinal.

## OTROS CÁLCULOS

**DFhidro** realiza además una serie de cálculos que abarcan diversos aspectos del proyecto de un buque. Podemos citar entre ellos:

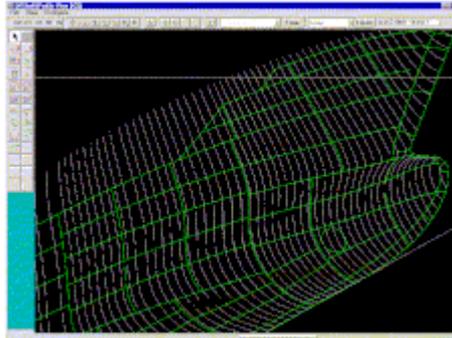
- Cálculo del Arqueo.
- Cálculo del Francobordo.
- Cálculo del Módulo de la Cuaderna Maestra.
- Estimación de Potencia-Velocidad.
- Selección de Hélice Optima.
- Cálculo de Botadura.
- Curva de Calado-Peso Muerto.



**DFhidro** funciona en el entorno conocido de Windows, lo que hace que su manejo sea realmente sencillo. Cualquier usuario puede obtener rendimiento del programa desde el primer día.

## DESARROLLO DEL FORRO

**DFShell** es el módulo de cálculos y diseño para el desarrollo del forro del sistema DEFCAR. Este módulo permite calcular y diseñar las características del forro y cubiertas del buque.



- Desarrollo de planchas de forro y cubierta.
- Expansión sin limitación alguna en cuanto a su forma, número de lados, dimensiones, etc.
- Método de elementos finitos para el desarrollo. Máxima precisión.
- Definición geométrica e interactiva de costuras y topes.
- Compartimentación del buque.
- El sistema puede obtener cartillas de trazado para la construcción de plantillas, que sirvan para el conformado de dichas chapas.
- Posicionamiento de elementos estructurales.
- Gestión tridimensional de la estructura.

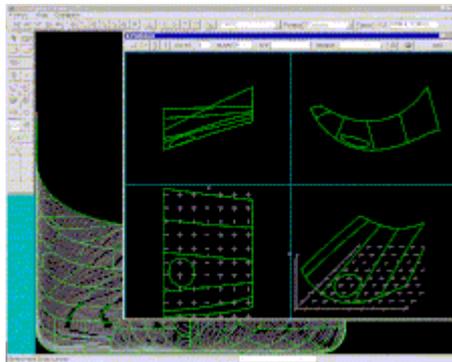
## PROCESOS DE PRODUCCIÓN

Las costuras y topes que conforman las chapas del forro son definidas de una forma totalmente gráfica e interactiva, por medio de puntos sobre la superficie del casco. Por estos puntos de definición se pasan líneas de trazado. Estas líneas se pueden modificar en cualquier momento, editando los puntos que las definen. Una vez desarrolladas las chapas del forro, se pueden obtener cartillas de trazado para la construcción de plantillas, que

sirvan para el conformado de dichas chapas. La posición en que va a ser conformada una chapa (líneas de calor) la define el usuario de forma gráfica e interactiva, girándola en pantalla.

## DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

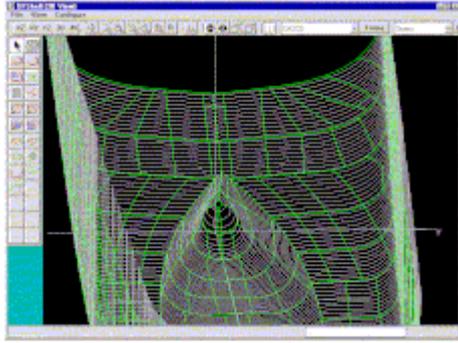
Este módulo permite también definir los refuerzos estructurales como varengas, bulárcamas, vagras, palméjares, buzardas, refuerzos longitudinales del forro y de las cubiertas, esloras, etc.



Esta definición se realiza en dos partes. En la primera se define la geometría del refuerzo: su posición y forma. En la segunda se define la información asociada, como pueden ser espesores, tipo y dimensiones de perfiles, etc.

## DE FÁCIL USO

La definición de todos estos elementos se realiza siempre de forma gráfica e interactiva, pudiendo editarse y modificarse en cualquier momento. Como referencia, señalar que esta forma es muy similar a como el AutoCAD y otros programas de CAD genéricos definen y editan las polilíneas. Una vez definidos, se pueden obtener cartillas de trazado de los mismos, calcular distancias a lo largo de sus contornos, etc.

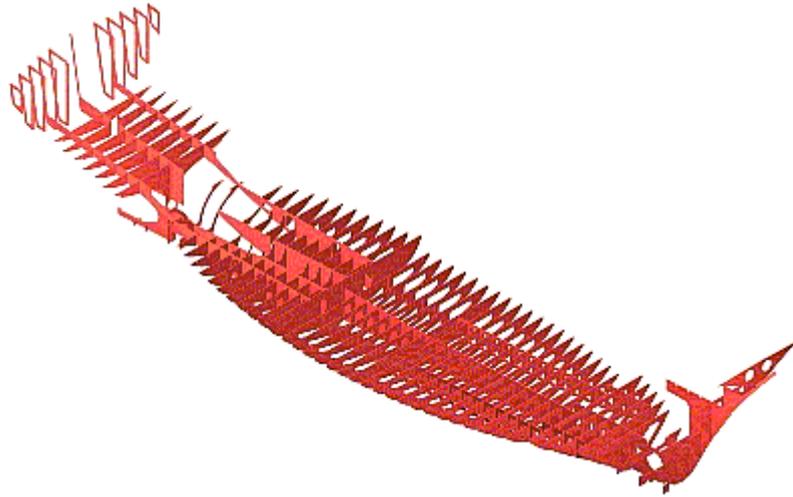


El manejo de este módulo se ha facilitado al máximo, pudiendo visualizarse el buque en las tres proyecciones cartesianas y en perspectiva cónica, manejando filtros para la visualización de las diversas formas (casco y cubiertas) y de las diversas capas (costuras, refuerzos, etc.), haciendo uso de los tres botones del ratón, etc., todo ello dentro del entorno conocido de Windows.

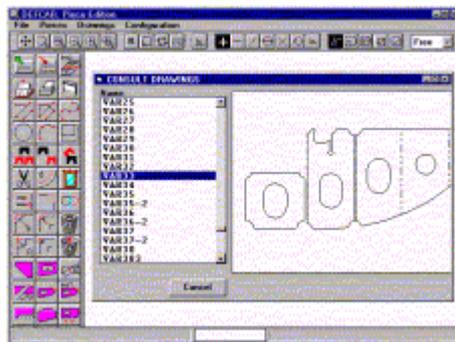
- **DFshell** permite realizar la compartimentación del buque. Para ello, se pueden definir las distintas cubiertas (planas, circulares, trapezoidales, etc.), los mamparos (transversales, longitudinales y oblicuos), de cámara de máquinas, dobles-cascos, superestructuras, etc.
- **DFshell** permite calcular cartillas de trazado para la construcción de camas de prefabricación. Para ello, el usuario puede colocar el panel seleccionado en la posición más adecuada de forma gráfica, trasladándolo y girándolo en pantalla.

## DESPIECE DE LA ESTRUCTURA

**DFEstruc** es el módulo de edición y despiece de la estructura de buques del sistema DEFCAR. Todas las piezas de la estructura del buque, incluyendo todos sus detalles y marcas, pueden ser obtenidas con éste módulo.



El sistema DEFCAR mantiene en su Base de Datos un modelo tridimensional detallado de la estructura del buque, que en esta fase de desarrollo del proyecto se va completando con cada pieza realizada con el módulo **DFestruc**. Este módulo genera las piezas en base a la definición previa realizada previamente en el módulo **DFShell** y permite insertar en ellas todos los detalles que necesitan para su total definición.



El usuario puede consultar la base de datos de piezas valiéndose de filtros de selección del tipo: por bloque, espesor, tipo de pieza, etc. Con sólo hacer "click" en la pieza el usuario puede visualizarla en una ventana (consultas "visuales"). Así mismo, el usuario controla las piezas que todavía no han sido agrupadas.

**DFestruc** obtiene la intersección de piezas entre sí de forma automática e inserta también automáticamente escotaduras producidas por costuras de

soldadura, así como los pasos de los refuerzos longitudinales y transversales del forro, marcas, etc.

Muchos otros detalles repetitivos han sido creados como funciones automáticas, para la inserción de aligeramientos, generación de cartelas, faldillas, chaflanes, etc. Estos automatismos (recogidos en funciones "icono"), unidos a la interactividad del sistema favorecen un considerable aumento de la productividad al trabajar con este módulo. El usuario obtiene en pantalla todas las piezas completamente definidas con el mínimo esfuerzo.

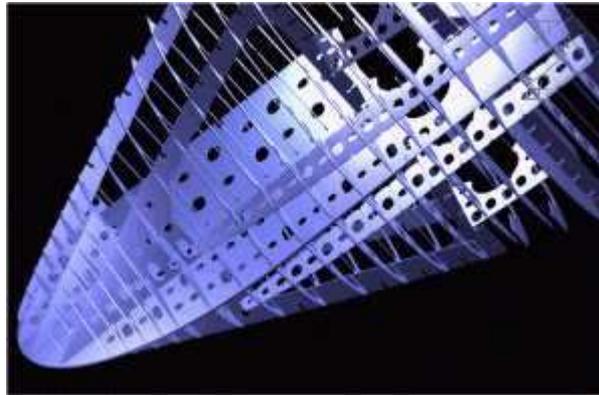


Además de obtener el despiece de la estructura de buques, **DFestruc** funciona como un editor de dibujo, con el que se pueden generar líneas, polilíneas, arcos, junquillos, etc., y se pueden realizar las funciones típicas de recorte, alargamiento, simetría, paralelo, empalme, etc.

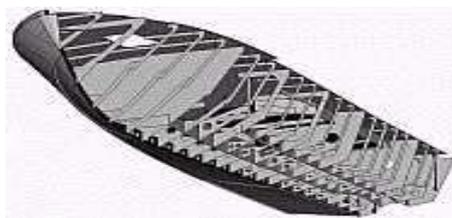
Se le ha dotado también de potentes funciones para acotación de piezas, con objeto de facilitar la realización de planos de montaje para gradas, cuaderno de aceros, etc. Asimismo, este módulo puede exportar o importar geometría a través de ficheros DXF. Todos los dibujos así generados pueden guardarse en una Base de Datos específica. La consulta a dicha Base de Datos, al igual que a la de piezas, tiene la posibilidad de previsualización.

Base de datos de Normas. **DFestruc** permite también que el usuario defina "normas" o "bloques" para poder insertarlos posteriormente, tanto de forma manual como de forma automática, en las piezas y en los dibujos. Estas normas se guardan también en otra Base de Datos específica, cuya consulta

tiene la característica de previsualización, al igual que la Base de Datos de piezas y la de dibujos.



**DFestruc** calcula los pesos y centros de gravedad espaciales de las piezas que se van obteniendo, lo que permite realizar el cálculo del peso total y del KG de bloques o de grupos de piezas cualesquiera. Con objeto de facilitar su aprendizaje, **DFestruc** se ha diseñado para que su manejo sea lo más similar posible a los editores de dibujo como AutoCAD, MicroStation, etc. Este característica, unida a un entorno conocido como Windows, hace que el usuario se familiarice con su manejo en muy poco tiempo, obteniendo una alta productividad prácticamente desde el primer día.

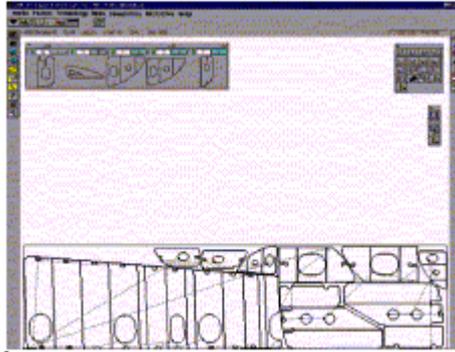


## ANIDADO Y CORTE POR CONTROL NUMÉRICO

**Lantek Expert** es el módulo de anidado de piezas y programación del corte del sistema DEFCAR. **Lantek Expert** es compatible con el 100% de las máquinas de oxicorte existentes en el mercado.

## ANIDADO AUTIMÁTICO Y MANUAL

**Lantek Expert** realiza el "nesting" o anidado de piezas para aprovechamiento de planchas de forma automática y/o manual, y posteriormente se procede a la programación del acoplamiento para su corte mecánico.



Las opciones de nesting manual permiten obtener en muy poco tiempo una disposición de piezas en las chapas a cortar. Con el nesting automático sólo es necesario seleccionar las piezas, las cantidades, la separación mínima entre éstas y los formatos de chapa donde desea ubicarlas para que el sistema las disponga automáticamente



Existe una perfecta combinación del nesting automático con potentes funciones de nesting manual. Estas funciones junto con la gran velocidad del nesting permiten obtener un rendimiento óptimo en las chapas a cortar.

## GESTIÓN DE LA BASE DE DATOS

El usuario gestiona la Base de Datos de piezas (generadas en el módulo **DFestruc**) seleccionando las que serán agrupadas en cada chapa ayudándose de filtros: mismo espesor, misma calidad de acero, mismo bloque, etc.

### Opciones

- Disposición de piezas de forma automática y manual.
- Nesting de múltiples piezas distintas.
- Nesting sobre múltiples chapas.
- Gestión de almacenes (piezas y chapas).
- Alta productividad. Solamente tendrá que indicar el número de piezas que desea y el programa obtendrá la mejor disposición.
- Reutilización de retales.
- Gestión de Multisoplete.
- Versiones para trabajo en red local.

### Rapidez de gestión de piezas

**Lantek Expert** dispone de funciones para que el propio usuario pueda configurar todas aquellas figuras repetitivas, lo que le permitirá posteriormente dibujar sus piezas con sólo seleccionar la figura e introducir los parámetros que la definen.

### Control del material

El sistema genera información importante para la producción y el cálculo de costes. El usuario puede adaptar la forma y el contenido de los listados para ajustarse a sus requisitos.

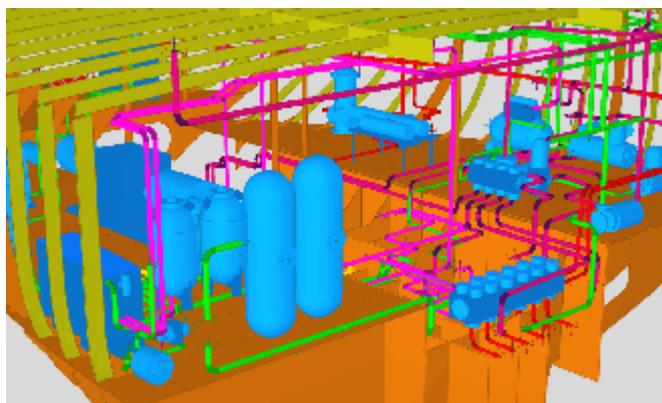
### Fácil utilización

Este módulo está diseñado para reducir al máximo el tiempo de aprendizaje usando unos menús sencillos y agradables que hacen posible producir desde el primer día. El sistema está disponible para operar en modo autónomo o bien instalado en red local.

## MODELADO DE EQUIPOS

**DFPipe** es el módulo de diseño para la definición de equipos y conductos del sistema DEFCAR. Este módulo permite definir la posición y orientación de los equipos y tuberías que deben ir instalados en el buque.

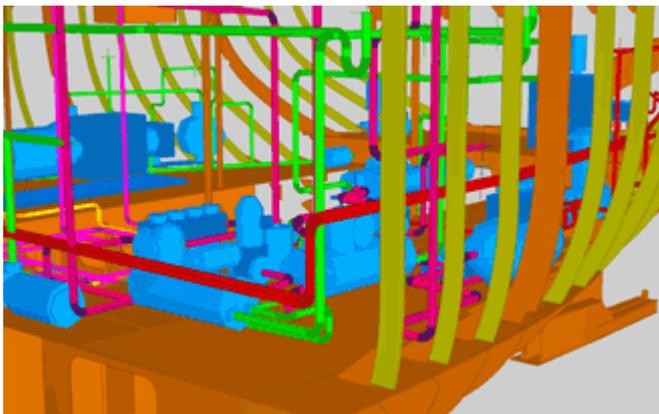
- Definición geométrica de equipos basada en originales en 3D.
- Asignación de datos a los equipos, como peso, centro de gravedad, modelo, fabricante, distribuidor, etc...
- Definición de puntos particulares del equipo:
  1. Conexiones de entrada y salida: posición, orientación, tipo, tipo de terminación.
  2. Posición de los puntos de anclaje del equipo.
  3. Importación/exportación de la geometría de equipos desde/a cualquier otro programa que soporte IGES.
  4. Obtención de hojas de propiedades impresas.



## TRAZADO DE CONDUCTOS

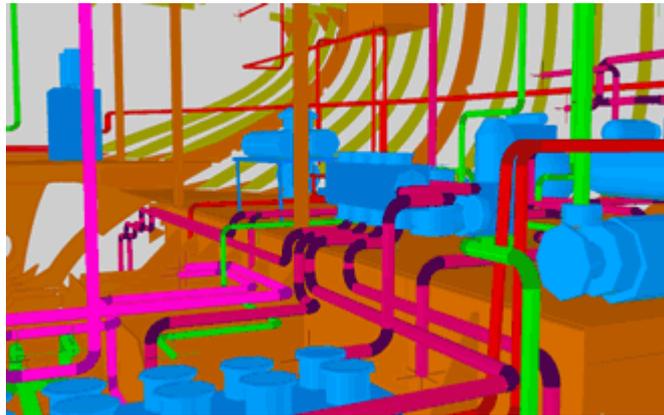
Originalmente integrado con la base de datos de DEFCAR.

- Posicionamiento y orientación de equipos, tanto interactivamente como por coordenadas.
- Posibilidad de obtener referencias desde cualquier elemento seleccionable (piezas, equipos, tubos, accesorios...).
- Definición de líneas auxiliares y posibilidades de edición (copiar y pegar).
- Listado de materiales utilizados (equipos, accesorios, tubos) con todas sus propiedades.
- Rutado y modificación de rutas flexibles.
- Asignación automática o interactiva de especificaciones.
- Asignación de código a cada elemento individual.
- Agrupaciones de elementos en varios subniveles (p.e.: por circuito, por bloque, etc.).
- Inserción de detalles.
- Obtención de dibujos a través de exportación a ficheros DXF.



- Detección de interferencias de conductos con cualquier otro elemento y con otros conductos.
- Detección interactiva o en modo batch.
- Selección de la acción a realizar al detectar colisiones: edición de los elementos, modificación de estructura, ignorar...

- Obtención de listados de interferencias y descripción de las mismas.



- Generación automática de isometrías de cualquier tramo de tubería.
- Edición manual de isometrías.
- Listado de material de cada isometría.
- Obtención de planos por secciones.
- Obtención de planos 3D.

## EL PROGRAMA AUTOCAD 2005

El programa **AutoCad 2005** es uno de los de mayor difusión en el ámbito profesional y, como ocurre en todos los de dibujo, tiene una capacidad y posibilidades que van mucho más allá del dibujo técnico, especialidad mecánica, pues la mayor parte de su mercado se encuentra en el sector de la arquitectura. Por esta razón, algunas de las herramientas y aplicaciones no son de ninguna utilidad en esta especialidad.

La difusión del programa en el ámbito técnico, en España, es de marcado carácter sectorial. La mayor parte de los usuarios pertenecen al sector de la construcción, con un 50% de su mercado. Le siguen el sector eléctrico y el electrónico con un 37,5% y en último lugar viene el sector mecánico. No obstante y a pesar de ello, este programa es muy práctico, versátil y muy

activo, cualidades que le confieren precisión y rapidez en la confección de proyectos de ingeniería.

Con **AutoCad 2005** se pueden trazar con suma rapidez, facilidad y eficacia los planos de piezas acotadas en las tres vistas básicas: planta, alzado y perfil, además de poder realizar, también, el trazado en perspectiva isométrica.

Toda la ingeniería diseñada para la construcción del “Luz de Mar” se ha llevado a cabo, en Astilleros Armón de Navia, con el programa **AutoCad 2005** y archivada mediante la aplicación **Adobe Acrobat Reader** con el fin de guardar seguros todos los diseños.

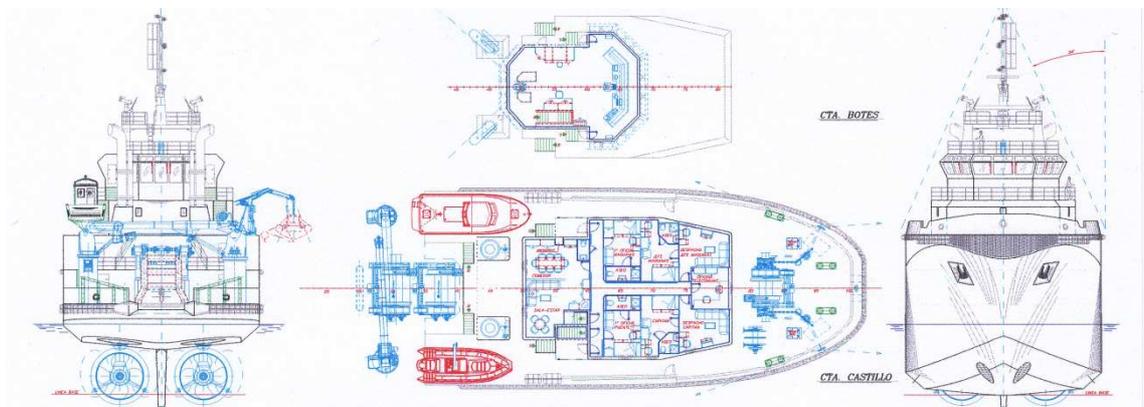
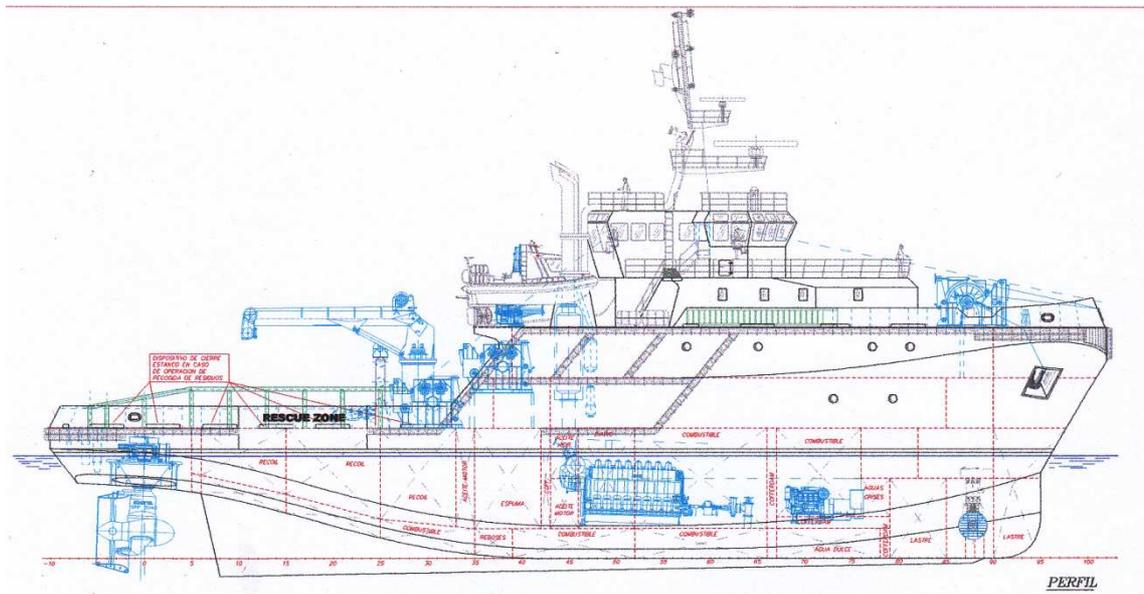
## PLANOS

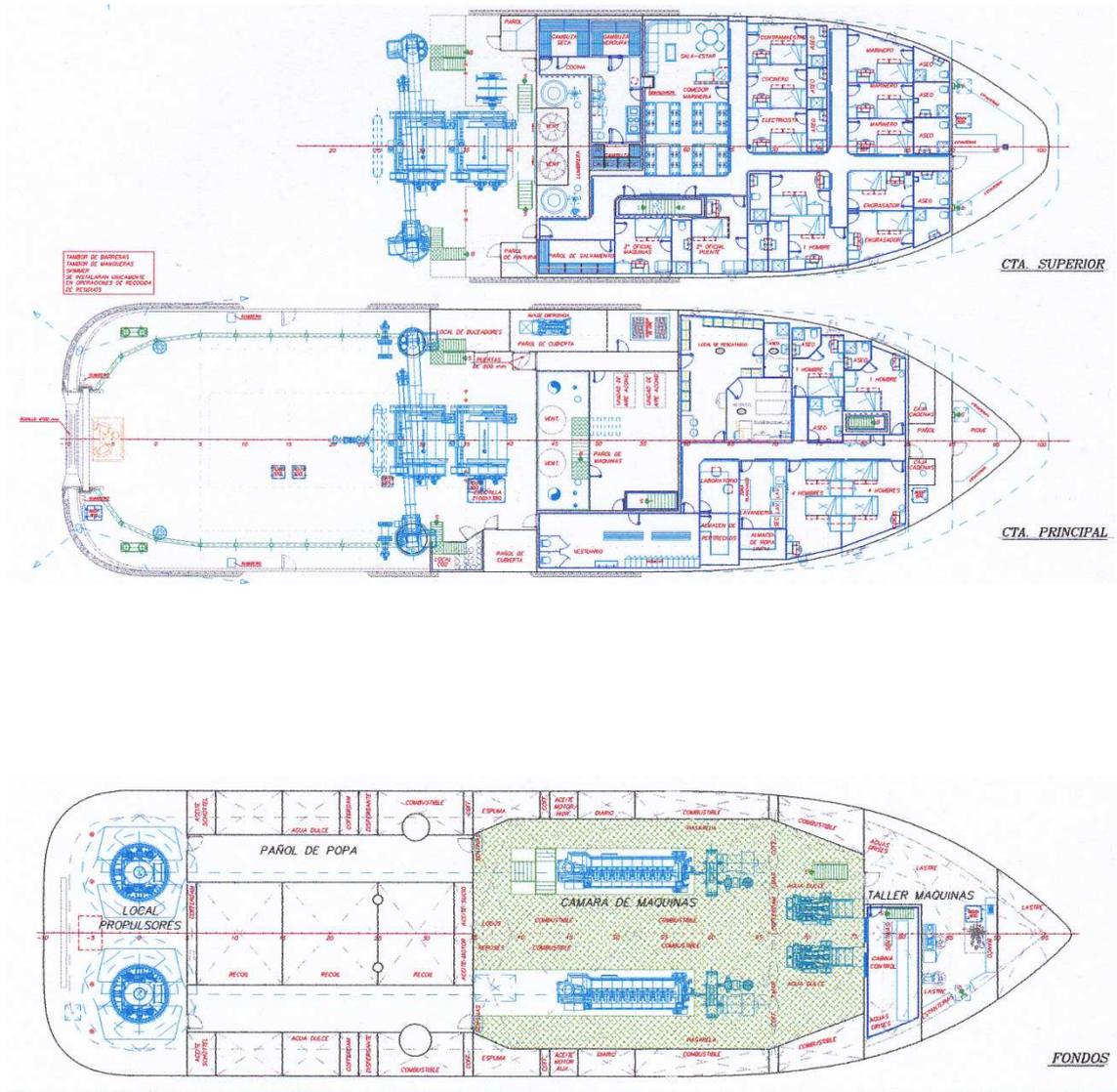
Se entregaron al Armador, por cuadruplicado, un juego de los planos siguientes:

- Disposición general, escala 1:100
- Acomodación, escala 1:50
- Estructura de acero, perfil y cubiertas
- Cuaderna maestra
- Pique de proa
- Pique de popa
- Doble fondo de máquinas
- Tanques laterales de máquinas
- Expansión del forro
- Disposición línea de ejes y propulsión
- Planos de varada
- Esquema de aceite lubricante
- Esquema de aceite hidráulico
- Esquemas de combustible
- Esquema de sondas, aireaciones y llenados

- Esquema de lastre, sentinas, baldeo y contraincendios
- Esquema de refrigeración de agua dulce
- Esquema de refrigeración de agua salada
- Disposición de imbornales y descargas
- Esquema de FI-FI externo
- Planos de formas
- Planos y tablas de capacidades
- Disposición de accesos a tanques
- Plano de disposición de elementos de salvamento y contraincendios
- Plano de aire acondicionado y ventilación
- Calibraciones de tanques
- Condiciones de carga y estabilidad
- Curvas hidrostáticas
- Curvas pantocarenas
- Curvas de Bonjean
- Especificación
- Cálculo de vibraciones torsionales de los motores propulsores y auxiliares

# DISPOSICIÓN GENERAL





## CARACTERISTICAS

<b>ESLORA TOTAL:</b> _____	<b>56.00 M</b>
<b>ESLORA ENTRE P.P.</b> _____	<b>48.00 M</b>
<b>MANGA DE TRAZADO:</b> _____	<b>15.00 M</b>
<b>PUNTAL:</b> _____	<b>7.00 M</b>
<b>CALADO DE PROYECTO:</b> _____	<b>5.50 M</b>

**1 ✦ HULL - ✦ MACH TUG - ✦ AUT-UMS, FIRE FIGHTING SHIP 1, WATER SPRAY UNRESTRICTED NAVIGATION, SPECIAL SERVICE/OIL RECOVERY SHIP**

E	12/05/03	Evo F.	Se dibuja testante definitivo se cambia de posición el anclaje de emergencia y se actualiza la carpintería hasta la fecha.
D	25/05/03	Evo F.	Situación lancho br., alap, tomacor., gruas estibadas y rulos cadenera
C	19/05/03	Manuel	Puertas correderas para rejillas vent. mag. y validiza sobre ellas
B	02/05/03	Manuel	Se dibujan tompechos gruas y raquetillas definitivas.
A	02/05/03	Evo F.	Modificaciones según nota de reunión
Modif.	Fecha	Realizado	Operaciones



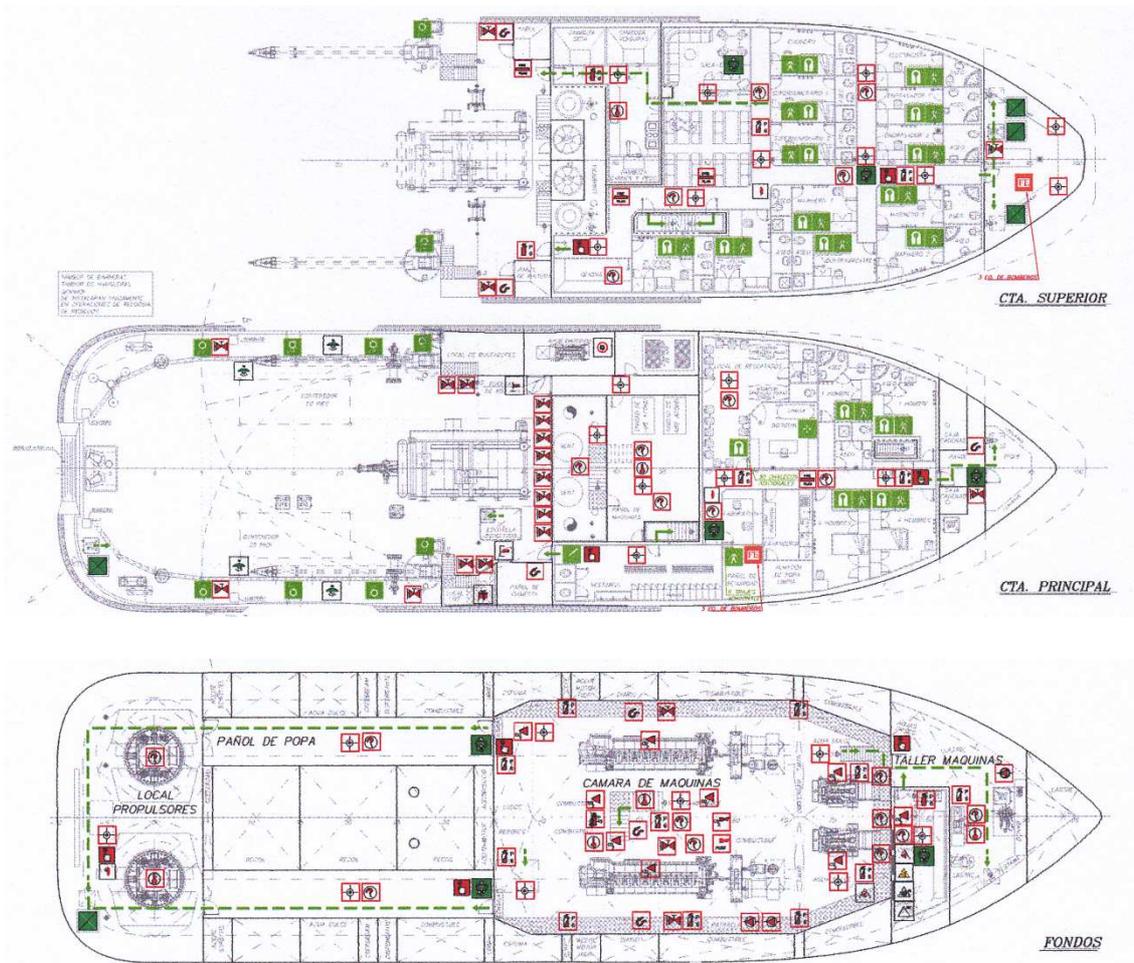
**ASTILLEROS ARMON VIGO S.A.**

Avenida Beiramar, nº6-B 36208 VIGO (Pontevedra)  
 Teléfono: (+34)986 205 511 Fax: (+34)986 214 383  
 E-MAIL: armon@astillerosarmon.com

	Fecha	Nombre	Observaciones
Dibujado	01/12/03	Evo F.F.	
Comprobado Suqtes	12/12/03	JOSÉ G.M.	
Escala:			Const. nº V042-V043
Designación:			Plano N° RM-042-100F
<b>1:100 DISPOSICION GENERAL</b>			Sustituye a RM-042-100D
e. m. c. d. e. s.			Nº de hojas: Hoja N°

Este documento propiedad de ASTILLEROS ARMON VIGO S.A.  
 Este documento no puede ser copiado, reproducido, divulgado o llevado a cabo sin el consentimiento escrito del propietario.  
 APROBADO





1 \* HULL - \* MACH TUG - \* AUT-LIMS. FIRE FIGHTING SHIP 1. WATER SPRAY  
 UNRESTRICTED NAVIGATION. SPECIAL SERVICE/OIL RECOVERY SHIP

<b>B 25706197 EBRR</b> <b>A 21706197 EBRR</b>		
Model: <input type="text"/> Nombre: <input type="text"/> Abastecimiento: <input type="text"/>		
 <h2 style="margin: 0;">ASTILLEROS ARMON VIGO S.A.</h2> <p style="margin: 0;">Avenida Deiramon, Nº6-BI 36208 VIGO (Pontevedra)          Teléfono: (+34)986 205 511 Fax: (+34)986 724 385          E-MAIL: arman@astillerosarmon.com</p>		
Desplazado Construido Buque	Fecha: 01/12/03 Nombre: Evid. F.F. Fecha: 12/12/03 Nombre: Jesús G.S.	Observaciones:  Constr. Nº <b>V042</b> Plano Nº <b>RM-042-120B</b> Sustituye a <b>RM-042-120A</b> Nº de Hoja <b>1</b> Hoja Nº: <b>1</b>
Escala: <b>1:100</b> 6 Hojas	Designación: <b>DISPOSICION ELEMENTOS          REGLAMENTARIOS</b>	
<small>         Instrumentación propiedad de ASTILLEROS ARMON VIGO S.A.          Su comercialización puede ser realizada, respetando la integridad e terceras partes, a precio de venta libre.          No autorizada su reventa como tal producto.       </small>		

## CLASIFICACIÓN

El buque se construyó en acero soldado y su estructura y maquinaria se dimensionó de acuerdo con las reglas del Bureau Veritas, alcanzando la cota de clasificación:

**I + HULL + MACH TUG, FIRE FIGHTING SHIP 1 WATER SPRAY, SPECIAL SERVICE, OIL RECOVERY SHIP, UNRESTRICTED NAVIGATION, + AUT-UMS, + DYNAPOS-AM-R**

El buque con todo su equipo y maquinaria se construyó bajo la vigilancia del Bureau Veritas, Sociedad de Clasificación, para la clasificación del casco, maquinaria y las correspondientes notaciones de clase indicadas.

## CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO

### PARQUE DE ACEROS

Es el lugar donde se recibió y almacenó todo el acero necesario para la construcción del buque. Es el primer punto del flujo productivo de Astilleros Armón de Vigo. En el caso del “Luz de Mar” el acero se recibió de dos puntos principalmente: las planchas de ACERALIA (Grupo Arcelor) y la llanta bulb, para refuerzos, se recibió de una acería finlandesa. El acero es del tipo naval.

Todo el acero utilizado para la construcción carecía de grietas, laminaciones u otros defectos. El acero para la estructura del barco es, por regla general, acero dulce naval de buena calidad.

En principio, toda la estructura ligera de acero (menos de 3 mm) es galvanizada y no está en contacto con cobre ni bronce. Si, después del galvanizado, se hubiera realizado alguna soldadura, la zona dañada habría sido tratada especialmente.

Todo metal ligero, es decir, aluminio y sus aleaciones, esta aislado de manera eficaz de todos los demás metales y de la madera.

El acero inoxidable que se montó sin especificar la aleación, fue del tipo de acero austenítico al cromo-níquel, 304L.

### MÁQUINAS APLANADORAS, GRANALLADORAS E IMPRIMADORAS

Antes de entrar las planchas y perfiles de acero en el taller, han pasado si lo necesitan, por la máquinas aplanadoras, granalladoras e imprimadoras, con

el propósito de darle a cada una de ellas el tratamiento adecuado según su disposición en la estructura del buque.

## **TORRE DE PROYECCIÓN DE TRAZADO ÓPTICO**

Para el trazado óptico se utilizó el módulo Lantek Expert de anidado de piezas y programación del corte del sistema Defcar (visto anteriormente). Este módulo de Defcar es compatible con el 100% de las máquinas de oxicorte que existen en el mercado.

El Lantek Expert realiza el anidado de piezas para aprovechamiento de planchas de forma automática y/o manual, y posteriormente se procede a la programación del acoplamiento para su corte mecánico.

Las opciones del anidado manual permiten obtener en muy poco tiempo una disposición de piezas en las chapas a cortar. Con el anidado automático sólo es necesario seleccionar las piezas, las cantidades, la separación mínima entre éstas y los formatos de plancha donde desea ubicarlas para que el sistema las disponga automáticamente.

Existe una perfecta combinación del anidado automático con potentes funciones del anidado manual. Estas funciones junto con la gran velocidad de agrupación de piezas permiten obtener un rendimiento óptimo en las planchas a cortar.

El funcionamiento de esta aplicación para el trazado óptico se realiza obteniendo la información de las piezas, desde una base de datos, donde serán agrupadas en cada plancha con la ayuda de ciertos criterios de selección (mismo espesor, misma calidad de acero, mismo bloque, etc.).

De esta forma se consigue una disposición de las piezas de una manera automática y manual; un anidado de múltiples piezas distintas y sobre múltiples planchas; una mejor gestión de los almacenes; una alta productividad favorecida por la rapidez y precisión de trabajo con el

aprovechamiento máximo del material y la utilización de varios sopletes a la vez.

## TALLER DE HERREROS DE RIBERA

Es el lugar donde se han transformado las planchas y perfiles, para darles las formas adecuadas y que van a constituir la estructura del buque.

Los materiales, estándares y mano de obra han sido de primera clase según la práctica del constructor y cumplirán las exigencias de la Sociedad de Clasificación y los Entes Reguladores, y la práctica normal de la buena construcción de buques. A no ser que específicamente se hubiera indicado lo contrario, el constructor siguió dentro de lo posible los estándares utilizados recientemente en la construcción de buques.

El constructor realizó todos los trabajos de acuerdo con la práctica aceptada de su trabajo para cumplir con las exigencias del Contrato, utilizando los métodos adecuados para asegurar que tras su terminación, el buque será adecuado para cumplir con la labor para la cual se diseñó.

El mantenimiento de los más altos estándares de mano de obra fueron responsabilidad del constructor.

Los trabajos de acero, tuberías, montaje y otros equipamientos fueron asegurados de manera adecuada en su sitio con una terminación esmerada y apropiada.

En todo momento, durante la construcción, se prestó especial atención al ajuste de las dimensiones a las de los planos.

Todas las estructuras de acero y maquinaria utilizadas para la construcción del buque son de la calidad adecuada para la construcción de buques e

ingeniería marítima, probada, inspeccionada y certificada según las exigencias de la Sociedad de Clasificación/Entes Reguladores y cumpliendo física y químicamente tales exigencias.

Toda la madera estaba bien secada y carente de agujeros de polilla y nudos sueltos. Las partes expuestas de los productos terminados o equipo instalado estarán adecuadamente protegidas contra daños mecánicos durante la construcción.

La maquinaria u otros componentes sujetos a daños o deterioro debido a su exposición al clima o calor, frío o humedad excesivos se colocaron en almacenes adecuados o se protegieron correctamente.

Se prestó especial atención a las instrucciones de instalación de los fabricantes.

El constructor podía proponer detalles de simplificación del diseño, siempre que no disminuyeran la eficiencia del buque o aumentasen su mantenimiento.

Todos los materiales, maquinaria, equipamiento y componentes, son nuevos, sin utilizar y de buena calidad para su uso en la mar, siguen completamente las especificaciones y son adecuados para su propósito. No se han permitido equipos usados, refabricados o reconstruidos.

## **ZONA DE ALMACENAMIENTO INTERMEDIO**

Las planchas y perfiles que salen del Taller de Herreros de Ribera, han de clasificarse y agruparse por lotes, que constituyen los conjuntos de elementos que han de formar cada uno de los bloques, que a su vez conformarán la estructura completa del buque.



## TALLER DE SOLDADURA

En el Taller de soldadura y partiendo de los elementos simples, se formaron los paneles, y a partir de éstos los bloques de la estructura del buque. Es una zona de gran complejidad, y en la que siempre se intentó, hacer los bloques lo más grande posible, así como su terminación, para lo que tuvieron que adaptarse las mesas de soldadura a las grúas.

Todas las operaciones de soldadura, elección de materiales de soldadura y cualificación de los procedimientos y de los soldadores se realizó de acuerdo con las exigencias de la Sociedad de Clasificación y el fabricante de los materiales de soldadura.

Para la construcción se utilizó soldadura manual, semiautomática y automática. Durante el proceso de soldadura se prestó especial atención a:

- Buen anclaje del casco
- Ausencia de corrientes de aire
- Partes adyacentes de acero limpias y secas

El tipo de conexión de soldadura fue según las exigencias de la Sociedad de Clasificación. Se utilizaron soldaduras intermitentes en zonas secas donde lo permitió la Sociedad de Clasificación. Las soldaduras paralelas no se

colocaron demasiado cerca una de otra ni confluyeron en ángulos demasiado agudos.

Se limpiaron todas las soldaduras inmediatamente y se trató con imprimación excepto en las soldaduras cuya estanqueidad tuvo que probarse.

Donde se soldaron a tope chapas gruesas con chapas más finas, y la diferencia de grosor fue mayor que 5 mm, los bordes de la chapa gruesa se redujeron según las normas de Clasificación.

En el caso de ensamblajes no estancos al agua o aceite, el cruce de las piezas soldadas sobre soldaduras continuas se evitó por medio de una escotadura, o alternativamente el exceso de espesor de la soldadura se redujo.

En general, el enderezamiento siguió inmediatamente a la soldadura en la secuencia de construcción y los defectos se repararon mediante los procedimientos aprobados por la Sociedad de Clasificación.

Las escorias y el óxido excesivo se retiró de la superficie de acero a soldar donde se aplicó la soldadura.

Las medidas correctoras para los agujeros cortados equivocadamente, falta de alineación de las juntas y deformaciones excesivas entre las superficies de los bordes, etc., se consideró según la práctica habitual del constructor, acordada por la Sociedad de Clasificación.

Las posibles muescas en las chapas o perfiles si fueron significativas, se corrigieron evitándose un esfuerzo extra.

Las aberturas de acceso provisionales provistas según las necesidades para los operarios durante la construcción se cerraron mediante soldadura tras la terminación de los trabajos de construcción.

Las piezas temporales como los andamios, asideros para elevación y sus refuerzos que no entorpecían el futuro servicio, podían permanecer mientras que estas piezas temporales no crearan puntos peligrosos o gran esfuerzo para la estructura.

Se realizaron radiografías por rayos X y/o examen ultrasónico llevados a cabo aleatoriamente para aprobación de la Sociedad de Clasificación.

Se tomaron al menos 60 radiografías o las que la Sociedad de Clasificación indicó, de acuerdo con sus reglamentos.

El examen programado de soldadura (Rayos X o similar) se preparó de acuerdo con los requisitos de la Sociedad de Clasificación.

## ZONA DE PREFABRICACIÓN

En esta zona es donde se construyeron los bloques de mayor tamaño en consonancia con los que habían salido del taller de soldadura y también donde se almacenaron estos grandes bloques, como el pique de proa, el pique de popa, etc.



El casco del buque es de estructura transversal, construido en acero soldado con chapas y perfiles de acero naval de calidad y escantillonado aprobados por la Administración y la Sociedad de Clasificación, reforzados

convenientemente en la zona de propulsores y fondos al objeto de reducir las vibraciones.

Se realizaron ensayos no destructivos que garantizaron la adecuada calidad de materiales y mano de obra.

La construcción se hizo con soldadura continua, con electrodos de material adecuado al tipo de acero que se utilizó, realizada por soldadores especializados y aprobados por la Sociedad de Clasificación, que también indicó las radiografías y otros ensayos no destructivos que se efectuaron.

Los componentes de estructura no estanca están provistos de aligeramientos y groeras así como accesos adecuados en número suficiente, sin que sufra menoscabo la resistencia estructural.

Los bordes y esquinas de las superestructuras son redondeados.

Los elementos en que se ha previsto un mayor desgaste o concentraciones de esfuerzos se reforzaron o se trataron convenientemente.

El casco y las casetas de cubierta del buque fueron completamente soldadas con escantillones, de acuerdo con las normas de la Sociedad de Clasificación, para un calado de escantillonado de 6 m a línea base.

La soldadura es continua en todos los tanques de agua y aceite y en zonas expuestas al exterior.

Los planos muestran las dimensiones y detalles de la soldadura.

La disposición de la estructura principal cumple las exigencias de la Sociedad de Clasificación.

El casco está construido con chapas de acero para la construcción de buques grado A certificadas por la Sociedad de Clasificación.

Se prestó especial atención a las exigencias anti-vibraciones en zonas como la sala de máquinas y superestructura.

Todas las partes del buque pueden ser inspeccionadas, para su mantenimiento y conservación: pasillos libres, accesos, escaleras, escalones, pasos, agarraderas, etc., se instalaron donde se consideró necesario, incluso sin estar especificados.

En frente o sobre los accesos hay espacio libre suficiente.

La colocación de bulárcamas y puntales en la sala de máquinas, a proa y popa tienen en cuenta las exigencias de cargas estáticas y dinámicas.

Todos los trabajos se han realizado de acuerdo con los planos aprobados y con las prácticas habituales de calidad del constructor o los criterios aprobados por la Sociedad de Clasificación.

Se aplicaron las partes y construcción habituales del Astillero pero sólo se utilizó perfiles con bulbo para cuadernas.

El espacio entre cuadernas es de 500 mm.

Los detalles de la estructura han sido según las exigencias de Clasificación.

En las chapas de acero, las esquinas son redondeadas según la especificación o la práctica habitual del constructor.

Se añadieron chapas más gruesas donde fue necesario.

Las escotaduras y las aberturas estén pulidas donde ha sido requerido.

Los accesos que se utilizan como pasajes tienen las esquinas redondeadas. No hay elementos externos que soporten cargas sin puntales o refuerzos.

Las pruebas de fugas de aire y ensayos de resistencia estructural de tanques, mamparos, cubiertas, etc., se realizaron según los requisitos de la Sociedad de Clasificación.

Para los tanques en general la prueba de fugas se llevó a cabo mediante aire a presión, mientras que el ensayo estructural se llevó a cabo mediante el llenado de agua a bordo.

En el caso de tanques pequeños, la prueba de fugas y el ensayo de resistencia estructural se llevó a cabo al mismo tiempo mediante el llenado de agua.

Las escotillas, ventanas, puertas, cubiertas, etc., se probaron mediante rociado de agua, según la Sociedad de Clasificación y Administración.

Los mamparos se han dispuesto según el plano de Disposición General.

Los refuerzos tienen cartabones finales según lo requerido.

Las zonas principales están separados por mamparos transversales estancos de acuerdo con el servicio del buque.

Los mamparos se extienden hasta la cubierta principal, sus escantillones son los indicados en los planos.

Se determinaron los escantillones para los mamparos de los tanques, teniendo en cuenta la altura de las tuberías de rebose.

Dentro de lo posible, los refuerzos se han alineado con los longitudinales de la cubierta y el fondo.

Se han dispuesto puertas estancas donde se ha requerido para el aislamiento de la zona.

Los mamparos menores de acero están reforzados con angulares o llantas bulb pequeñas según la práctica habitual del constructor, tales como en

cocina, lavandería, vestuario, pañoles, talleres, sala CO<sub>2</sub>, tramos de escaleras, y donde ha sido requerido por los Entes Reguladores.

Los tanques de recogida de residuos tienen, en la medida de lo posible, mamparos lisos en la zona de los residuos estando los refuerzos situados en el lado contrario, donde no han podido ser los refuerzos son únicamente verticales sin recesos para permitir que no se estanquen los residuos.

## GRADAS, ENSAMBLAJE DE LOS BLOQUES

En esta zona del Astillero se unieron y ensamblaron los bloques almacenados en la zona de prefabricación, por lo que en ella se encuentran las grúas más grandes del Astillero. Las gradas de Astilleros Armón de Vigo se caracterizan por ser gradas cubiertas. Disponen de grúas tipo pórtico, dos de 20 tm y dos de 25 tm.



El ensamblaje de los bloques en grada se empezó montando el cuerpo de máquinas a partir del cual se ensamblaron los cuerpos de popa y proa.

Un fondo interior se extiende por toda la longitud del buque desde el mamparo de colisión al mamparo de proa de la sala de propulsión, un doble fondo en toda la cámara de máquinas y un fondo desde la popa de cámara de máquinas.

Un mamparo estanco longitudinal se extiende por toda la longitud desde la cámara de máquinas y zona de recogida de residuos, lo que le confiere una estructura de doble casco en toda la parte central del buque.

Los refuerzos están alineados a las partes longitudinales de la estructura y a los mamparos y llevados tan a proa y popa como ha sido posible.

Se puede acceder a todas las partes del doble fondo.

Los accesos en la parte superior de los tanques y los pasos de aligeramiento en los dobles fondos se han tan alineados como ha sido posible.

Cada compartimiento importante tiene por lo menos un acceso estanco al agua.

La altura mínima del doble fondo es de 1600 mm en cámara de máquinas.

**En el cuerpo de máquinas**, las chapas de forro están ensambladas transversalmente con cuadernas según la Sociedad de Clasificación.

El polín de las máquinas principales, se reforzó longitudinalmente con vagras y se incorporó a la estructura del doble fondo.

El reforzado del polín se extendió al menos dos claras de cuadernas a proa y popa de máquinas.

El polín de los motores tiene el menor numero posible de uniones y se ha construido extrafuerte y reforzado contra el techo y piso del doble fondo.

Además, se colocaron cartabones al lado de los pernos de los motores propulsores.

Los polines de los motores propulsores se proyectaron en cooperación con los constructores de los motores y con su aprobación.

Se consideró y reforzó especialmente la construcción del doble fondo en la sala de máquinas, si era necesario, en la zona de:

- Los pernos de cimentación del motor propulsor principal.
- Otros motores y aparatos.
- Fuerzas locales y puntales, etc.

Las cubiertas se ensamblaron transversalmente con baos y con esloras de apoyo de baos y refuerzos verticales, según la Sociedad de Clasificación. Las cubiertas están soportadas por mamparos, refuerzos verticales, puntales, según se ha requerido por resistencia y vibraciones y se reforzó localmente en los lugares de equipos y soportes pesados.

Las plataformas se instalaron donde fue necesario para la colocación de los equipos.

Las plataformas quedaron bien integradas en la estructura circundante.

Se preveyeron mamparos de acero planos con reforzamiento vertical circundando los tanques de combustible.

Se preveyeron mamparos de acero para cierre de la sala de máquinas, sala de control de máquinas y donde fue requerido por los Organismos Reguladores.

Los mamparos son de acero con refuerzos.

El cierre de la sala de máquinas, entradas/salidas de emergencia, son estancos al gas.

Los mamparos están reforzados localmente en las zonas donde hay soportes, si así se requiere.

Se han montado mamparos de acero para la cabina de control y taller de máquinas.

Se han montado tanques integrados en la estructura del buque, de construcción totalmente soldada.

**El cuerpo de popa** se proyectó para dos propulsores azimutales de popa y se diseñó teniendo en cuenta las vibraciones debidas a las hélices y fuerzas de gobierno del buque.



El forro está ensamblado transversalmente con refuerzos verticales, según la Sociedad de Clasificación.

El forro exterior está reforzado en la zona de las hélices.

La cubierta principal se ensambló con refuerzos transversales y esloras longitudinales, según la Sociedad de Clasificación.

Se montará un reforzamiento local para la instalación del sistema del pin y mordazas de popa y el equipo de amarre.

Dispone del mamparo de rastrel de popa continuo, desde el fondo hasta la cubierta principal. Un codaste tipo skeg longitudinal prolonga la popa y se proyecta para soportar la carga cuando el buque realice una varada.

La construcción y dimensiones del skeg están aprobadas por el constructor de las hélices.

Antes de montar y soldar las chapas de cierre de todos los espacios inaccesibles, estas partes estancas y también la parte posterior de las planchas ranuradas se protegieron con un producto ignífugo.

Se instalaron los cancamos necesarios en el forro del casco para el manejo de toberas y hélices durante futuros trabajos de reparación.

**Rodillo de popa y rompeolas.** Se instaló en popa un rodillo de acero para soportar cargas de hasta 200 t., y de dimensiones iguales a los de la base de los pins de popa. El diámetro del rodillo es de 500 mm, su construcción está soldada con eje de acero inoxidable AISI-304 y dispone de cojinetes lubricados con grasa. Va enrasado con la estampa y cubierta y permite con la carga prevista recoger cadenas y anclas.

Por proa del rodillo se dispone de un rompeolas tipo telescópico de accionamiento hidráulico que cierra la amurada que está abierta de la estampa de popa, con el fin de dejar la cubierta totalmente aislada y evitar los residuos que hay en cubierta en las operaciones de recogida. El rompeolas en condiciones de mal tiempo en las que el buque no realiza operaciones especiales, puede ir extendido protegiendo así la cubierta. El rompeolas en operaciones especiales o de uso de la mordaza pins se recoge quedando enrasado en cubierta y estanco.



**En el cuerpo de proa** se instalaron cajas de cadenas y escobenes con alojamientos para las anclas.

El cuerpo de proa bajo la cubierta principal está dispuesto parcialmente como tanque de lastre de pique de proa, siendo el resto un local para hélice de proa y otros tanques y espacios según se refleja en el plano de disposición general.

El cuerpo de proa está reforzado contra los golpes de mar.

Los forros se ensamblaron transversalmente con refuerzos verticales y palméjares, según la Sociedad de Clasificación.

La chapa de forro está reforzada en la zona de las anclas y en el túnel de la hélice de proa.

La cubierta del castillo de proa está reforzada con estructuras, esloras de apoyo de baos y puntales, según los requisitos de la Sociedad de Clasificación.

Se disponen soportes y el debido reforzamiento en las zonas de las maquinillas, bitas, alavantes, gateras y escobenes, previendo que el buque va a empujar en esta zona con toda su potencia.



Se disponen refuerzos, bulárcamas y baos para asegurar la continuidad con el mamparo del pique de proa y el forro, según aprobación de la Sociedad de Clasificación.

Se prevén mamparos transversales y longitudinales, a requerimiento de la Sociedad de Clasificación. El reforzamiento de los mamparos es vertical.

El espesor de las chapas inferiores y del forro de las cajas de cadenas es 3 mm superior a los requisitos de la Clase para mamparos.

La parte inferior de la caja de cadenas es un gran colector de fangos de 400 mm de altura libre bajo una chapa de acero perforada de 20 mm de espesor.

Se prevén bocas de inspección para acceso y limpieza.

La capacidad de las cajas de cadenas es suficiente para alojar las cadenas.

Las cajas de cadenas se prevén con entrada y acceso mediante pasos practicados en el mamparo circundante central. Se prevé una bomba manual para achicar las cajas de cadenas.

La roda es de chapa completamente soldada sin bulbo, convenientemente reforzada con refuerzos verticales, cartabones y palmejares.

La proa del barco, bajo la cubierta del castillo, está reforzada en la zona donde están instaladas las defensas.

Los escobenes de diseño robusto soldado, se proyectaron con entrantes en los costados del buque para las anclas.

Los alojamientos de las anclas están bien redondeados.

Se dispone un escobén adecuado en la proa a babor y estribor.

El diámetro interior es aproximadamente 10 veces el diámetro de un eslabón de cadena normal. La longitud del escobén deja espacio para la caña y el eslabón giratorio del ancla. Las aberturas terminan en apoyos bien redondeados en el forro exterior o en los entrantes de las anclas.

Se dispone de un sistema de fácil deslizamiento para las anclas.

Dispone de un sistema que permite un adecuado lavado con agua de las cadenas al izarlas.

Dispone de un rápido y fácil amarre y desamarre de las anclas trincadas.

Se instalaron dos gateras adecuadas que van desde la cubierta a la caja de cadenas.

Se consideró especial atención a la forma para el correcto guiado de las cadenas.

Las gateras de cadenas bajo cubierta, son verticales. El extremo inferior es cónico, bordeado por un redondo macizo grueso soldado y soportado con cartabones todo alrededor.

En la cubierta del castillo de proa, se colocó de la manera más práctica una tapa adecuada, sobre cada gatera, ésta sobresale por lo menos 250 mm por encima de la cubierta circundante, se prestó especial atención contra la entrada de agua a través de esta vía al interior de las cajas de cadenas.

Las quillas de balance son de pletina de 200 x 8 acabada en redondo de 25 mm de diámetro, soldada a otra pletina de 80 x 8, duplicando el forro exterior.

Las quillas de balance penetran al menos 100 mm en la manga del barco y por encima de la línea de base y a lo largo de un tercio de la eslora entre perpendiculares.

**Amurada.** Sobre la cubierta principal se dispone una amurada de altura 1,20 m. y 1,1 m. en cubierta castillo, y retanqueada hacia adentro, excepto en la zona de operación de la recogida de residuos que será vertical con el costado.

Se colocaron barraganetes cada dos cuadernas. Cuando éstos no estaban en línea con los refuerzos bajo cubierta, se reforzó la cubierta.

En todos los refuerzos se disponen chapas dobles.

Se realizaron reforzamientos extra en los guíacabos, guías de amarre, etc.

Sobre la amurada, se instaló una llanta bulb como borde superior de la amurada.

La amurada se reforzó adecuadamente en las zonas de los anclajes de amarre, allí donde los hubiera.

Se montó una puerta de acceso con bisagras, cerca de la cuaderna maestra del barco, costado de babor y estribor.

Las bisagras son de acero inoxidable con puntos de engrase adecuados.

Se disponen aberturas de desagüe en la amurada, babor y estribor, con el tamaño requerido por Clase.

Las aberturas de desagüe se reforzaron con una pletina a lo largo de su borde superior.

Las aberturas de la amurada de cubierta principal llevan dispositivos de cierre estanco para cuando el buque realice operación de recogida de residuos.

**Forro Exterior.** Las chapas del forro y de la cubierta son del grosor exigido para la Clase a no ser que se hubiera especificado un mayor grosor.

El grosor del forro se incrementa por encima de las exigencias de Clase en 3 mm en la zona de propulsores, tomas de mar, en tanques de agua dulce o de lastre

El escantillón del forro se incrementa un 20 % del mínimo que requiera la Clase.

El espesor del forro en toda la eslora hasta cubierta principal es de 12 mm.

El espesor de las chapas del forro, cubiertas y superestructuras es:

- Quilla .....30 mm en plano y 15 mm laterales
- Skeg ..... 15 mm
- Fondo y popa..... 12 mm
- Costados centro y proa hasta cta ppal . 12 mm
- Costado popa ..... 12 mm
- Bajo las defensas .....20 mm
- Zonas de recogida de anclas.....30 mm
- Forro del castillo en proa ..... 12 mm
- Forro del castillo en centro..... 10 mm
- Amuradas ..... 8 mm
- Cubierta principal intemperie ..... 10 mm
- Cubierta principal interior proa..... 8 mm
- Cubierta superior ..... 7 mm
- Cubierta castillo ..... 6 mm
- Casetas y puente..... 6 mm

Las chapas del forro exterior y otras partes visibles están derechas y niveladas según la práctica habitual y aceptadas por la Sociedad de Clasificación.

El grosor de las chapas del forro exterior en el túnel de la helice lateral de proa está reforzado.

La chapa del forro exterior en el recorrido de las anclas es como mínimo de 28 mm.

Las grandes aberturas tanto en el forro exterior como en las tomas de agua de mar son redondeadas.

Se monta doble chapa en los siguientes lugares:

Todos los partes acopladas al casco como escaleras y soportes para las tuberías. Chapa inferior bajo las tuberías de sondeo. Chapa inferior bajo las bocas de succión en los tanques de agua para lastre.

El borde superior de la traca de cinta no tiene marcas cortantes, muescas, marcas de electrodos, bordes agudos, etc., y fueron lijados cuando se cortaron a mano.

A requerimiento de la Sociedad de Clasificación, se insertaron chapas más gruesas para compensar las aberturas en el forro exterior. Todas las aberturas se pulimentaron si estaban cortadas manualmente.

**Cubiertas.** Todas las cubiertas son de estructura transversal y construcción soldada, soportadas por baos y esloras de refuerzo.

En zonas de apoyo de cargas concentradas como maquinilla de proa, maquinilla de popa, bitas de amarre y guía de remolque, zona de grúas y palos.

Las cubiertas están convenientemente reforzadas.

En la zona de escotillas las esquinas son redondeadas y enmarcadas por refuerzos en su contorno.

Los elementos estructurales y la construcción de la cubierta a la intemperie de popa se dimensionado para soportar cargas de  $5 \text{ t/m}^2$ .

Se disponen de anclajes y trincados de tanques portátiles de almacenamiento de residuos de hidrocarburos que proporcionen capacidad adicional, o contenedores y otros equipos, por medio de cancamos y grilletes enrasados y con tapa.

Los laterales de la cubierta principal disponen de protección estructural incorporada en las amuradas para recibir los brazos de recogida de residuos.

Cuenta con diez puntos de trincaje, enrasados, con tapas y distribuidos por toda la cubierta de acuerdo con el Armador.

Asimismo, cuenta con cinco arraigadas por banda, suficientemente dimensionadas para trabajar con pastecas, ganchos, retornos, etc.

La protección estructural de los laterales de la cubierta principal situada en la amurada está reforzada llevándose por ello el servicio de baldeo y contra incendios.



## ZONA DE ARMAMENTO

Está formada por los Talleres y Muelles de Armamento situados perpendicularmente a la zona de armamento. Esta zona se encuentra ubicada próxima a las gradas y a la zona de prefabricación. Dispone de dos grúas tipo torre de 12 tm.



Originalmente se denominó “EcoSar Boreal” y entró en servicio con el nombre de “Luz de Mar”.



## CÁMARA DE MÁQUINAS

**La cámara de máquinas** está situada en el centro de la eslora del buque.

Los motores van sobre el piso de doble fondo en una bancada rigidamente unida a la estructura.

En el guardacalor, situados sobre las distintas cubiertas, se sitúan los silenciosos de los motores así como los conductos de ventilación de la cámara de máquinas.

Los escapes y silenciosos de los motores se realizaron sobre elementos elásticos que minimicen la producción de ruido y vibraciones.

Se procuró facilitar el acceso a todos los elementos y equipos, incluyendo mamparos, sentinas y pozos para labores de limpieza y mantenimiento.

Las sentinas están protegidas contra la corrosión.

El piso de la cámara de máquinas está soportado por una estructura resistente de angulares de acero para soportar las piezas pesadas que sobre ella se puedan depositar.



Las chapas del piso son de aluminio tipo damero antideslizante y anticorrosivo.

Se sujetan mediante tornillos que permiten una fácil y rápida extracción quedando perfectamente enrasado.

El acceso a sentinas, válvulas, etc., se realiza a través de registros abiertos en las chapas, que están identificados con rótulos y son de fácil apertura.

Las tuberías, válvulas y volantes van pintados del color del servicio que prestan, estos últimos van también rotulados con la identificación del servicio al que pertenecen.



El sistema de ventilación garantiza una temperatura máxima de 45° en cámara de máquinas en condiciones ambientales de 35° de temperatura exterior y 32° de temperatura de agua.

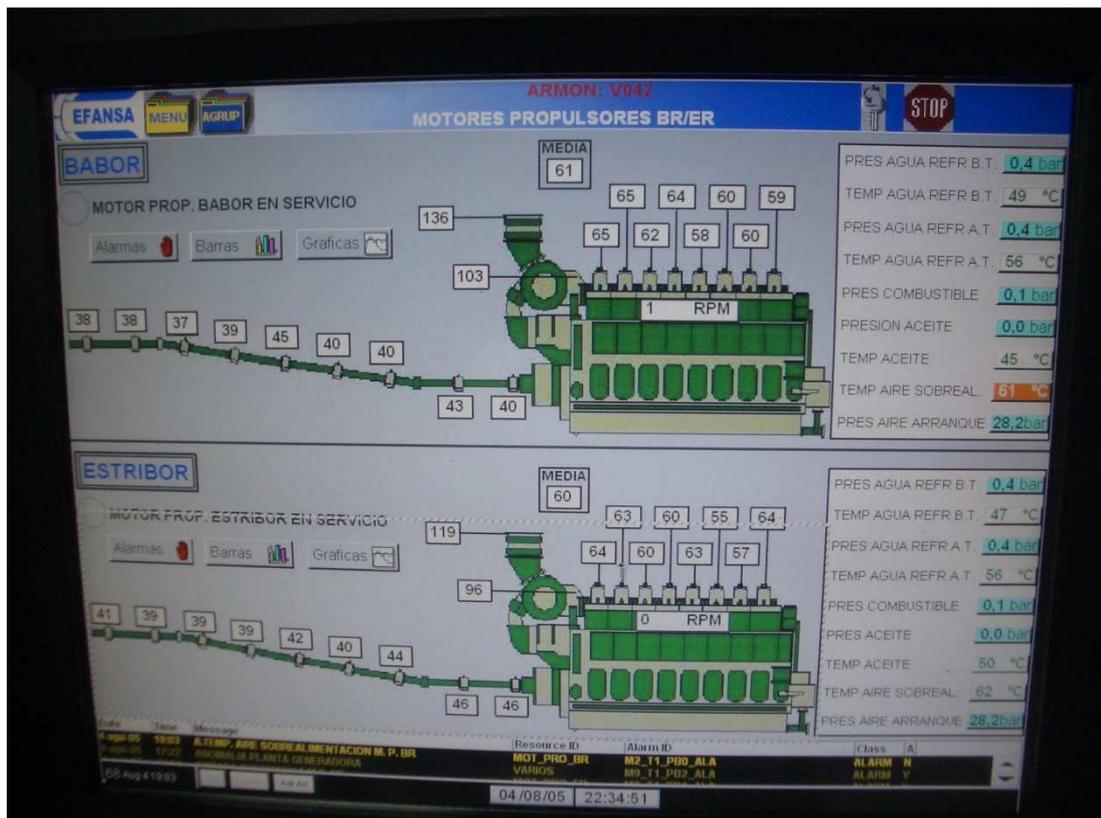
La cabina de control de la sala de máquinas dispone de tres ventanales de observación de la cámara de máquinas. Está totalmente cerrada, aislada, insonorizada y dotada del sistema de aire acondicionado autónomo ya especificado. Desde la misma se puede accionar, manejar y actuar cualquier equipo de los servicios del buque.



La cámara de máquinas está equipada con dos motores principales y dos grupos electrógenos, todos ellos diseñados para funcionar con gasoil.

El sistema de propulsión se subdivide en dos unidades, cada una consta de los siguientes componentes principales:

- Un motor principal
- Acoplamiento elástico principal
- Ejes intermedios con los cojinetes requeridos y cárdanes
- Una unidad azimutal schottel de popa
- Por proa del motor dispone de una toma de fuerza con acoplamiento elástico, caja multiplicadora, bomba del equipo Fi-Fi y alternador de cola.



Cada hélice y cada motor principal se controlan desde el puente de gobierno y desde la cabina de control.

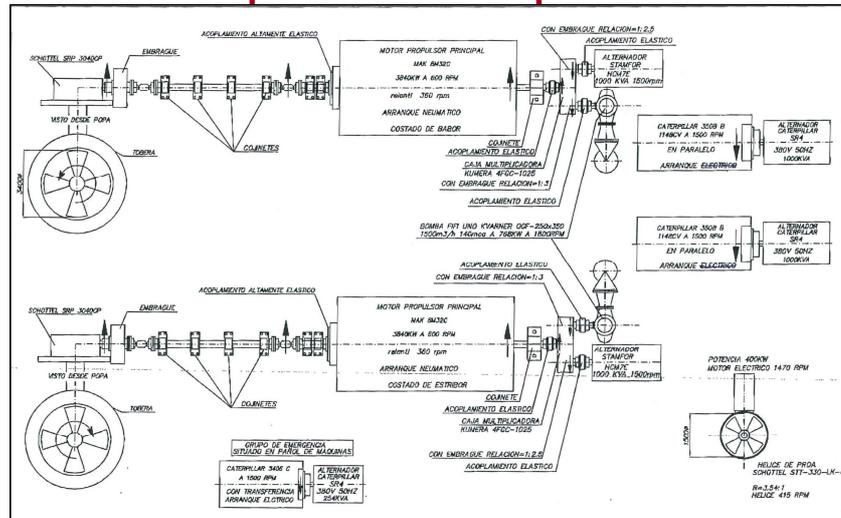
En caso de que haya un black-out todos los controles se conectarán automáticamente sin interrupción al sistema de emergencia, permitiendo un control seguro de ambas plantas propulsoras.

El cálculo de las vibraciones torsionales lo ha realizado el fabricante del motor con la aprobación de la Sociedad de Clasificación.

Se ha prestado especial atención a la disposición del sistema de propulsión y sus componentes en vista de los posibles orígenes de las vibraciones.

El sistema completo de propulsión, motores principales, línea de ejes y tomas de fuerza se diseñó en conjunta colaboración del Armador y los fabricantes de los distintos equipos que lo componen.

## Disposición de maquinaria



### Motores Principales

La planta propulsora estará compuesta por dos motores diesel principales que accionan los propulsores, con línea de ejes con las reducciones correspondientes a las hélices de pala variable tipo azimutal.

El arranque, parada, regulación de r.p.m., etc. de los motores puede controlarse desde el puente, proa y popa y sala de control de máquinas.

De cada motor principal se deriva una toma de fuerza de proa, sistema contraincendios Fi-Fi y alternador de cola.

Los escapes están dotados de rejillas para llamas.

Los dos motores propulsores marinos son de la marca MAK, tipo 8M32C de cuatro tiempos para accionamiento de hélices de paso variable.

El motor tiene las siguientes características:

- Diseño: 8 cilindros en línea no reversible, arranque por aire comprimido, preparado para operación con gas oil con viscosidad máxima de 7 cSt/40 °C.
- Potencia: 3840 kW a 600 r.p.m., condiciones referidas a ISO 3046/1, 45°C.(318K) temperatura aire, 38°C.(311K) temperatura refrigeración de aire de carga, 60% humedad, 1 bar(100 kPa) presión atmosférica.



## Motores Auxiliares y Alternadores

El buque cuenta con dos grupos generadores de energía eléctrica, formado cada uno por un motor diesel marino CATERPILLAR tipo 3508-B de 856 Kw a 1500 r.p.m., refrigerado por agua, acoplado a un alternador.



Cada alternador es capaz de atender los servicios necesarios en navegación o maniobra.

Se han instalado acoplados a cada motor propulsor un alternador que podrá conectarse a la red de a bordo.

En cubierta principal se dispone de un grupo diesel-electrico de emergencia de arranque automático y acoplamiento a su cuadro por caída de la plata principal.

Se instaló un generador CATERPILLAR SR4 sin escobillas auto-excitado, 250 KVA, 50 Hz, 1.500 r.p.m., 380 V.

Dispone de paneles propios de alarmas, control y seguridades que, además están duplicados en la cabina de control de máquinas.



La instalación dispone de 4 alternadores de igual potencia que permite en navegación utilizar un alternador que puede dar servicio completo al buque y mediante el uso de dos, tres o los cuatro alternadores acoplados en paralelo dar servicio en condiciones especiales como es el caso de suministro a otros buques.

Al disponer de dos alternadores de cola permite con la propulsión operativa funcionar todos los sistemas del buque, incluso dar servicio a otros buques con los generadores principales desconectados o averiados.

Se dispone a bordo de un grupo de emergencia marca CATERPILLAR tipo 3406 de 214 Kw a 1.500 r.p.m.

Asimismo, la avería de un propulsor mantendría operativa la navegación del buque sin restricciones para vuelta a puerto.

## Los Propulsores Principales

Son dos hélices de palas variables en toberas, que pueden girar 360°.



Reunión Jefes de Centro.- Madrid Noviembre 2.004

### Propulsores azimutales



El sistema de propulsión no depende de la energía eléctrica del buque, por lo que es totalmente autónomo y ante cualquier avería de la planta eléctrica principal, el buque puede navegar sin requerir de dicha fuente, no obstante al disponer de los dos alternadores de cola el servicio del buque queda cubierto para operaciones de navegación y especiales como anteriormente se ha indicado. La instalación propulsora es de la marca SCHOTTEL tipo SRP-3040 de las siguientes características unitarias:

## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Potencia de entrada..... 3840 Kw
- Velocidad de entrada ..... 600 r.p.m.
- Relación de reducción.....3,01:1
- Diámetro de la hélice ..... 3400 mm
- Tipo de hélice ..... de palas orientables
- Número de palas.....4
- Material de la hélice ..... CuAl10Ni
- Tipo de tobera..... tipo modificado 19A
- Velocidad de giro ..... 15 seg 180°

## El Propulsor de Maniobra de Proa

Se constituye a base de una hélice transversal de velocidad variable situada en un túnel.



La hélice de proa es de la marca SCHOTTEL modelo STT 330 LK CP de paso variable accionada eléctricamente por un motor de las siguientes características:

Potencia:..... 400 kW

Velocidad del motor eléctrico...1470 r.p.m.

Reducción.....  $i = 3,54:1$

Diámetro del propulsor..... 1500 mm

Material de la hélice ..... Cu-Ni-Al 10 Ni

Hélice..... 4 palas con control de paso

La hélice de proa es operable desde la consola de proa y desde la consola de popa del puente.

La unidad consta de:

- Caja de engranajes y mecanismo de paso variable con cojinetes y elementos móviles lubricados por aceite con enfriador y tanque de compensación.
- Eje del propulsor en acero inoxidable.
- Túnel de acero naval soldado a la estructura del buque.
- 6 ánodos de zinc fijados al túnel.
- Acoplamiento flexible entre el motor eléctrico y la unidad.
- Control manual de paso con indicador y arranque y paro de la unidad desde la consola de proa y popa del puente con indicador.
- Válvula hidráulica de control de paso accionada por un motor eléctrico de 2,2 Kw.
- Alarmas de acuerdo con la Sociedad de Clasificación para incorporar al sistema general de alarmas del buque.
- Posición automática de paso cero cuando se arranca el motor eléctrico que la acciona.



## PUENTE DE GOBIERNO

### Equipos

**Dos radares** de navegación, uno de banda X y otro de banda S y una unidad interswitching / ethernet hub que permite la interconexión de unidades de display a unidades de transmisión. Los radares son:

-Un radar arpa / banda X, marca FURUNO, tipo FAR-2827 con presentación en color 23.1"/TFT, tipo plano, modelo sobremesa, movimiento verdadero, con función ARPA para 50 blancos, interface para giro, corredera y posición DGPS, video plotter / mapping PR-340, preparado para presentación de datos del AIS, unidad display ARPA radar, con panel de control separado, unidad de procesador con interface a giro, corredera y GPS, unidad de antena de 8 pies, banda X, con transmisor de 25 Kw y monitor de rendimiento incorporado.

-Un radar arpa / banda S, marca FURUNO, tipo FAR-2837S con presentación en color 23.1"/TFT, tipo plano, modelo sobremesa, movimiento verdadero, con función ARPA para 50 blancos, interface para giro, corredera y posición DGPS, video plotter / mapping RP-340, preparado para presentación de datos del AIS, unidad display ARPA radar, con panel de control separado, unidad de procesador con interface a giro, corredera y GPS, unidad de antena de 12 pies, banda S, con transmisor de 30 Kw y monitor de rendimiento incorporado.



**Respondedor Radar.** Dispone de dos respondedores radar, homologados, de frecuencia desde 100 a 9400 MHz, marca McMURDO RT-9.

**Receptores direccionales.** Se instalaron dos receptores direccionales para localización de emisiones de socorro:

- Un receptor direccional MF/HF, marca TAIYO, tipo TD-C338 MK3

Rango de frecuencia de 200 KHz-16MHz, número de canales de exploración de 100, modos de recepción A1A, A2A, A3e, H2A, H3e y J3E, alimentación de 230 VCA, unidad de antena EL-808 y unidad receptor y control.

- Un receptor direccional VHF, marca TAIYO, tipo TD-L1620

Rango de frecuencias de 110-170 MHz, número de canales de memoria de 30, número de canales de exploración de 10, modo de recepción AM o FM, unidad de antena EA-351A, unidad de receptor y control y fuente de alimentación para 230 VCA.

**Sistema de Identificación Automática.** Se instaló un sistema de identificación automática AIS.

- Un sistema de identificación automática – AIS, marca FURUNO, tipo FA-100

Sistema de identificación automática VHF, con potencia de 12,5 w, interconexión con radares /ARPA, interface para GPS y giroscopica, unidad display LCD 4.5", incluyendo transceptor VHF, unidad de antena GPS/VHF combinada y fuente de alimentación para 230 Vca/24 Vcc con cambio automático.

**Sistema de Gobierno.** Un sistema de gobierno compuesto por los siguientes equipos:

- Dos equipos girocompás, marca TOKIMEC, tipo ES-160

Digital controlado por microprocesador, corrección automática por latitud y velocidad, un máster compass con unidad electrónica integrada con capacidad para repetidores, display y dimmer, dos repetidores laterales con aliada azimutal y un repetidor del sistema de gobierno.

- Un compás magnético, marca TOKIMEC, tipo SH-165.A1

Cumple con los requerimientos IMO para sistemas de compás.

Bitácora magistral de reflexión fabricada en aluminio, con sistema de compensación B+C+D y barra flinders, tubo periscopio con sistema de espejos, compás magnético de 165 m/m de rosa, alidada azimutal, dimmers de iluminación para alimentación principal y emergencia, un compás magnético de respeto con caja dentro del puente y una sonda fluxgate para su conexión a piloto automático.

- Un piloto automático, marca TOKIMEC, tipo GYLOT

Digital controlado por microprocesador PID, preparado para trabajar en conexión con girocompás y compás y con el sistema de control del sistema de gobierno a solenoides, unidad display/control piloto automático, sistema de mando manual eléctrico con unidad de rueda para seguimiento follow-up y tiller para gobierno manual y unidad de respuesta de timón.



**Posicionamiento.** Dispone de:

- Dos receptores de navegación DGPS, marca FURUNO, tipo GP-90

Recepción simultanea de hasta 12 satélites, presentación en pantalla LCD de 6" de gráficos trackploter, autopista 3D, compás, monitor GPS, memoria hasta 2000 puntos para marcas y posiciones pesadas, 999 waypoints, 30 rutas con 30 puntos waypoints cada una, unidad display LCD (aluminio estanca) de 6", con receptor diferencial DGPS integrado, unidad de antena GPS y DGPS, fuente alimentación para 230 Vca y distribuidor de señales NMEA.

- Una ecosonda de navegación, marca FURUNO, tipo FE-700

Cumple con las recomendaciones IMO para sonda de navegación, frecuencia de trabajo 50 KHz/600 w, pantalla DOT-Matrix LCD de 6,5", unidad de alarma acústica y sonora para profundidad, unidad display ecosonda, transductor 50 KHz con tanque de montaje e indicador digital remoto de profundidad FE-720.

- Un sistema de cartas electrónicas (ECIDS), marca FURUNO, tipo FEA-2107

Cumple IMIO como sistema de planificación y monitorización de rutas mediante cartas raster ARCS, software para adaptación a sensores de navegación, radar, girocompás, corredera, GPS, sonda, equipo de viento, kit radar overlay para conexión ECDIS a radares, estación de operación ECDIS con unidad display, monitor color 23.1"/TFT, unidad procesador de señales, panel de operaciones, adaptador para entrada de señales, unidad de alimentación UPS/230 Vca y software ECDIS.

**Con el sistema de control MASTERSTICK** se controla la navegación a proa y popa a toda velocidad, movimiento lateral, giro del barco o cualquier combinación es posible.



El MASTERSTICK es un sistema controlado con micro-procesador que controla el movimiento lateral y de giro, así como la magnitud de empuje.

La palanca controla el movimiento proa – popa y lateral, al mismo tiempo que su magnitud.

La palanca puede moverse 360° sobre su vertical y al mismo tiempo girar sobre un ángulo limitado sobre su eje horizontal.

El sistema con 2 x 90° ángulo de operación permite superponer giro o corrección del barco al mismo tiempo. El índice de giro depende del ángulo fijado.

El microprocesador recibe las órdenes indicadas y con el software específico, calcula para cada hélice el ángulo azimutal requerido y cantidad de empuje. Toda esta información es luego transmitida a cada sistema de control remoto individual para su ejecución.

Durante el funcionamiento normal, se puede usar la propulsión a toda potencia, de aquí que el software incluido en el MASTERSTICK es capaz de seleccionar ambos empujes y ángulo azimutal máximos sin limitación.

Dispone de los siguientes controles:

- Dispositivo de control del MASTERSTICK para gobierno, velocidad del motor y control de paso.

- Un panel de control MASTERSTICK incluyendo controles para diferentes modos de operación.
- Interruptor incluyendo lámpara piloto “MASTERSTICK en servicio”.

### **Sistemas Auxiliares.**

- Dos equipos de viento, marca FURUNO, tipo CV-3F

Anemómetro ultrasónico sin partes mecánicas, facilita los datos de dirección y la velocidad del viento, unidad anemómetro CV-3F, con 25 m de cable, unidad display RD-30, fuente de alimentación para 230 Vca.

- Proyectores de reconocimiento teledirigido

Dos proyectores de reconocimiento teledirigido, uno hacia proa y otro hacia popa, situados sobre el puente, marca SEEMATZ tipo 463 HSG.

Tipo de proyector halógeno, diámetro del foco 360 mm, sistema de orientación manual actuando sobre el proyector y teledirigido desde el puente, ángulo de giro lateral 360° y vertical hasta 80°, alcance 2200 m (1/4 lux), alimentación 220 V y consumo 1000 w.

- Un registrador de datos de travesía VDR, marca MARIS, tipo VDR-2000

Registrador de datos de travesía, cumpliendo A2/4.17 del R.D. 80/1999, con unidad principal compuesta por un módulo de ocho entradas NMEA/serie, cinco canales de audio, una tarjeta capturadora de video/radar, un módulo de 16 canales digitales on/off y un módulo de ocho canales analógicos de 0-10volt / 4-20 mA, un sistema de audio compuesto por cuatro micrófonos de audio/puente y un interface para audio/ VHF, sistema de alimentación 230 Vca, play-back software y cápsula de memoria protegida en chasis sumergible y batería.

La unidad registra los datos de la sonda, viento, paso de las hélices, dirección de las hélices estado de máquinas, alarma fuego, alarma humos, alarma presencia de agua, alarma fallo alimentación eléctrica, alarma fallo hidráulico, alarma personal recomendación A.481 y cinco sensores de reserva.

**Radiocomunicaciones.** Un sistema de comunicaciones que cumpla los requisitos del GMDSS para buques que operen en zonas A1, A2 y A3, con redundancia y mantenimiento en tierra, incluyendo los siguientes equipos principales

Un receptor Navtex homologado, marca FURUNO tipo NX-500, con una frecuencia de 18 KH7 con antena de látigo.

Una radiobaliza de localización de siniestros por satélite, marca McMURDO, tipo E3 con una frecuencia de 406 y 121,5 MHz.

Una terminal inmarsat – FLEET 77, marca SKANTI, tipo SCANSAT F77, permite la transmisión de mensajes duplex telefónico y fax, MODEM integrado de 64 kbps HDS, datos de alta velocidad, unidad de antena giroestabilizada, transceptor de comunicaciones, microteléfono de control y soporte, unidad de alimentación AC/DC, PC de comunicación con pantalla TFT 17” y terminal videoconferencia / policom.



## **Cónsola GMDSS.**

### a) Dos radioteléfonos VHF-DSC, marca SKANTI tipo 1000 DSC

Potencia 25 w, canales 55 internacionales y 30 privados, simples / semiduplex, MODEM para llamada selectiva DSC, transceptor VHF/DSC, 24 Vdc y unidad de control y DSC, fuente de alimentación AC/DC, con conmutación automática y dos antenas de látigo.

### b) Un radioteléfono SSB-MF/HF, marca SKANTI, tipo TRP-1500

Potencia 500 w, frecuencia 1,6-30 MHz, modem integrado para llamadas selectiva DCS y receptor de vigilancia match receiver incorporado, alimentación 230 Vca y 24 Vdc con cambio automático en caso de ausencia de AC, transceptor SSB MF/Hf, 24 Vdc, acoplador automático de antena, unidad de control y DSC, radiotelex, teclado e impresora, fuente de alimentación AC/DC, antena TX/RX látigo de 8m y antena DSC látigo de 4 m.

### c) Tres radioteléfonos portátiles VHF-GMDSS, marca NAVICO, tipo AXIS-50

Incorpora batería de Ni-Cd y cargador de batería de emergencia de litio.

### d) Estación inmarsat standard-C / SKANTI SCANSAT-CT

Cumple con los requerimientos GMDSS, GPS incorporado en antena, acceso a servicios EGC, internet e-mail, mensajes de socorro y comunicaciones de rutina telex/datos, unidad de antena, terminal de comunicaciones standard-C e impresora para impresión de mensajes y fuente de alimentación AC/DC con conmutación automática.

### e) Iridium

Un terminal de comunicaciones iridium para cumplir SOLAS, cap. XI, anexo 6, Marca ECI MARINE con antena exterior conectable al PC.

f) Un sistema de alimentación de emergencia GMDSS

Con un cargador de baterías SKANTI CH-2430 y panel de estado de batería y alarmas SKANTI CP1000 y un juego de baterías tipo ácido 24 Vcc / 120 AH.

**Radioteléfono VHF Banda Aeronáutica.** Un radioteléfono de VHF, banda aeronáutica para comunicación con aeronaves con operaciones de salvamento, marca TRON AIR.

**Un sistema de comunicaciones interiores** compuesto de:

a) Sistema de órdenes y avisos, marca STENTO, tipo ETB-10

Estación principal 10 líneas, llamada general, MB-30G micrófono cuello cisne. Permite la comunicación interior entre el puente de gobierno con:

- Un STB-5 como estación secundaria en cámara de máquinas
- Seis HE-112M estación en camarote Capitán, Jefe máquinas, comedores y cocina y salón de oficiales.
- Tres STB-2+VML-1520 estación exterior en proa, popa y zona de las embarcaciones.

Alimentación a 220 V.

b) Un sistema de telefonía marca ZENITEL, tipo SMII-24

Equipado para 24 extensiones y 4 conversaciones simultáneas, interface 4 líneas exteriores como Stacon, Gsm, etc, alimentación 230 Vca /24 Vcc con cambio automático.

- Un TC-2010DA, estación empotrar en consola puente
- Un TC-2010A, estación empotrar en consola cabina control
- Dos P-50007WP, estación robusta en caja en taller y pañol de máquinas

- Veinte A24, estación sobremesa/mural en camarotes y comedores

c) Radioteléfonos portátiles de VHF

Tres radioteléfonos portátiles de VHF para comunicaciones interiores, marca ICOM, tipo IC-M1V dotados de batería recargables y cargador para 12 h con operación en todos los canales marinos de VHF y un peso de no más de 0,3 Kg.

d) Un sistema de teléfonos autogenerados, marca VINGTOR, tipo VSS

- Una unidad VSP-211-L como estación principal en la consola del puente
- Dos VSP-223-L como estación autogenerada en la consola de la cabina de control y local de propulsores.
- Un CD-4 auricular
- Un VSP36-PELP auricular con micrófono y 10 m de cable en cámara de máquinas.

## CONCLUSIONES

Desde el naufragio del Titanic, a principios del siglo XX, hasta los primeros años del siglo XXI, casi un siglo, se han producido un gran número de accidentes marítimos que han dado como resultado pérdidas de vidas humanas y graves episodios de contaminación marina. Estos desastres ecológicos y la pérdida innecesaria de vidas humanas han sido fruto del retraso en la aplicación de las medidas de prevención adecuadas, que casi siempre se han llevado a cabo por la presión ejercida por la opinión pública. Prueba de ello queda reflejado, como veremos seguidamente, en los acuerdos y convenios nacidos de las buenas intenciones de los países que los suscriben y que lejos de ser efectivos, a causa de los intereses políticos, quedan como una recopilación de sugerencias e indicaciones técnicas y de organización que justifican la actuación de los mandatarios políticos frente a la comunidad internacional.

La creciente preocupación de la comunidad internacional por los accidentes marítimos de los buques mercantes en general y de los buques petroleros en particular que han vertido importantes cantidades de hidrocarburos en la mar, con consecuencias desastrosas para el ecosistema marino de la zona costera afectada, han propiciado la adopción de medidas de prevención y lucha contra la contaminación que, posteriormente, se han ido modificando y perfeccionando de acuerdo con los avances tecnológicos y la experiencia adquirida a causa de los accidentes más recientes. La necesidad de la elaboración y puesta en marcha de Planes de contingencias es un tema que la Unión Europea trata desde hace tiempo, llegando a la conclusión de que estos Planes no deben ser grandes tratados, sino documentos prácticos en los cuales se determinen las tareas y responsabilidades de las personas e instituciones que estén implicadas; es decir, deben ser procedimientos técnicos con instrucciones de trabajo precisas y determinadas, dirigidas y coordinadas por personal técnico cualificado y especializado.

El Plan Nacional de servicios especiales de salvamento de la vida humana en la mar y de lucha contra la contaminación marina aprobado por el Gobierno en Enero de 1998, en virtud del artículo 87 de la Ley 27/1992, de 24 de Noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (LPEMM), contempla la respuesta que en equipos y medios están dedicados a la prevención y lucha contra la contaminación, estableciendo asimismo las bases desde donde se utilizarían estos medios en caso de sucesos de contaminación. Según dicho artículo 87 al aludir al Plan Nacional de Servicios Especiales de Salvamento de la vida humana en la mar y de la lucha contra la contaminación marina, prevé que será objeto de desarrollo mediante programas sectoriales y territoriales.

Dada la complejidad de las operaciones de descontaminación, la lucha contra la contaminación marina requiere de un sistema de respuesta definida y una estructura de mando y actuación que haga eficaz la utilización de estos medios, por lo que se hace necesario profundizar en el aspecto organizativo de los mecanismos de respuesta, estableciendo un esquema que pueda hacer frente, con posibilidades de éxito, a un suceso de contaminación marina accidental.

La experiencia acumulada a través de todos los vertidos de hidrocarburos que se han producido en la mar, ya sea por accidentes marítimos o por otras causas, señala que los factores Tiempo y Organización son de gran importancia a la hora de afrontar con posibilidades de éxito la lucha contra la contaminación producida. El factor tiempo está en numerosas ocasiones ligado al organizativo, ya que un esquema organizado, claro y sencillo ahorra mucho tiempo a la hora de tomar decisiones sobre la utilización de diferentes medios en las operaciones de contención, recuperación y limpieza de un vertido.

Como se desprende de lo expuesto hasta ahora, la aplicación de estos Planes de Lucha contra la Contaminación Marina es una solución perfectamente estructurada para combatir cualquier tipo de vertido. Sin embargo, en la realidad no ocurre así. La prueba la tenemos, sin ir más lejos, en el naufragio del "Prestige", por poner un ejemplo de gran impacto internacional. En el que al poco tiempo de producirse el accidente se activaron los Planes de Emergencia establecidos para este tipo de desastres medioambientales. He de decir que el Estado Español cuenta con buenos técnicos en Salvamento Marítimo y Lucha contra la Contaminación Marina. Los trabajos de salvamento y rescate diseñados por estos técnicos, altamente cualificados y especializados, para neutralizar y prevenir los efectos de un vertido inminente, fueron los más adecuados teniendo en cuenta las circunstancias del momento. Desafortunadamente, algunas de las decisiones que se tomaron desde el Gobierno no fueron las más acertadas y lo que hubiera sido un accidente marítimo con unas consecuencias muy localizadas y controladas desembocó en un desastre de dimensiones internacionales. A pesar de todo lo acaecido y de las graves consecuencias potenciales que se podrían derivar del accidente, se promovieron soluciones alternativas para paliar, en la medida de lo posible y en función de los recursos disponibles, la incidencia de la contaminación y su impacto medioambiental en zonas sensibles a lo largo de la costa que pudiera ser afectada bajo las directrices del Plan Nacional de Contingencias.

En contraposición a lo ocurrido en el accidente del "Prestige", tenemos el tratamiento que, algunos países de la Unión Europea como es el caso del Reino Unido, dieron al accidente marítimo sufrido por el buque portacontenedores "MSC Napoli" en el Canal de La Mancha en las proximidades de las costas de Devon. La decisión tomada por el Sr. Middleton, único responsable técnico e incuestionable de la maniobra de salvamento del buque, al que hizo varar intencionadamente al sur de la costa de Inglaterra, fue a todas luces la correcta y la más adecuada. El resultado, localizar el accidente y sus consecuencias y evitar un mal mayor.

El tiempo de respuesta y la organización fueron decisivos y sus mejores aliados.

Fruto de la experiencia adquirida en Salvamento Marítimo y Lucha contra la Contaminación Marina durante estos últimos años y sobre todo después del accidente del "Prestige", el Estado Español dotó, con unidades marítimas de nueva construcción, a la flota de Salvamento Marítimo dentro del marco del Plan Nacional de Salvamento Marítimo 2006-2009.

El "Luz de Mar" fue el buque de salvamento polivalente más moderno y potente que inició la renovación profunda de la flota de Salvamento Marítimo y Lucha contra la Contaminación Marina. Su construcción se adelantó al año 2004 mediante un Plan puente para agilizar su entrada en servicio, junto con su gemelo el "Miguel de Cervantes" un año y medio antes de la activación del Plan Nacional de Salvamento 2006 2009.

Una gran flota de buques y remolcadores de salvamento, guardamares de salvamento y unidades de intervención rápida junto con las unidades aéreas (helicópteros y aviones de salvamento marítimo) están situadas estratégicamente por todo el litoral español, incluyendo los archipiélagos balear y canario, vigilando y protegiendo las aguas de responsabilidad española 24 horas al día durante 365 días al año, además de estar en disposición de colaborar y ayudar a otros países. El Salvamento Marítimo Español es a día de hoy un referente para otros estados.

El "Luz de Mar" es un buque de salvamento marítimo polivalente adaptado a la labor especializada de la operatividad en condiciones extremas con un elevado grado de seguridad en todos sus protocolos y procedimientos de actuación. Prueba de ello es su histórico de intervenciones realizadas desde su puesta en servicio en el año 2005 hasta fecha de hoy, con un alto grado de éxito en todas ellas.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS

- CONSTRUCCIÓN NAVAL Y SERVICIOS. Antonio Bonilla de la Corte. ISBN: 84-398-2629-X. Año 1984.
- ASTILLEROS ARMON (Vigo). Madrid Noviembre de 2005
- ASTILLEROS ARMON (Navia). Madrid Noviembre de 2005.
- SOCIEDAD DE SALVAMENTO Y SEGURIDAD MARÍTIMA. (SASEMAR). Madrid Diciembre de 2005
- DIRECCIÓN GENERAL DE LA MARINA MERCANTE. Madrid Noviembre de 2005.
- PLAN NACIONAL DE SALVAMENTO MARÍTIMO 2006-2009. Noviembre 2005.
- CUADERNOS DE PRÁCTICAS DE EXPRESIÓN GRÁFICA (AUTOCAD 2004) Autodesk, S.A. Laureano Carbonell. Facultad de Náutica de Barcelona (UPC). Barcelona Marzo de 2005.
- MICROSOFT OFFICE POWER POINT 2003. GUÍA PRÁCTICA PARA USUARIOS. Elvira Yebes López. ISBN: 84-415-1636-7. Año 2004. (Para la presentación en Power Point).
- TEORÍA DEL BUQUE. Cesáreo Díaz. Barcelona Octubre de 1972.
- TEORÍA DEL BUQUE, ESTABILIDAD Y FLOTABILIDAD. Joan Olivilla Puig. ISBN: 84-7653-452-3. Septiembre de 1995 2ª Edición.
- REMOLQUES MARÍTIMOS S.A. Octubre de 2005.
- EMIR IGLESIAS. Inspector Remolques Marítimos y Sasemar. Madrid Octubre de 2005.
- JAVIER GARCÍA. Jefe del Centro de Salvamento Marítimo de Castellón. Castellón Noviembre de 2005.
- JUAN ANTONIO PLA. Capitán del "Luz de Mar". Castellón Noviembre de 2005.
- <http://www.imo.org> (día 04/05/2007).
- Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante 27/1992 de 24 de Noviembre.

- Acuerdo de Cooperación para la Protección de las Costas y de las Aguas del Atlántico Norte contra la Polución de 1990.
- Convenio Internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos de 1990.
- Plan Nacional de Contingencias Marítimas.
- [http://www.catalonia.org/marpol/SegonCuadrimestreEspecial\\_01](http://www.catalonia.org/marpol/SegonCuadrimestreEspecial_01)(día 04/05/2007).
- [www.webmar.com](http://www.webmar.com) (día 16/04/2007).
- JOSÉ ANTONIO ARRIETA. Capitán del “Luz de Mar”. Algeciras. Diciembre 2012.
- Cuerpos de Oficiales y Subalternos del “Luz de Mar”. Algeciras. Diciembre 2012.
- ALVARO SANTOS, Inspector de Seguridad de Remolques Marítimos, S.A. Madrid. Diciembre 2012.