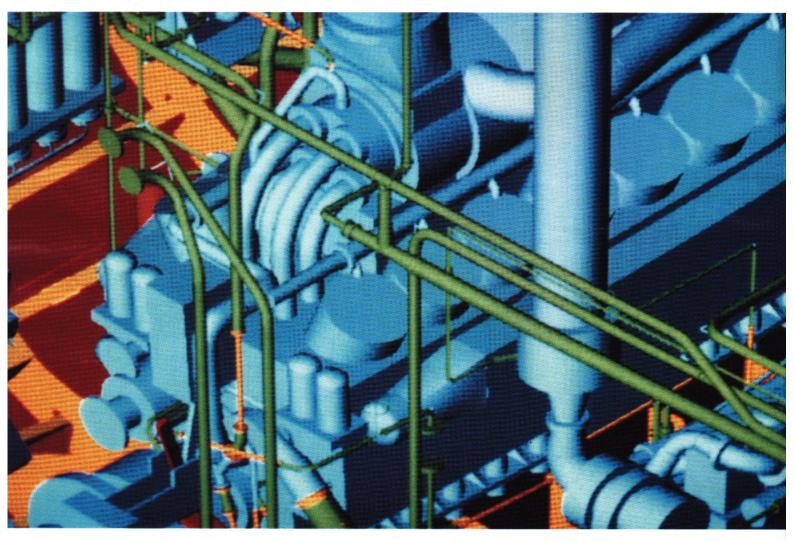


Nueva generación de turbocompresores: La solución idónea para sus motores

ABB SISTEMAS INDUSTRIALES, S.A. DivisiónTurbocompresores



Algo más que Motores Diesel



APROVECHE TODA NUESTRA INGENIERIA

Experiencia y flexibilidad para adaptar nuestros conocidos motores a sus necesidades concretas ya sean para aplicación marina o en cogeneración.

Desde el diseño a la fabricación (500 a 12.000 kW) aproveche nuestra experiencia.



Díganos sus requisitos técnicos y resolveremos el problema.

Posteriormente nuestro Servicio de Asistencia Técnica se encargará de todo. Consiga algo más que motores diesel, consiga ingeniería.



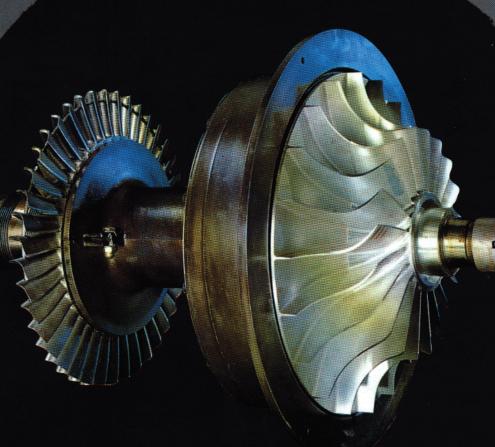




PREMENASA
PRECISION MECANICA NAVAL, S. A

TURBOS

Venta de Recambios, Reparación de Turbocompresores y Asistencia Técnica.



PRECISION MECANICA NAVAL, S.A. "PREMENASA - TURBOS

CALLE LUIS I, Nº 26 POLIGONO INDUSTRIAL DE VALLECAS 28031 MADRID

91 778 12 62

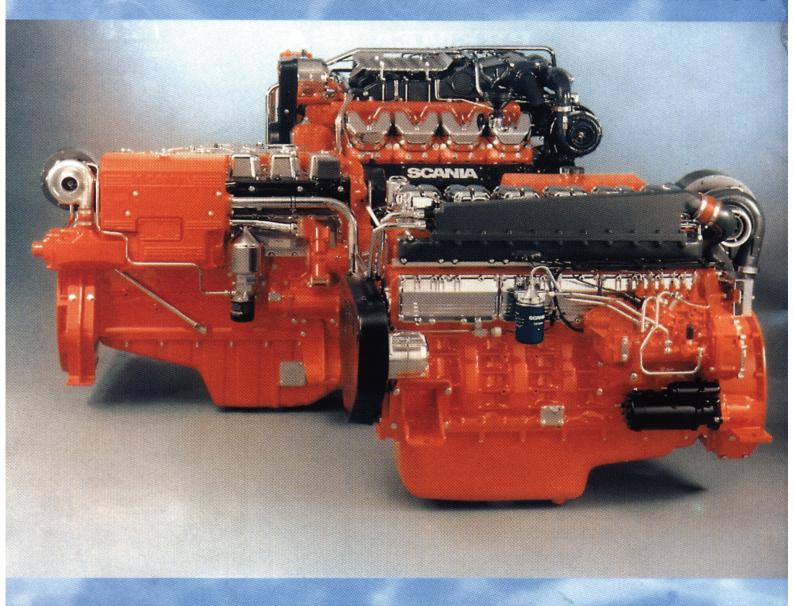
TELEFONOS: 91 778 13 11

91 778 13 63

FAX: 91 778 12 85

E-mail: turbos@premenasa.es Web: www.premenasa.es

NUEVA GAMA DE MOTORES MARINOS



Economía operativa.

Propulsores y auxiliares marinos para salas de máquinas desasistidas.

Mínimo consumo de combustible y aceite.

Certificación de todas las sociedades clasificadoras.

Potencia continua sin limitación de horas ni factor de carga.

Garantía de cuatro años de acuerdo con las condiciones generales de garantías sin costo alguno para el cliente.

Los motores marinos Scania son líderes gracias a los constantes avances tecnológicos del grupo Scania desde 1891 (más de 100 años). El éxito se basa en una larga experiencia y numerosas investigaciones en el Departamento de Investigación y Desarrollo y la fidelidad de todos sus clientes en el sector marítimo.



División de Motores Marinos e Industriales

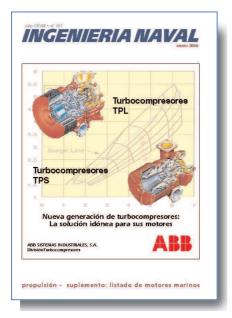


ABB SISTEMAS INDUSTRIALES, S.A. **División Turbocompresores**

Cronos, 57 - 28037 MADRID Tels.: 91 581 93 93 - 91 581 92 92 Fax: 91 581 56 80

15

Los datos de la Gerencia del Sector Naval relativos a la c.n. española muestran la disminución de la contratación y de la cartera de pedidos respecto de los tres primeros trimestres del año pasado



19

Se recogen las últimas novedades dentro de un sector tan importante y en constante movimiento con es el de la propulsión donde se ha producido una autentica revolución para cumplir con los requisitos marcados por la OMI sobre anticontaminación



Mesa redonda sobre "La Copa de América": Un desafio tencológico", en la que intervienen como ponentes los principales impulsores del proyecto y construcción del Bravo España que ha tomado parte en esta competición



año LXVIII • nº 767

INGENIERIA NAVAL enero 2000

website. net	6
editorial	7
breves	9
 actualidad del sector La construcción naval española al 1 de octubre de 1999 Panorama de actualidad 	15
 propulsión Nuevos motores Deutz para bajas potencias Experiencia de operación con la nueva generación de motores de velocidad media de MaK Motores MC-GI de MAN B&W Nuevas hélices de palas ajustables de Kamewa 	19
combustible • Acondicionador de Fuel CD92	49
noticias	53
contratos de buques	65
las empresas informan	67
naúticaMesa redonda sobre "La Copa de América: Un desafio tecnológico"	71
nuestras instituciones	78
agenda	79
publicaciones	80
 artículo técnico Ensayos como modelos propulsados con chorro de agua. 	81

- por Ramón Quereda Laviña
- Método de predicción de la erosión debida a cavitación en propulsores, por Jaime Masip Hidalgo
- Los Clubes de Protección e Indemnización y su influencia sobre la construcción y explotación naval, por Carlos Bienes Pesqui
- La hipoteca naval en España en su estado actual, por José Luis Goñi

próximo número

- Seguridad Marítima, Normativa
- Medio Ambiente
- Flota de remolcadores



Section 19 to 19 t

http://www.alstom.com

La página Web de Alstom es una página completa, en inglés o francés. Una vez que se entra en la dirección nos encontramos con una página completa que tiene mucha información. Podemos ir a los productos marinos, y en ese momento nos encontramos con el acceso a otra página amplia. También es interesante la sección de notas de prensa, con las últimas noticias de Alstom. Podemos obtener la información de la compañía. Se trata pues de una página corporativa bastante completa, con amplia información.



http://www.macgregorgroup.com/

Macgregor tiene una página Web muy completa, dedicando especial interés a sus productos. Tiene una bolsa de trabajo muy interesante. También podemos obtener una lista completa de las divisiones de Macgregor en todo el mundo. Además se puede tomar información sobre aires acondicionados, ascensores, refrigeración, etc.



http://www.mak.de/

La página de Mak es una página corporativa en la que se puede ob-

LA PROPULSION EN LA WEB

tener información sobre Mak. Inicialmente podemos ir al programa de motores, y de ahí entrar en las páginas de motores marinos. Se trata de una página sencilla pero muy interesante.



http://www.manbw.dk/

En la página de Man se puede encontrar amplia información de los motores, de la compañía, de los productos y del servicio, así como otras opciones. No sólo podemos encontrar motores sino plantas de generación, equipamiento de hélices, etc., pudiendo obtener los mapas de selección de motores. Una página muy completa e interesante.



http://www.kamewagroup.com/

Esta es la página corporativa del grupo Vickers Ulstein, de Sistemas Marinos. En esta página podemos encontrar noticias, las cuales están organizadas por fechas y dispone de su propio motor de búsqueda para encontrar la información que deseemos, también se pueden encontrar los medios de producción de que dispone la firma, con todos los medios.



http://www.volvo.com/

En esta dirección entramos en la

página principal del Grupo Volvo, y de ahí podemos entrar en Volvo-Penta, referente a motores marinos. La información es muy amplia, pudiendo obtener datos corporativos, características de los motores, así como de los camiones y otros.



http://www.wartsila-nsd.com/

Esta página del grupo Wärtsilä, es bastante completa podemos obtener información del grupo, de sus compañías, notas de prensa, datos actuales, características de sus motores, así como su informe anual. De destacar son los apartados de motores diesel y de gas. Página con gran contenido que merece la pena visitar.



http://www.schottel.de/

En la página de Schottel podemos obtener información de la compañía, de oportunidades de empleo, de noticias, de requerimientos para un proyecto y sus productos y servicios. Dentro de sus productos es destacable la información que podemos obtener de cada uno de sus sistemas de propulsión, también es interesante la posibilidad de solicitar en función del buque las características principales de los propulsores a instalar mediante un formulario particularizado.



Revista editada por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España. Fundada en 1929 por Aureo Fernández Avila I.N.



Director

Miguel Pardo Bustillo I.N

COMISION DE LA REVISTA Presidente

Miguel Pardo Bustillo I.N.

Secretario

José Ignacio de Ramón Mtnez. Dr.I.N. **Vocales**

Primitivo B. González López. Dr.I.N. Pablo José Peiro Riesco I.N. Fco. Javier González Varela, I.N.

Asesores Alfonso González Ferrari I.N.

Alfonso González Ferrári I.N Julián Mora Sánchez I.N.

Redacción y Coordinación

Sebastián Martos Ramos I.N.

Redacción

Guillermo Sebastián Villariños Pedro Peñas Vargas

Publicidad

Director comercial: Rafael Crespo Fortún Mari Cruz Nieto Tel. 91 781 03 88

Dirección y Administración

Castelló, 66 28001 Madrid Tel. 91 575 10 24 - 91 577 16 78 Fax 91 577 16 79 e-mail: rin@iies.es

http://www.iies.es/navales/ainerevi.html

Diseño y Producción

MATIZ Imagen y Comunicación, S.L. Tel. 91 446 24 42 - Fax 91 593 34 24

Suscripción Anual

Resto del mundo 11.650 Ptas, 60 Euros Resto del mundo 11.650 Ptas, 70 Euros Estudiantes 5.000 Ptas, 30 Euros Precio del ejemplar 1.000 Ptas, 6 Euros

Notas:

No se devuelven los originales. Los autores son directamente responsables de sus trabajos. Se permite la reproducción de nuestros artículos indicando su procedencia.

Publicación mensual ISSN: 0020-1073

Depósito Legal: M 51 - 1958

Publicación controlada por la OJD



6 6

rinos del año 2000?. No han experimentado variación las condiciones generales del mercado en el que operan las compañías que se dedican a este sector. En España aún existen empresas fabricantes de motores de gama media y, naturalmente, la Empresa Nacional Bazán sigue figurando entre las grandes del mundo capaces de diseñar y producir motores de gran potencia y prestaciones, incluyendo una compleja y sofisticada tecnología.

Por su parte, los fabricantes de otros países disponen de una importante presencia en el mercado español, reflejada en compañías con sus propias instalaciones de fabricación y otras que distribuyen marcas de prestigio internacional. Todas prestan, además, los necesarios servicios técnicos y de mantenimiento a sus clientes nacionales y mundiales.

Se trata de un panorama en el que se combinan diferentes factores. El primero es la indiscutible capacidad técnica de los profesionales implicados, que cuentan con una elevada preparación, una dilatada trayectoria y un marcado espíritu de iniciativa. El sector se enfrenta además con problemas concretos, por cuya solución vienen reclamando el necesario apoyo de la administración, a fin de mejorar su capacidad competitiva. El tercero, especialmente importante, es la dependencia de su actividad en relación con la construcción naval española, tanto en el mercado de los motores para buques pesqueros como en los que corresponden a los mercantes, de guerra y otras unidades.

Resulta obvio destacar este último factor como crucial para el futuro de la industria de los motores marinos. Añadiendo a las tendencias y conflictos globales propios del mercado de la construcción naval, el momento de transición de los modelos de los años ochenta a la nueva estructura de astilleros que se está llevando a cabo en España, hay que plantearse la necesidad de colaborar en la mejor y más rápida solución a las razonables demandas que plantea el sector de la propulsión naval en España.

Motores, mercados y astilleros

a industria de los motores marinos es una de las más significativas dentro del ámbito naval. La propulsión del buque y la motorización auxiliar tienen problemáticas técnicas y de mercado muy claramente definidas, que configuran un cúmulo de características que diferencian claramente a este sector de actividad.

En este contexto resulta también importante recordar la existencia de distintas gamas de motores, derivadas de su desarrollo para la aplicación en diferentes tipos de buques, lo que determina un conjunto variable y flexible de características y de precios.

El número de INGENIERIA NAVAL que Vd. tiene en sus manos ya se ha convertido en un clásico de principios de cada año, al dedicar atención preferente a la propulsión naval, con una amplia descripción de diferentes motores y contenidos técnicos destinados a glosar con mayor detalle algunas de las novedades más recientes del mercado.

¿En qué contexto se produce el Especial sobre motores ma-



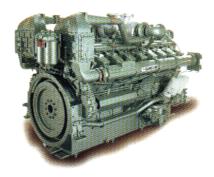
INGENIERIA NAVAL enero 2000 7 7







Máximo rendimiento.



MOTORES GUASCOR. MAYOR POTENCIA. REDUCIDO CONSUMO.

Una de las características principales de los motores GUASCOR es su alto rendimiento. Gracias a la constante investigación de GUASCOR I+D y a la aplicación de la más avanzada tecnología, GUASCOR construye motores con las más altas prestaciones. Su mayor potencia y su reducido consumo se traducen en óptimo rendimiento y máxima rentabilidad para sus clientes. Por eso, GUASCOR mantiene el reconocimiento del sector marítimo y pesquero internacional desde hace más de 30 años.

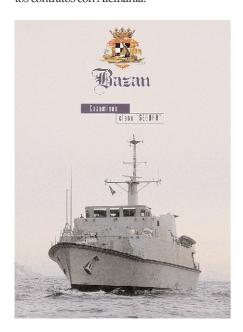


AESA puede recibir 60,6 MUS\$ de la SEPI

Astilleros Españoles puede recibir una invección de 10.000 millones de Ptas. (60,6 MUS\$) de la agencia estatal SEPI como parte de una operación de rescate negociada con los sindicatos. Las indicaciones iniciales señalan hacia una posible adquisición por la SEPI de los astilleros de Juliana y Cádiz y la fábrica de motores de Manises, uniendo Juliana con el astillero privado Naval Gijón y pasando los otros dos centros a Bazán. Una segunda fase podría ver la adquisición por la SEPI de Puerto Real, Sevilla y Astano para su eventual venta a Bazán o a una compañía privada. Finalmente, la factoría de Sestao podría ser privatizada. La inyección de fondos es considerada esencial para evitar la inminente bancarrota de AESA. El plan será presentado a Bruselas para su ratificación.

Bazán oferta a Polonia cinco cazaminas valorados en más de 60.000 millones

El secretario de Estado de Defensa ha viajado a Varsovia para apoyar la oferta presentada por Bazán al gobierno polaco, cuyo principal proyecto es la construcción de cinco cazaminas para la Armada polaca de la clase "Segura", valorado en 60.000 MPtas. Los buques se construirían junto con el astillero polaco Gdynia. Al igual que en el caso de las cinco fragatas para la armada noruega, España compite por estos contratos con Alemania.



Oferta de HHI a Elcano

Hyundai HI ha ofertado la ganga de 145 MUS\$ por un LNG de 142.000 m³ en un intento de romper el mercado de los gaseros del tipo membrana. El cliente, Elcano/Gaz Ocean, ha sido uno de los beneficiarios del proyecto de LNG para la petrolera española Repsol.

Ayudas del gobierno alemán a sus astilleros

La CE ha aclarado las ayudas de los gobiernos federal y local alemán al sector de la construcción naval que incluyen 300 MDM (158 MUS\$) para nuevas construcciones y reparaciones. Estas ayudas, han entrado en vigor a principios de año, y se ajustan a los techos previstos. Además, el Gobierno alemán se compromete a anunciar a la Comisión sobre la concesión de cualquier ayuda a algún astillero en dificultad, y por todo ello se consideran compatibles con el tratado de la UE.

Reuniones entre la Comisión Europea y el gobierno coreano

Representantes de la Comisión Europea y el Gobierno coreano se reunieron en París el pasado día 14 de diciembre para buscar una solución a las dificultades a las que se enfrentan los constructores navales. En lo que fue descrito como un "diálogo constructivo", ambas partes expusieron sus puntos de vista y acordaron reunirse en enero para evaluar la situación. La Comisión advirtió que el fracaso de este diálogo podría conducir a una queja de competencia desleal. Los coreanos reiteraron que nunca han intervenido en la reestructuración del sector de la construcción naval ni han apoyado a ningún astillero incumpliendo las reglas de la OMC. Por su parte, los europeos opinan que la condonación de la deuda concedida a ciertos astilleros con dificultades puede haberse traducido en recortes de precios que Bruselas ve como competencia desleal.

Europa podría intensificar el tráfico de cabotaje

Según manifestaciones de los ministros de transporte de la UE, la CE podría intensificar la promoción del tráfico de cabotaje. Sectores como el transporte en buques ro-ro se ven como una parte dinámica y una opción viable en la cadena de transporte con servicio puerta a puerta entre las regiones de la Unión. La Comisión podría iniciar con urgencia un análisis de los cuellos de botella existentes y de las soluciones potenciales para estos problemas.

Italia amplía los beneficios de su segundo registro a los buques de crucero

Italia ha decidido ampliar los beneficios de su segundo registro a los buques de crucero y a los buques que operen en tráficos de cabotaje. El gobierno cubrirá la reducción de ingresos por impuestos inyectando 363.000 millones de liras (189 MUS\$) durante los próximos 15 años. En respuesta a esta ampliación, Costa Crociere y MSC Cruises han anunciado su intención de volver a registrar sus buques en Italia.

DVB compra Nedship a Rabobank

El banco alemán Verkehrsbank ha adquirido

el banco holandés Nedship a su socio Rabobank, en un acuerdo valorado en 600 MDM (315 MUS\$). Con esto DVB se introduce en el selecto grupo de bancos que financian buques, creándose el séptimo mayor banco mundial con una cartera de préstamos de 5.500 MDM (2.887 MUS\$). El acuerdo, que será efectivo desde la primera semana de abril del 2000, dará a DVB un portfolio naval y marítimo de 3.000 millones de US\$. Rabobank ha manifestado que su decisión de vender Nedship está basada es el deseo de centrarse en las actividades que considera esenciales. La fusión de ambas entidades tendrá una plantilla combinada de unos 830 trabajadores.

Mærsk Sealand prevé una reducción de 3.000 puestos de trabajo

La adquisición del negocio internacional de contenedores de Sea-Land por parte de AP Møller, que se completó el pasado diez de diciembre, supondrá una reducción de unos 3.000 puestos de trabajo, entre jubilaciones y despidos. AP Møller se enfrenta a una formidable tarea fusionando Mærsk Line con Sea-Land, pues las dos empresas tienen organizaciones distintas, la primera dirigida al producto, y la segunda al servicio, por lo que la fusión puede estar sembrada de trampas. La nueva empresa se llamará Mærsk Sealand y tendrá una plantilla de más de 10.000 trabajadores repartida en 325 oficinas de más de 100 países. Mærsk Sealand operará una flota de 250 buques con más de 600.000 TEU, casi el doble que la de su rival inmediato, Evergreen. De estos buques, 110, con una capacidad de 400.000 TEU, son propiedad de la compañía; 40 unidades, con un total de 200.000 TEU, son fletados, y 23 buques (100.000 TEU) están en cartera

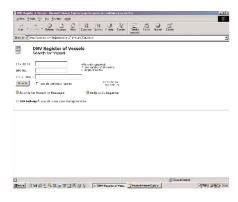
LR reducirá en 350 los miembros de la dirección de la empresa

Los despidos en el Lloyd's Register, anunciados al staff el pasado mes de diciembre, no indican qué áreas permanecerán como actividades núcleo en la nueva estructura. Antes de que finalice el primer semestre de este año deberán haber dejado la empresa. Los departamentos de servicios centrales, como Personal, Comunicaciones y Tecnologías de la Información han sufrido el golpe de los recortes. Se espera que el presidente David Moorhouse anuncie los planes de la nueva reestructuración el mes que viene. Las pérdidas de LR ascendían a 2 M£ (3,27 MUS\$) al mes. Con esta y otras medidas se espera alcanzar una situación en la que no se produzcan pérdidas en unos 20 meses.

DNV publica su registro en Internet

La Sociedad de Clasificación Det Norske Veritas ha publicado su registro de buques de forma gratuita en Internet. La página web, actualizada diariamente, contiene información

INGENIERIA NAVAL enero 2000 9 9



de todos los buques clasificados en la sociedad noruega, proporcionando datos técnicos, tonelaje, armadores y directores, clase y fecha de emisión de los certificados de clasificación. El registro de buques está en la dirección www.dnv.com/registerofvessels.

Las Sociedades de Clasificación presionadas para que reduzcan sus estándares

Las Sociedades de Clasificación están siendo presionadas por los constructores para que puedan reducir los estándares estructurales a fin de recortar costes en el proceso de construcción. El origen de esta presión parece estar en los bajos precios de las nuevas construcciones, que ha llevado a una situación de feroz competencia. En su 40ª reunión, la IACS defendió la necesidad de aguantar esta tendencia y de mantener las exigencias estructurales prescritas por sus reglas.

Seis armadores crean un pool para controlar VLCCs

Seis de los principales armadores mundiales han acordado establecer un pool de VLCC que controle más de 50 VLCC para el 2002, aunque inicialmente serán 38, y que sea operativo a partir del 15 de febrero. El pool tendrá por nombre Tankers International LLC, y lo forman AP Møller, Euronav, Frontline, Overseas Shipholding Group, Osprey Maritime y Reederei "Nord" Klaus E Oldendorff.

SeaFrance compra el 49% de Stena Line

El operador francés de ferries SeaFrance ha adquirido el 49% de la participación de su antiguo socio Stena Line en la Societé Propiétaires de Navires (SPN), por la cual ha pagado 165 MFFr (25,78 MUS\$). SPN era el remanente del pool que operaba la línea de ferries SeaLink en el que Stena y el predecesor de SeaFrance, SNAT eran socios.

NSB será privatizada

El mayor operador de buques de Alemania, Niederelbe Schiffahrtsgesellschaft Buxtehude (NSB), va a ser vendido por el estado de Bremen a sus tres principales clientes, Conti, Norddeutsche Vermögen y Gebab, y al director de NSB, Helmut Ponath. El precio acordado es de 65 millones de marcos (33,6M US\$). Además, NSB transferirá al estado de Bremen acciones en buques por valor de 50M DM, aumentando la cifra que ganará el vendedor has-

ta 115M DM. NSB fue establecida por Bremer Vulkan y adquirida por el gobierno de Bremen en 1995 por 80M DM, tras el colapso del constructor alemán.

Kværner podría mantener una participación en Masa-Yards

Kværner podría seguir manteniendo una participación en el astillero Kværner Masa-Yards después de la venta del constructor finlandés. El grupo anglo-noruego ha estado negociando la venta de Masa-Yards a intereses polacos y finlandeses. Una posibilidad es que los dos grupos liderados por Martin Saarikangas y por el astillero Gdynia, respectivamente, se combinen con intereses en el mercado de cruceros para comprar el astillero. El presidente de Carnival Corp., Micky Arison, ha manifestado que no está interesado en ser el propietario de un astillero aunque todavía preste su apoyo a la adquisición del astillero Kværner Masa-Yards. Arison no se ha pronunciado sobre la cantidad que están dispuestos a invertir, pero están pensando en una participación por debajo del 20%. En Gdynia se piensa que es difícil imaginar una solución para un astillero tan especializado sin la participación de RCCL o de Carnival.

Alianza de Lloyd Sardegna y Tourship

La liberalización del mercado de cabotaje italiano ha favorecido la alianza entre Marsano Gestioni Marittime, que opera la compañía Lloyd Sardegna Compagnia di Navigazione, operadora de buques ferries, y el grupo Tourship, de Francia. El acuerdo supone la formación de una compañía con 14 buques más otros cuatro que actualmente se encuentran en construcción en Italia y Polonia. De momento las dos compañías serán independientes aunque de aquí a dos años no se descarta una fusión.

UIH a punto de pasar a manos privadas

La compañía Ugland International Holdings (UIH), especializada en el transporte de vehículos, está a punto de pasar a manos privadas, tras la oferta de su presidente, Andreas Ugland, de adquirir la participación del 12,79 % que Saltchuk Resources tiene en la compañía, con lo que elevaría la participación de la familia Ugland hasta un 54%. Andreas Ugland ofrece 63 peniques por acción, el precio más alto que se ha ofrecido. El acuerdo valora a la compañía en 135 MUS\$.

Star adquiere el 20,6% de Norwegian Cruise Line

Star Cruises ha adquirido el 20,6% de Norwegian Cruise Line, y no tiene intención de hacer una contra oferta a la reciente OPA hostil de Carnival de 1.700 MUS\$. La adquisición ha supuesto 51 millones del holding NCH a un precio por acción de 35 NK (4,43 US\$) lo que ha llenado las aspiraciones de Star de convertirse en un operador global. En EEUU se advierte del choque de culturas, que puede suponer la doble gestión de una línea que da servicio a distintos clientes.

Ignazio Messina renueva la flota de ro-ros

El operador de buques de línea regular Ignazio Messina ha decidido renovar la flota de ro-ros adquiriendo dos portacontenedores en el mercado de segunda mano a CMA CGM para transformarlos en Italia. Además está negociando la compra de otros dos portacontenedores construidos en 1990. La compra de portacontenedores es el reflejo de la falta de buques ro-ro en el mercado de segunda mano.



SOL abandona el sector de buques frigoríficos

La previsión de pérdidas para 1999 en el sector de los buques frigoríficos, en torno a 55-56 MSK (6,5-7 MUS\$), junto con un futuro no muy alentador, han animado a Swedish Orient Line (SOL) a abandonar el mercado de este tipo de buques. Los factores clave han sido el colapso del mercado en 1998 y el mantenimiento de dicha tendencia en 1999.

Rodriguez viento en popa

El cambio de milenio parece ser una buena fecha para el astillero Rodriguez, especializado en ferries rápidos monocasco, pues está negociando varios contratos. Uno de ellos es el suministro de 20 buques patrulleros rápidos para la guardia costera italiana. Rodriguez debe entregar a finales de enero al grupo Armas un TMV114, cuyo precio ronda los 42 MUS\$, y puede llevar hasta 928 pasajeros y 220 coches, por lo que será el mayor buque del modelo Aquastrada construido hasta la fecha. Este ferry se destinará a un servicio durante todo el año entre la península y las islas Canarias. Por otro lado el astillero ha comenzado un plan de inversiones por valor de 10 ME (10,20 MUS\$).

Construcción del mayor astillero de desguaces

El mayor y más moderno astillero de desguaces del mundo, que está siendo construido en India con ayuda japonesa, estará operativo el próximo mes de abril. El astillero tiene un coste de 80 millones de US\$, y cuenta con dos diques secos de 700 m x 60 m en los que se podrán desguazar 8 VLCCs al año.

Al Manhal firma un acuerdo con Australian LNG para suministrar metano

Al Manhal International Group ha firmado un acuerdo con Australian LNG para estudiar de forma conjunta el suministro de metano (LNG) al este de la India. A lo largo de los próximos seis meses se estudiará la posibilidad de suministrar 5 millones de LNG al año para el proyecto de Gopalpul, en el estado de Orissa,

10 10 INGENIERIA NAVAL enero 2000

India. Las importaciones comenzarían a finales del 2003 o principios del 2004.



SSY publicará diariamente el índice de flete de carbón

El broker Simpson, Spence and Young va a publicar diariamente el índice de flete de carbón en un intento de proporcionar a la industria un valor de referencia para su transporte. Ello lo hará uniendo la propia información de la ruta del carbón de los panamax y la de Socomet y Ferrobulk, junto con la del carbón de los capesize procedentes del Mercado de valores del Báltico. También considera la posibilidad de añadir nuevas rutas a este índice.

Se recupera el mercado de LNG en EEUU

El mercado del LNG en los EEUU, una vez a las puertas de la muerte, se está recuperando. Y tan deprisa que seguramente se tenga que recurrir a las nuevas construcciones para hacer frente al creciente mercado. En los EEUU existen cuatro terminales capaces de recibir buques LNG: Distrigas en Everett; Cove Point en Lusby; Elba Island en Chatham County y CMS Energy del Lago Charles, Louisiana.

Previsión del precio del crudo

Según la última previsión a corto plazo de la US Energy Information Administration el precio mundial del crudo permanecerá por encima de los 20 US\$ incluso si la OPEP aumenta la producción. En el informe se asume que la producción de la OPEP del año que viene será 1,3 millones de barriles/ día mayor que la del actual, con una producción de los países que no son miembros de la OPEP de 800.000 barriles/ día estimulados por los altos precios.

La evolución del precio del crudo dependerá de si Iraq reanuda sus exportaciones dentro del programa de Naciones Unidas "Petróleo por alimentos". Durante los últimos ocho meses el precio del crudo se ha encarecido en un 140%, sin embargo, los ministros de la OPEP descartan cualquier aumento de la producción para moderar la subida. Se prevé que el precio máximo que pueda alcanzar el crudo sea de 27 ó 28 US\$ por barril.

Pilipinas Shell disminuirá su producción

La compañía Pilipinas Shell Petroleum ha manifestado que disminuirá su producción en un 35% durante este año a causa de la reducción en la demanda de fuel de uno de sus principales clientes, la compañía estatal National Power Corp (Napocor). Napocor ha cambiado recientemente a la generación de potencia con carbón en lugar de fuel, lo que ha reducido a casi la mitad sus necesidades de fuel para el 2000, desde los 11 millones de barriles de este año. Pilipinas Shell, que actualmente produce 110.000 barriles por día, no prevé ningún aumento de la demanda de crudo para el 2000.

Daewoo construirá los primeros ULCC desde 1980

La compañía estadounidense Loews Corporation y el armador griego Basil Papachristidis han contratado dos ULCC de 450.000 tpm en firme, con opciones por otros dos buques, en Daewoo HI. Serían los primeros ULCC construidos desde 1980. En la actualidad existe una flota de 45 ULCC que tiene una vida media de 22 años. El precio unitario de los buques se estima entre 85-90 MUS\$.



De Schelde pide más ayuda estatal

El director general del astillero holandés De Schelde quiere más ayuda estatal, pues no se ha hecho ningún avance en la venta del astillero. Hace un año, el gobierno acordó inyectar 26 millones de US\$ en el astillero estatal. Las negociaciones que entonces estaban en marcha con Damen Shipyards para hacerse cargo del astillero todavía no han terminado y las pérdidas continúan. La ministra de asuntos económicos ha descartado cualquier ayuda adicional al astillero.

Posibles contratos para Uljanik

El astillero croata de Uljanik es el favorito para hacerse con un contrato para construir dos quimiqueros de acero inoxidable de 22.000 tpm para la compañía noruega JO Odfjell. Los otros aspirantes son Hyundai en Corea y Juliana en España. Cuando el armador pensó en la posibilidad de contratar hace tres años, dichos buques costaban 45 MUS\$, pero su precio actual es de 31-33 MUS\$.

Yangming contrata dos portacontenedores en Hyundai

La naviera taiwanesa Yangming ha confirmado el contrato de otros dos portacontenedores de 5.500 TEU en Hyundai, y un bulkcarrier pa-

namax en un astillero cuyo nombre no se ha revelado. Los dos primeros buques tienen un precio unitario de 56 MUS\$, y serán entregados en marzo y junio del 2001 respectivamente. En la actualidad existe una fuerte contratación de este tipo de buques (según Bassoe existen en este momento peticiones de oferta para unas 40 unidades de 5.500 TEUs).

Ceres aumenta sus buques con dos nuevos capesize

Dos nuevos buques capesize se unirán al grupo encabezado por Coeclerici Transport. El armador griego Ceres Hellenic, añadirá dos nuevas construcciones de 170.000 tpm recientemente contratadas en el astillero nipón Sasebo. A la entrega de los buques, en otoño del 2000 y primavera del 2001, el pool contará con 14 buques propios con unos 2 millones de tpm , y con otros 10 en time charter con 1,2 millones de tpm . Hace poco se unieron al grupo la italiana Sicula Oceanica Societa per Azioni, parte del grupo Grimaldi, y Nippon Denro Ispat, de India.

Ulgland se une con Mitsubishi Corp

El grupo noruego JJ Ugland se ha asociado con Mitsubishi Corp en un proyecto de construcción de bulkcarriers Handymax. Hace unos meses, Ugland estaba negociando la contratación de dos bulkcarriers de 52.000 tpm en Japón. Los dos buques fueron contratados por Mitsubishi en el astillero Tsuneishi, con entregas en septiembre del 2001 y enero del 2002. Ugland ha tomado estos buques en time charter a Mitsubishi por cinco años, con opción a otros cinco, por 8.500 US\$/día, incluyéndose también una opción de compra. El precio de estos buques se estima en 18,5 MUS\$.



CSG planea renovar su flota

China Shipping Group (CSG) está planeando construir hasta diez petroleros de 40.000 tpm para crudo y productos, que sustituyan los viejos buques de su flota. Recientemente, CSG ha firmado una carta de intención para construir ocho portacontenedores de 5.500 TEU en astilleros chinos, y también está contemplando la posibilidad de comprar buques en el mercado de segunda mano. Las últimas construcciones van destinadas al mercado doméstico, sin embargo, el contrato puede depender de que CSG persuada al gobierno chino de que extienda las condiciones favorables de financiación actualmente aplicables a la exportación para los astilleros chinos. Aunque las nuevas construcciones para las compañías chinas no

INGENIERIA NAVAL enero 2000

disfrutan de la exención de impuestos de hasta un 25% que se proporciona normalmente a los armadores extranjeros, el gobierno está animando a los armadores nacionales a construir en astilleros del país. El Consejo de Estado de China está estudiando extender unas condiciones más favorables para las compañías estatales. Por otra parte, Guangzhou Shipyard International Co (GSI), se ha hecho con un contrato de un petrolero de 40.000 tpm, incluyendo una opción, para la compañía Petroleum Transport & Marketing Co. El precio del buque, negociado en moneda china, es de unos 24 millones de US\$. Un portavoz de GSI manifestó que este precio bajará a unos 20 millones de US\$ si logran el permiso para estar exentos de los impuestos domésticos.

Australia ve con optimismo su construcción naval

El optimismo en la construcción naval continúa en Australia. Tras los pasos de Austal Ships, otro constructor australiano está considerando su salida a bolsa, para expandir una de las industrias de mayor crecimiento del país. Wave Master International, una filial de PSC Industries de Malasia ha anunciado una emisión pública de acciones como el punto principal de su estrategia del negocio. Tras el reciente contrato para construir un ferry rápido de 50 m para un armador alemán, espera más contratos de Europa.

Austal se une a Bender Shipbuilding & Repair

Austal, el constructor australiano de fast ferries, ha firmado un acuerdo de joint venture con Bender Shipbuilding & Repair, de Estados Unidos, por el que se formará la compañía Austal USA, en la que Austal mantendrá una participación mayoritaria. Esta operación podría permitir a Austal encontrar la forma de sortear la Jones Act y la Vessel Services Act, la cual prohibe a los buques construidos fuera de USA operar en tráficos domésticos.

Hyundai espera duplicar sus beneficios en el 2000

Hyunday Group de Corea del Sur espera duplicar sus beneficios netos hasta los 5.000.000 MWon (4.420 MUS\$) a medida que se tiende a una estrategia comercial sobre un sector de calidad. Las prioridades van a ser el flujo de caja y la rentabilidad antes que el crecimiento al exterior, la reducción de la deuda del grupo por debajo del 200% y la separación del Hyundai Motor y Kia Motors a principios del 2000.

Hyundai HI cree que sus acciones están devaluadas

Hyundai HI piensa comprar las acciones que queden sin cubrir en la próxima emisión preferente de acciones que tendrá lugar este año o a principios del año que viene, para inflar su precio, pues considera que están devaluadas. De un máximo de 70.000 W (59,12 US\$), el precio ha caído por debajo de 50.000 W (42,23 US\$) desde que el 24 de agosto la compañía cotiza en la principal bolsa de Corea del Sur.

K Line contrata dos portacontenedores en Hyundai

K Line va a contratar dos grandes portacontenedores en Hyundai HI, poniendo de manifiesto que las recientes fluctuaciones en las divisas han dejado a los japoneses fuera del mercado en favor de los coreanos, incluso para los clientes locales. K Line está decidida a abandonar los astilleros con los que tiene fuertes vínculos y prefiere mantener contentos a sus accionistas buscando aquél que le oferte el mejor precio. De acuerdo con fuentes japonesas, K Line tiene planes de construir hasta ocho portacontenedores de 5.500 TEU, y los dos primeros irán a Hyundai, a un precio de 60 MUS\$ por buque y con entregas a finales del 2001. Además de mantener opciones para nuevos buques, también es posible que K Line divida este contrato compartiéndolo con otro constructor coreano, seguramente Samsung.

Daewoo optiene créditos blandos de DKB

El Korean Development Bank (DKB) podría ser el próximo en el punto de mira de los ataques de japoneses y europeos, quienes le acusan de prestar créditos blandos a Daewoo HI, con los que el constructor habría conseguido contratos por valor de 1.000 MUS\$ en un periodo de liquidación que, en condiciones normales, le hubiera apartado del mercado.

Mitsubishi Corp financiará los LNG construidos para Kogas

Hyundai HI está a punto de concluir la financiación del último LNG de 135.000 m³ de una serie de seis actualmente en construcción para Korean Gas Corporation (Kogas). Hyundai está trabajando en un acuerdo por el cual el gigante japonés Mitsubishi Corp. proporcionaría el 20% de la financiación del precio del buque, que asciende a 212 MUS\$, corriendo el resto a cargo de un grupo de bancos a cuya cabeza estaría el Credit Lyonnais de Francia. El buque se quedó sin financiación al retirarse durante la crisis asiática el grupo de bancos coreanos que lo financiaban .

Samsung firma una carta de intenciones con Phillips Petroleum y Shell

Samsung HI parece preparado para hacerse con dos contratos para construir sofisticadas embarcaciones offshore por un valor total de 260 MUS\$, tras la firma de una carta de intenciones con Phillips Petroleum y Shell. Uno de los contratos, valorado en 160 MUS\$, será la construcción del primer FSO y LPG combinado, para el proyecto de reciclaje de gas de Bayu-Undan, en el mar de Timor, para Phillips Petroleum. En el segundo de los contratos Samsung construirá una FPSO para Shell por 90 MUS\$, para ser utilizada en Nigeria.

Fincantieri firma un contrato con la armada italiana

Fincantieri ha firmado un contrato con la armada italiana para construir un buque de apoyo polivalente adecuado para la investigación oceánica. El buque es una versión mejorada del *Alliance*, construido en el mismo astillero para la OTAN, y su precio es de 66,7 ME (67,28 MUS\$). Su construcción comenzará el próximo mes de marzo y tendrá una duración de 32 meses.

Corea a la cabeza del ranking de constructores

Los astilleros coreanos quieren arrebatar el título de mayor constructor naval a los japoneses. Será la primera vez en seis años que los constructores de Corea son capaces de quitar de la cabeza del ranking a sus rivales asiáticos. En 1998 Japón se llevó el titulo por unos cientos de miles toneladas consiguiendo cada uno de ellos contratos por unos 10 millones de gt. Este año los coreanos se han llevado los petroleros, portacontenedores y otros buques, quedando para los japoneses el mercado de carga seca. A finales de noviembre, Corea había contratado 9,14 millones de gt, 220.000 toneladas menos que durante el mismo periodo del año anterior. Durante el primer semestre, Japón obtuvo un flujo de contratos estable, pero en la segunda mitad del año, con el fortalecimiento del yen, empezó a perder competitividad en precio. La Asociación de astilleros coreanos ha manifestado que sus astilleros son actualmente un 20% más competitivos en precio que los nipones. En el sector de VLCCs, algunos astilleros muestran una ventaja del 26% sobre Japón, diferencia demostrada por la caída en la contratación de este tipo de buques en este país.



Japón también recurrirá a la WTO para denunciar a Corea

Los constructores japoneses están preparados para acudir a la WTO para luchar contra la competencia desleal de sus rivales de Corea del Sur. Una queja en el WTO intensificaría la presión que ya existe sobre este país, cuya construcción naval comercial ya se enfrenta a la amenaza de denuncias frente al mismo organismo de la Unión Europea. Los constructores japoneses están especialmente preocupados por los préstamos blandos que el Korea Development Bank concede a Daewoo Heavy Industries, uno de los tres grandes constructores del país.

Noruega estabiliza su construcción naval

Según datos recogidos por la Norske Skipsverft, asociación que representa a unos 38 astilleros noruegos de construcción y reparación, a comienzos de noviembre se habían contratado buques por valor de 8.000 MNKr (1.000 MUS\$). Para no tener pérdidas, se considera

12 12 INGENIERIA NAVAL enero 2000

MAS POTENCIA. MENOS CONSUMO.

Motores CAT serie 3500B.

umpliendo la Norma IMO de emisiones NOx. evo Sistema integrado de propulsión marina.

potencia y mínimo consumo. Así son los nuevos motores CAT d 00B de alta cilindrada. Nuevas versiones mucho más potentes y n un gran ahorro de combustible. Ligeros, seguros y que cumple MO de emisiones NO_X. Con la fiabilidad característica de CAT, ind eores condiciones climáticas. Disponibles también en el nuevo sist

lo de propulsión que incluye eductor, eje, hélice de paso y sistema electrónico de Motores CAT de la serie 3500B. esta excepcional para potenciar



que debe alcanzarse una facturación de 9.000-10.000 MNKr. En la primera mitad de 1999 se consiguieron contratos por valor de 2.600 MNKr, frente a los 3.900 MNKr correspondientes a la totalidad del 98. Estas cifras son vistas como una señal de que la industria se está finalmente estabilizando. A finales de 1997, el gobierno decidió rebajar el techo de los subsidios desde el 9 al 7%, lo que se tradujo en que se finalizara ese año con una contratación por valor de 15.800 MNkr, parte de la cual habría ido a parar sin duda al 98. Posteriormente, el gobierno se dio cuenta de la amenaza a la que se enfrentaban sus astilleros y volvió al 9% en febrero de 1999. Pese a esta recuperación, el director de Norske Skipsverf ha manifestado que el 2000 será un año duro, en el que se perderán 1.000 empleos directos de los 9.000 que hay en el sector, a los que habrá que sumar el doble en empleos indirectos, como consecuencia del "efecto Corea".

La flota Jones Act deberá renovarse en la próxima década

Los principales constructores de los EEUU ven con optimismo la próxima década, dada la renovación que debe realizarse de los viejos buques de la flota Jones Act. La presidenta de la Asociación Americana de Constructores Navales ha manifestado que la edad media de los buques de carga seca de esta flota está cercana a los 30 años, y a 23 en el caso de los petroleros. Estos últimos, además, necesitan cumplir con los requisitos de la Oil Pollution Act de 1990, que deja fuera a los buques de simple casco.

Unión de brokers para ofrecer un servicio de valoración independiente

Las disputas sobre las valoraciones de buques ha generado una cooperación entre cuatro brokers de Londres. Braemar, Balbraith's, Gibson y Seascope han formado una empresa llamada The London Ship Valuation Panel, para ofrecer un servicio de valoración independiente que entrará en servicio el 31 de enero. Las disputas sobre valoraciones se han agudizado en los últimos dos años, debido a la velocidad a la que cae el valor de los activos invertidos a través del mercado de valores. Sin embargo, los brokers griegos del mercado de segunda mano reaccionan con suspicacia y desdén a los esfuerzos de los principales brokers de Londres de establecer un sistema independiente de valoración de buques. Los brokers griegos han manifestado que con esta medida intentan deshacerse de los pequeños brokers del mercado de segunda mano, y que pasan por malos momentos e intentan mantener clientes de cualquier forma.

Transferencia del Canal de Panamá

Con la sencilla afirmación "es vuestro", el ex presidente de los EE.UU. Jimmy Carter hizo una entrega simbólica del Canal de Panamá al pequeño país centroamericano, tras un siglo de control por parte de EEUU. El traspaso real se efectuó el 31 de diciembre de 1999. Para eliminar miedos y suspicacias sobre la futura gestión del canal sus administradores han nombrado un consejo de 11 miembros presidido por el antiguo secretario general del IMO, William O'Neil.

Un negocio que marcha viento en popa

El sector de cruceros expande su actividad y sale en busca de una clientela más joven. Las principales navieras de cruceros norteamericanas, Carnival, Princess Cruises & Tours y Royal Caribbean, pretenden alcanzar mayores índices de ocupación a bordo de sus buques. Para ello, intentan vender su producto de forma diferente a como lo venían haciendo durante estos últimos años, una manera alternativa de turismo no solamente enfocado a personas mayores

P&O quiere cotizar en la bolsa de EEUU

El grupo británico P&O quiere cotizar en bolsa en EEUU para cazar inversores y hacer frente al boom del mercado de los cruceros. Con ello, la compañía estaría sometida a los mismos requisitos de informes trimestrales que sus dos principales rivales, Carnival Cruise Line y Royal Caribbean. P&O ha registrado reservas para el 70 % de su capacidad para la primera mitad de este año. En 1999 la división de cruceros de la compañía ha disfrutado de unas condiciones de mercado excelentes. La capacidad creció un 14 % y durante el 2000 crecerá otro 21 %. En P&O Nedllovd, los volúmenes de contenedores y los precios han registrado una nueva mejora desde el final del tercer trimestre.



Hundong firma un contrato para exportar motores diesel

Hundong Heavy Industries Co ha firmado recientemente su primer contrato de exportación de motores marinos diesel, en un acuerdo con MAN B&W para 4+4 7L60MC. Las dos primeras unidades se entregarán en julio del 2000 con destino a una serie de portacontenedores de 1.040 TEU que está siendo construida en el astillero Jurong de Singapur para NOL.

MAN B&W sufre una caída en sus ventas y beneficios

La presión sobre los precios de nuevas construcciones que existe en el mercado de la construcción naval ha afectado al fabricante alemán de motores MAN B&W. Según la

compañía matriz, el grupo MAN, se espera una caída en las ventas y en los beneficios. Sin embargo, la división ha logrado incrementar sus nuevos pedidos en un 5,6%.

Corea importa motores marinos

La fortaleza del mercado de nuevas construcciones ha provocado la escasez de motores marinos en Corea, donde los astilleros cubren en principio sus necesidades con productos nacionales, con HHI y KHIC como los principales productores de motores lentos de dos tiempos del país asiático. Los motores japoneses son más caros, pero aproximadamente la mitad de la demanda de motores auxiliares de Corea se está abasteciendo con importaciones japonesas, mientras se construye una importante fábrica de motores auxiliares en Ulsan para evitar esta situación. Los cuatro principales constructores nipones han registrado caídas en sus ventas en la primera mitad del año. La división marina de Akasaka Diesels ha bajado sus ventas un 40%, situándose en 4.600 millones de venes (45MUS\$), mientras las de Daihatsu Diesel cayeron un 8%, situándose en 10.200 millones de yenes. Hanshin Diesel permanece con pérdidas, si bien ha reducido su déficit con la reestructuración. Por último, Kobe Diesel ha visto caer sus ventas un 37%, alcanzando 3.200 millones de yenes.

En huelga los fabricantes de motores de Corea

Una huelga en la que están implicados los fabricantes de motores de Corea está amenazando el cumplimiento de los plazos de entrega de algunas nuevas construcciones. Korea Heavy Industries, también conocida como Hanjung, se vio afectada por una acción similar el pasado 10 de noviembre en protesta contra los planes del presidente del país asiático, Kim Dae-jung, de privatizar el sector de maquinaria pesada. Como resultado de esta acción, General Electric ha suspendido un pago de 1.500 millones de US\$ a Hanjung. De acuerdo con el Korea Herald, Hanjung recibió este año contratos para turbinas de gas de GE por valor de 170 millones de US\$. En un comunicado, Hajung ha manifestado que debido a las huelgas laborales, la producción se ha interrumpido y las partes terminadas no han podido cargarse en los buques.

MaK firma un contrato con Rostock

MaK Motoren ha firmado un contrato de compra del fabricante de motores alemán Dieselmotorenwerk Rostock, después de que los administradores legales y los acreedores dieran el visto bueno a la operación. Jan Grundtman, presidente de MaK, manifestó que la moderna fábrica de Rostock podría ser dirigida como una extensión de la unidad de negocio que MaK tiene en Kiel. La producción de motores de velocidad media de la serie M 43, la mayor y más moderna del programa comenzará pronto en Rostock. MaK es una subsidiaria de la estadounidense Caterpillar.

14 ₁₄ ingenieria naval enero 2000

La construcción naval española al 1 de octubre de 1999



De acuerdo con las cifras registradas por la Gerencia del Sector Naval, al 1 de octubre de 1999 la cartera de pedidos de los astilleros nacionales era de 87 buques con 877.664 GT (853.327 CGT), frente a 100 buques con 1.150.162 GT (1.019.010 CGT) en la misma fecha del año anterior, lo que representa una disminución del 24% y 16% en GT y CGT, respectivamente.

De los 87 buques en cartera, 27 con 168.761 GT y 202.837 CGT son para armadores nacionales y los 60 buques restantes con 708.903 GT y 650.490 CGT para exportación. La cartera de pedidos de los astilleros privados estaba constituida por 72 buques con 365.342 GT y 498.631 CGT, mientras que la de los astilleros públicos estaba constituida por 15 buques con 512.322 GT y 354.696 CGT. Del total de buques en cartera, 62 con 820.389 GT y 717.908 CGT son buques mercantes y 25 con 57.275 GT y 135.419 CGT son buques pesqueros. La distribución de la cartera de pedidos por tipos de buques y por astilleros se recoge en las tablas 1 y 2.

Durante los nueve primeros meses de 1999 se han contratado 20 buques con 73.716 GT y 90.552 CGT, frente a 32 buques con 67.279 GT y 113.858 CGT en el mismo periodo del año anterior, lo que representa un aumento del 10% en GT y una disminución del 20% en CGT.

De los 20 buques contratados, 11 con 70.686 GT y 76.382 CGT son para armadores nacionales y los 9 buques restantes con 3.030 GT y 14.170 CGT son para exportación. Los astilleros privados han contratado 18 buques con 37.010 GT y 52.054 CGT, mientras que los astilleros públicos han contratado 2 buques con 36.706 GT y 38.498 CGT. De ellos, 10 con 70.854 GT y 79.104 CGT son buques mercantes y los otros 10 con 11.178 GT y 31.576 CGT son buques pesqueros. La distribución de la contratación por tipos de buques y por astilleros se recoge en las tablas 3 y 4.

Durante los tres primeros trimestres del año se han entregado un total de 34 buques con 257.327 GT y 220.826 CGT, frente a 70 buques con 255.231 GT y 290.153 CGT en el mismo periodo del año anterior, lo que representa un aumento del 1% en GT y una disminución del 24% en CGT. De los 34 buques entregados, 14 con 10.433 GT y 32.055 CGT son para armador nacional y los 20 restantes con 246.894 GT y 188.771 CGT son para exportación.

Los astilleros privados han entregado 29 buques con $64.285\,\mathrm{GT}\,y$ $103.777\,\mathrm{CGT}$ frente a 5 buques con $193.042\,\mathrm{GT}\,y$ $117.049\,\mathrm{CGT}$ entregados por los astilleros públicos. La distribución de las entregas por tipos de buques y por astilleros se recoge en las tablas $5\,y$ 6.

El índice de Actividad Ponderada que refleja de una forma más real el trabajo de los astilleros, alcanzó las 238.100 GT y 243.372 CGT, frente a 312.824 GT y 303.196 CGT en el mismo periodo del año anterior, lo que representa una disminución del 24% y 20% en GT y CGT, respectivamente.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 15 15

Cartera de pedidos al 1 de octubre de 1999 Tabla 1

Tipo de buque	N°	GT	CGT	TPM
Petroleros de doble casco	4	282.108	126.948	473.308
Transportes de productos				
petrolíferos y químicos	18	237.929	243.952	364.845
Cargueros	4	11.680	18.168	16.800
Ro-Ro	7	113.473	119.147	39.000
Ferries	5	156.380	140.742	24.455
Transportes de pasajeros	1	3.900	11.700	680
Pesqueros	25	57.275	135.419	22.821
Otros buques	23	14.919	57.251	4.369
Total	87	877.664	853.327	946.278

Fuente: Gerencia del Sector naval

Cartera de pedidos al 1 de octubre de 1999 (por astilleros) Tabla 2

Astilleros	N°	GT	CGT	TPM
Astilleros Armón	8	2.708	13.540	1.260
A.Gondán	4	9.900	24.180	8.080
A. Huelva	1	7.800	8.190	5.700
A,. J. Valiña	1	389	1.556	206
A. Murueta	6	22.583	39.252	21.550
A. Pasaia	2	492	1.968	0
A. y T. Ferrolanos	3	638	2.552	489
A. Zamacona	16	8.501	38.676	4.935
Balenciaga	1	1.359	4.349	0
C.N.P. Freire	4	16.758	37.392	12.650
F. Vulcano	4	37.934	54.968	32.000
F. N. Marín	3	980	3.920	0
H. J. Barreras	6	78.588	88.415	14.000
Naval Gijón	7	100.769	99.932	160.900
Unión Naval Valencia	6	75.943	79.741	89.305
Total Privados	72	365.342	498.631	351.075
Juliana C. Gijonesa	4	47.422	54.512	67.380
Astilleros de Puerto Real	6	262.880	174.384	243.005
Astilleros de Sestao	3	158.020	79.600	272.218
Astilleros de Sevilla	2	44.000	46.200	12.600
Total Públicos	15	512.322	354.696	595.203
TOTAL SECTOR	87	877.664	853.327	946.278

Fuente: Gerencia del Sector naval

Buques contratados del 1-1-99 al 1-10-99 Tabla 3

Tipo de buque	N°	GT	CGT	TPM
Ferries	2 6	3.480	57.132	5.000
Pesqueros	10	2.862	11.448	522
Otros buques	8	7.374	21.972	1.120
Total	20 7	3.716	90.552	6.642

Fuente: Gerencia del Sector naval

Contratos del 1-1-99 al 1-10-99 (por astilleros) Tabla 4

Astilleros	N°	GT	CGT	TPM
A. Armón	7	2.408	12.040	1.120
A. J. Valiña	2	754	3.016	423
A. Pasaia	4	910	3.640	0
A. y T. Ferrolanos	1	218	872	99
F. N. de Marín	3	980	3.920	0
H. J. Barreras	1	31.740	28.566	5.000
Total Privados	18	37.010	52.054	6.642
Juliana C. Gijonesa	1	4.966	9.932	0
Astilleros de Puero Real	1	31.740	28.566	0
Total Públicos	2	36.706	38.409	0
TOTAL SECTOR	20	73.716	90.552	6.642

Fuente: Gerencia del Sector naval

Buques entregados del 1-1-99 al 1-10-99 Tabla 5

Tipo de buque	N°	GT	CGT	TPM
Petroleros de doble casco	2	142.740	64.232	242.800
Transportes de productos				
petrolíferos y químicos	5	74.174	72.009	112.440
Cargueros	1	684	1.265	550
Ro-Ro	1	22.000	23.100	6.300
Ferries	1	499	1.497	135
Pesqueros	14	12.796	38.533	10.537
Otros buques	10	4.434	20.190	1.540
Total	34	257.327	220.826	374.302

Fuente: Gerencia del Sector naval

Entregas por astilleros del 1-1-99 al 1-10-99 Tabla 6

Astilleros	N°	GT	CGT	TPM
A. Armón	5	2.725	11.558	3.960
A. Gondán	2	2.291	7.093	671
A. J. Valiña	3	920	3.680	526
A. Murueta	1	2.500	7.500	2.200
A. Pasaia	2	418	1.672	0
A. Zamacona	7	2.969	11.232	2.105
Balenciaga	2	900	4.500	0
C.N.P. Freire	1	450	2.250	0
F. Vulcano	2	22.375	23.494	32.520
F. N. Marín	2	760	3.040	0
H.J. Barreras	1	4.480	8.960	3.300
Naval Gijón	1	23.497	18.798	35.000
Total Privados	29	64.285	103.777	80.282
Juliana C. Gijonesa	1	14.150	14.857	22.460
Astilleros de Puerto Real	1	71.370	32.116	121.400
Astilleros de Sestao	2	85.522	46.976	143.860
Astilleros de Sevilla	1	22.000	23.100	6.300
Total Públicos	5	193.042	117.049	294.020
TOTAL SECTOR	34	257.327	220.826	374.302

Fuente: Gerencia del Sector naval

16 16 enero 2000

Panorama de actualidad de los sectores naval y marítimo

Ferliship. Diciembre 1999

En los nueve primeros meses del año 99, y de acuerdo con los datos del Lloyd's Register, la contratación de Corea (7,4 millones de gt y 4,2 millones de cgt) superó ampliamente a la de Japón (5,9 millones de gt y 3,4 millones de cgt). China, en tercer lugar (2,3 millones de gt y 1,37 millones de cgt), duplicando sólo en el tercer trimestre la contratación de todo el año anterior, se reafirma en su posición de nuevo gigante de la

Cartera de pedidos **Entregas** Contratación CGT GT CGT GT GT CGT Japón 31,42 23,40 42,58 37,94 31,06 26,25 35,79 36,82 38,99 32,51 Corea 28.61 29.41 Europa Occidental 14,57 25,11 10,39 17,43 10,25 17,62 Europa del Este 6,96 9,87 3,79 5,18 4,33 6,53 6,43 10,04 15,37 17,09 Resto 11.26 13.01 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00 100,00

construcción naval. Como es habitual, la diferencia entre estas tres potencias y el resto es abismal. El siguiente cuadro resume en porcentajes cómo se reparte el mercado mundial de nuevas construcciones.

Por primera vez desde 1993 y por segunda en toda su historia, Corea arrebatará sin duda a Japón, afectado seriamente por la fortaleza del yen, el primer puesto en el ranking de constructores. La asociación de astilleros coreanos ha manifestado que actualmente son en torno a un 20% más competitivos en precio que los nipones, cuyos astilleros han sufrido caídas generalizadas en el precio de sus acciones, registrando en algunos casos (Kawasaki, IHI y Mitsubishi) descensos de más del 30%. Los coreanos esperan repetir en el 2000 el "boom" de contratación de este año, y en sus previsiones hay un crecimiento de hasta un 8% en las ventas y de hasta un 34% en los beneficios netos. En Japón, debido a la creciente presión, cada vez se ve más cerca la consolidación en tres grandes grupos: Mitsubishi, que permanecería solo; Mitsui y Kawasaki, ya comprometidos, y a los que podría unirse Hitachi; y Sumitomo, que podría unirse con IHI y con NKK. Mientras tanto, los europeos nos vemos irremediablemente abocados a nuevas reconversiones, privatizaciones, reestructuraciones..., todo con el ánimo de seguir luchando por la parcela de mercado que nos dejen los asiáticos. A

mediados de diciembre, representantes de la Comisión Europea y el Gobierno surcoreano expusieron sus puntos de vista sobre la situación actual y Corea negó las acusaciones de la UE de haber financiado a sus astilleros de forma "irregular", acordando finalmente volver a reunirse a finales de enero. El tiempo sigue corriendo en contra nuestra. La OPEP demostró al mundo su poder en marzo, cuando decidió acordar recortes en la producción de 2,1 millones de barriles diarios, que se han mantenido con un nivel de cumplimiento que nadie sospechaba; desde entonces, el precio del barril ha subido desde los 9 hasta los 27 US\$. Entramos en el 2000 con unos niveles de precios no vistos desde hace nueve años y lo único que se puede hacer es esperar a ver cuándo la OPEP va a aumentar la producción (en principio a finales de marzo), y con qué precio sostenido se conforman los productores (los analistas esperan que baje el barril hasta los 20 US\$).

El mercado de fletes para los VLCC, en rutas MEG/Japan, ha experimentado un ligero ascenso, registrándose durante diciembre un promedio de 50,8 WS frente a los 46,1 WS de noviembre. Lo mismo ocurre, aunque en menor proporción, para rutas MEG/West, donde se pasa de los 43,1 WS de noviembre a 44,6 WS este mes.

Los aframax de 80.000 tpm , en rutas UK/CNT, alcanzaban a mediados de mes el máximo de este año, 160 WS, con una subida espectacular desde la primera semana de diciembre, en que se situaban en 102,5 WS. En el Mediterráneo se mantienen todo el mes en 92,5 WS, tras terminar noviembre en 90 WS.

También mejoran considerablemente los Suezmax. En rutas W.Africa-USC, registran a mediados de mes un ascenso respecto a la última semana de noviembre de 30,5 puntos WS, situándose en 107,5 WS, y continuando con la tendencia que se inició en la primera semana de diciembre.

En Time Charter a un año, por un VLCC se pagaron unos 23.000

U\$\$/día; 17.300 U\$\$/día por un suezmax; y 12.500 U\$\$/día por un aframax, valores todos ligeramente inferiores a los de noviembre. Siguen igual que en noviembre los petroleros de productos: 13.000 U\$ \$/día para los de 80.000 tpm y 10.500 U\$ \$/día para los de 40.000 tpm .

También en Time Charter, por un bulkcarrier Cape Size de 150.000 tpm se pagaba en diciembre en torno a 14.850 US\$/día; por un panamax de 70.000 tpm 10.200 US\$/día; y 8.250 US\$/día por un handysize de 38.000 tpm . En cuanto al mercado spot, los Cape Size han obteniendo cierres promedios de 6,43 US\$ por tonelada en los tráficos Tubarao/Rotterdam con mineral de hierro, y de 11,1 US\$ por tonelada en ru-

tas Queensland/Rotterdam con carbón.

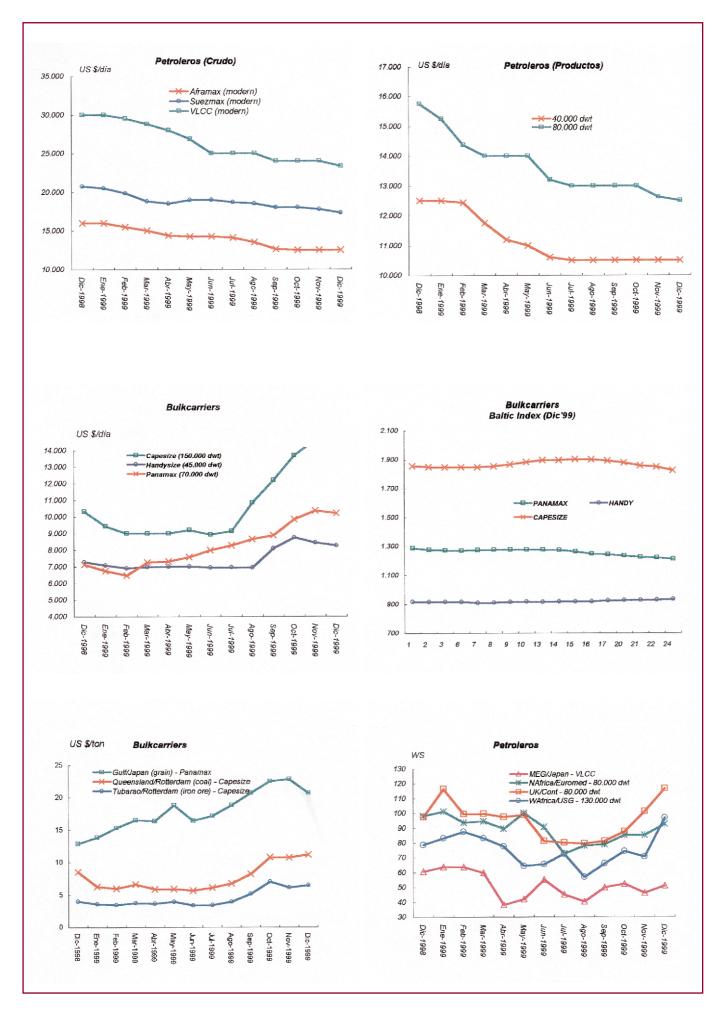
Los Panamax, en tráficos Gulf/Japan con grano, promediaron 20,6 US\$ por tonelada, frente a los 22,78 US\$/ton del mes anterior.

En cuanto al mercado de desguaces, durante este mes han seguido aumentando los precios, llegándose a alcanzar en algunas operaciones los 160 US\$/ltd. A comienzos de diciembre, habían sido vendidos para desguace 607 buques, totalizando unos 27,7 millones de tpm .

En España, la noticia a destacar es el pacto cerrado entre la SEPI y los sindicatos para garantizar la supervivencia a corto plazo de Astilleros Españoles. La SEPI comprará por 10.000 millones de Ptas. las factorías de Juliana y Cádiz y la fábrica de motores de Manises, comprometiéndose a no privatizar ninguno de estos centros. En enero, la SEPI planteará la posible integración, total o parcial, de AESA en Bazán.

Para terminar, hay que hacer mención al cambio de manos del Canal de Panamá, cuya realización llevó 34 años, inaugurado en 1914, gestionado desde entonces por EEUU, y con un tránsito diario de 38 buques y más de 250 millones de toneladas en último año fiscal.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 17 17



18 18 INGENIERIA NAVAL enero 2000

Nuevos motores Deutz para bajas potencias

DEUTZ AG ha marinizado las series de motores 1013 y 1015, que ya se usaban en aplicaciones industriales, al objeto de que puedan utilizarse como motores propulsores para barcos de trabajo y de pesca y para auxiliares de los generadores a bordo. DEUTZ cubre de esta forma la gama de potencias que van desde 80 a 560 kW (110 a 762 CV). La presentación de la versión de los motores para aplicación marina tuvo lugar durante la Nor-Shipping 99 celebrada en Oslo. La producción regular de las dos series ha comenzado a principios de este año.

Serie 1013

La serie 1013 está compuesta por motores de 4 y 6 cilindros en línea con enfriador del aire de carga y turbosoplante, con una gama de potencias que van desde los 80 a los 300 kW (110-408 CV) a 2.300 rpm. Cuando se utiliza como motor auxiliar de los generadores de a bordo la gama de potencias van desde los 80 a los 155 kW (110-211 CV) a una velocidades de 1.500 ó 1.800 r.p.m. El motor de 4 cilindros tiene una cilindrada de 4,76 l y el de 6 cilindros de 7,15 l.

Estos motores operan con inyección de alta presión con bombas de inyección individuales directamente alimentadas por el eje de levas. También está la opción de tuberías de inyección doble.

El turbosoplante y los conductos de escape están refrigerados por agua.

motores presentan la opción de un regulador electrónico de gobierno.

El turbosoplante y los conductos de escape están refrigerados por agua. El aire de carga está refrigerado por el circuito de refrigeración del motor. Todos los auxiliares son accionados por engranajes.

El diseño de ambos motores está de acuerdo con los requisitos de las Sociedades de Clasificación.

Tipo de motor	r.p.m.	Pote	ncia co	mo pro	opulsor	Pot.	Long	Anc.	Alt.	Peso	Peso
		Α	В	С		como	mm.	mm.	mm.	incl.	CON
		kW	kW	kW	kW	Gen.				interc.	_
						kW					Quilla
										(kg)	(kg)
BF6M1015	1500					210	1205	1305	1021	1000	850
	1800					228					
	2100	214	240	-	-						
BF6M1015C	1500					285	1480	1305	1021	1090	940
	1800					310					
	2100	261	330								
	2200			360							
	2300				420						
BF8M1015C	1500					380	1673	1305	1021	1450	1300
	1800					413					
	2100	348	440	-	-						
	2200			480	-						
	2300				560						

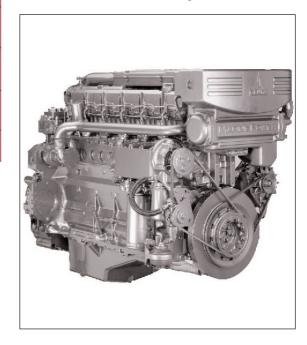
Tipo de motor	r.p.m.	Pote	ncia co	mo pro	opulsor	Pot.	Long	Anc.	Alt.	Peso	Peso
		Α	В	С	D	como	mm.	mm.	mm.	incl.	CON
		kW	kW	kW	kW	Gen.				nterc.	refrig.
						kW				Calor	Quilla
										(kg)	(kg)
BF4M1013E	1500					81	1050	850	910	540	510
	1800					85					
	2300	81	95	-	-						
BF4M1013EC	1500					97	1050	850	910	555	525
	1800					105					
	2300	102	118	170	-						
BF6M1013E	1500					122	1420	850	910	700	670
	1800					128					
	2300	123	145	-	-						
BF6M1013EC	1500					146	1420	850	910	715	690
	1800					155					
	2300	148	174	-	-						
BF6M1013ECP	2300					-	1420	850	910	715	690
	2600			240	300	-					

Serie 1015

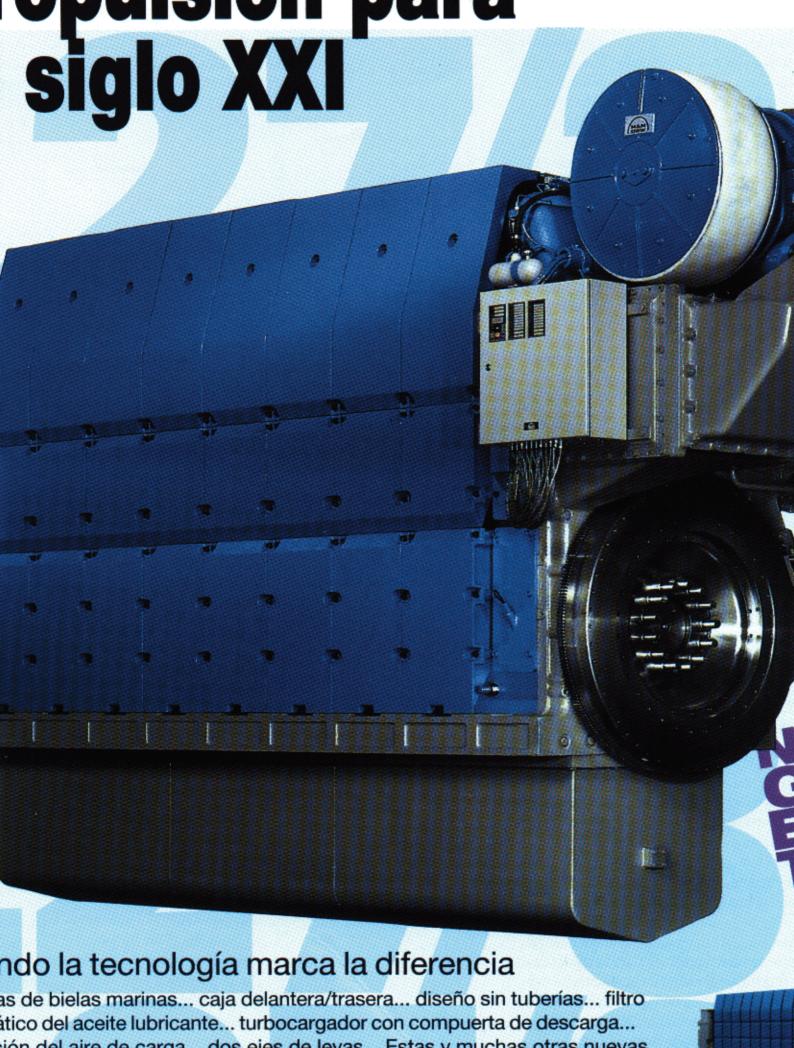
Los motores de la serie 1015 son pequeños, extremadamente compactos con 6 y 8 cilindros en V. Estos motores entregan una potencias que van desde los 194 a los 560 kW (364-762 CV). El rango de velocidades se extiende desde las 2.100 hasta las 2.300 r.p.m. La cilindrada de estos motores son de 11,9 y 15,9 l, respectivamente. Estos motores también son de inyección de alta presión. Sus versiones estándar están equipadas con un regulador mecánico. Cuando funcionan como auxiliares de generadores desarrollan unas potencias de 210 a 413 kW (285-562 CV) a 1.500 ó 1.800 r.p.m. Estos

- A: Potencia en operación continua sin límite de tiempo.
- B: Potencia en operación continua.
- C: Potencia en operación con límite de tiempo.
- D: Potencia máxima.

Para más información: DEUTZ Motor España S.A., Tlfo: 91 807 45 39, Fax: 91 807 45 13, E-mail: gonzalez.i@deutz.de



INGENIERIA NAVAL enero 2000



atico del aceite lubricante... turbocargador con compuerta de descarga...
ción del aire de carga... dos ejes de levas... Estas y muchas otras nuevas
iones tecnológicas que entregan una potencia de 2040-3060 kW con un bajo
ido de NOx. Los beneficios son: aumento en el rendimiento, confiabilidad y

Experiencia de operación con la nueva generación de motores de velocidad media de MaK



n 1992 Mak Motoren GmbH & Co. lanzó la serie de motores M 20, primera de una nueva generación de motores de velocidad media. Fue seguida dos años después por la M 32, por la M 25 en 1996 y finalmente por la M 43 - la más grande de la nueva generación hasta ahora- en 1998. Con la introducción de esta nueva generación en el mercado, MaK cambió también el sistema de designación para los motores, ya que el antiguo estaba basado en la carrera en centímetros, mientras que el nuevo sistema indica el diámetro, también en centímetros.

	icas			
Tipo de motor	M 20	M 25	M 32	M 43
Número de cilindros	6,8,9	6, 8, 9	6, 8, 9	6, 7, 8, 9
Potencia (kW)	1.020-1.710	1.800-2.700	2.880-4.320	5.400-8.100
Velocidad (rpm)	9000/1.000	720/750	600	500/514

Aspectos de diseño

Los principales aspectos de diseño son los mismos para todas las nuevas series de motores:

- Bloque de motor rígido con conductos de aire de carga y aceite de lubricación integrados.
- Bloque de cilindros seco, agua de refrigeración solamente donde sea necesario.
- Carrera larga (la relación carrera/diámetro es 1,5 en los motores M 32 en línea).
- Reducción del número de componentes hasta en un 40%.
- Largo tiempo de vida (LT) de los componentes y largo intervalo entre revisiones (TBO).
- Excelente capacidad para consumo de HFO.

Las notables propiedades termodinámicas se consiguen por medio de la gran relación carrera/diámetro, que permite una inyección de combustible particularmente buena y la combustión en una espaciosa cámara. Además, la alta relación de compresión proporciona unas bajas cifras de consumo de combustible y emisiones.

El bloque del motor muy rígido puede aceptar las fuerzas de ignición e inercia con la mínima deformación. El bloque

también contiene los cojinetes del árbol de levas y un conducto de aire de carga para los diferentes cilindros así como también los conductos de suministro y distribución de aceite para el sistema de aceite de lubricación. El bloque del motor no contiene agua de refrigeración, evitándose, por tanto, los daños por corrosión a este valioso componente. La refrigeración sólo tiene lugar donde sea necesario, es decir, en la parte superior de la camisa, pero sobre el bloque de cilindros

El requisito de la recuperación de calor del agua de refrigeración (utilizado para propósitos tales como la calefacción del combustible en los tanques) se cumple mediante un sistema de refrigeración en dos etapas. Esto proporciona las siguientes ventajas:

- Recuperación del calor usando un nivel de alta temperatura.
- Control simplificado, aunque seguro, de la temperatura del circuito de alta temperatura para cilindros y aire de carga y del de baja temperatura para el aire de carga y aceite de lubricación.
- El sistema permite, en caso necesario, la calefacción del aire de carga en una etapa posterior.

Los motores actuales permiten un fácil mantenimiento y revisión, y reducción del tiempo necesario.

Solamente hay que desenroscar unos pocos pernos para desmontar una culata. Los seis dispositivos de apriete hidráulico en el M 32 permiten un aflojamiento uniforme de las turcas de la culata y ésta puede desmontarse en tan sólo unos minutos gracias a la disposición de uniones enchufables para el aire de arranque, aire de carga y agua de refrigeración.

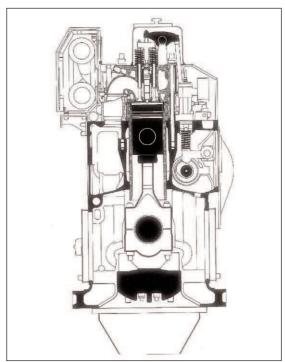


Fig. 1.- Sección transversal del motor M 32

INGENIERIA NAVAL enero 2000

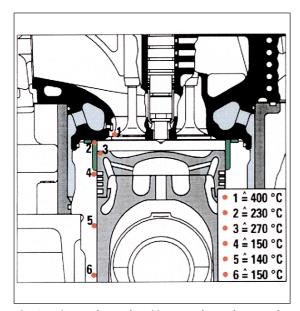


Fig. 2.- Cámara de combustión y conducto de agua de refrigeración del motor M 32

El sistema de inyección no requiere ajuste individual puesto que las tolerancias de producción son tan pequeñas que en el caso de remplazo debido a desgaste y/o rasguño, las nuevas piezas pueden montarse sin necesidad de ajuste.

Todos los componentes se han diseñado y se fabrican de forma que permiten un fácil mantenimiento en el tiempo más corto posible y pueden ser adaptados sin ajuste adicional.

Estos aspectos reducen sustancialmente las horas de trabajo invertidas en el mantenimiento y también reducen los tiempos de fuera de servicio.

Tiempo requerido para cam		s componentes
principales o	del M 32	
Descripción	Personal	Tiempo requerido
<i>Culata</i> Desmontaje del motor Montaje en el motor Cambio	1 1 1	30 min. 30 min. 1 h. 15 min.
<i>Pistón</i> (culata desmontada) Desmontaje o montaje Cambio	1 1	30 min. 1 h.
Camisa (Culata y pistón desmontados) Desmontaje del motor Montaje en el motor Cambio	1 1 1	30 min. 30 min. 1 h.
Cojinete principal Cambio	2	1 h.
<i>Cojinete de cabeza de biela</i> Cambio	2	1 h. 30 min.
<i>Válvula de inyección</i> Cambio	1	30 min.
Bomba de inyección de combustible Cambio (desmontaje, reparación y montaje)	1	1 h.
Vástagos de las válvulas de admisión y exhaustación (culata desmontada) Cambio de los vástagos de las válvul	as 1	3 h.

Experiencia de operación y realimentación

Se han evaluado un número suficiente de partes y componentes del motor para permitir sacar conclusiones sobre la vida de los componentes y los intervalos entre revisiones. A continuación se presentan los resultados de una revisión general, después de más de 15.000 horas de operación, de un motor 6M 32 de 2.640 kW a 600 rpm, funcionando al 95 - 100 % de su potencia y consumiendo HFO (380 cSt):

Culatas

Las válvulas, asientos, guías, puentes de válvulas, y casquillos del cojinete del balancín se encontraban en excelentes condiciones. El conducto de admisión del aire de carga parecía muy limpio.

• Pistones y bielas

Todos los pistones estaban bastante limpios, un tercio de la parte plana superior de la corona del pistón estaba sucia y los otros dos tercios limpios. Esto es debido al aro de calibración, que quita frotando el depósito de carbón desde la parte plana superior y por tanto previene el contacto con la superficie de la camisa.

Todas las ranuras de los aros se encontraron limpias y mojadas de aceite; el desgaste era imperceptible. Los aros del pistón estaban en condiciones muy buenas y el desgaste no se notaba, midiéndose un máximo de seis micrones. Esto indica que se puede alcanzar el TBO de 30.000 horas de operación.

Los cojinetes de cabeza y pie de biela y la biela estaban en muy buenas condiciones.

• Camisas

El desgaste medio medido después de más de 15.000 horas de operación, consumiendo combustible HFO de 380 cSt a



Fig. 3.- Camisa del motor M 32 después de 15.000 horas de operación

22 22 INGENIERIA NAVAL enero 2000

50 °C, fue de 0,125 mm en la posición más alta del aro superior. Justo por debajo de esta posición TDC del aro superior el desgaste medio medido fue de sólo 0,02 mm.



Fig. 4.- Camisa del motor M 32 después de 15.000 horas de operación

• Cojinete principal nº seis

El cojinete se encontraba en excelentes condiciones, por lo que puede esperarse un largo tiempo de vida.

Después de una evaluación de los resultados de la inspección y el examen de los datos medidos de estos motores, MaK tiene confianza en que puedan alcanzarse fácilmente los TBOs de 15.000 horas de operación de la culata. Para los pistones, aros, camisas y cojinetes puede alcanzarse un TBO de 30.000 horas de operación. Por tanto, estos TBOs están de acuerdo con la Inspección Intermedia para el buque y las Inspecciones Especiales para el buque y maquinaria.

Influencia de los tiempos de vida (LT)y de los TBOs en los costes del ciclo de vida

Cada fabricante de motores establece, en base a la experiencia obtenida, los tiempos de vida (LT) y los intervalos entre revisiones (TBO) para los componentes principales de sus motores, valores que, naturalmente, sólo pueden alcanzarse si se siguen estrictamente las especificaciones de operación y mantenimiento.

Teniendo en cuenta los valores de LTs y TBOs actuales se han calculado los costes del ciclo de vida por 1.000 kWh, para un periodo de operación de10 años ó 60.000 horas.

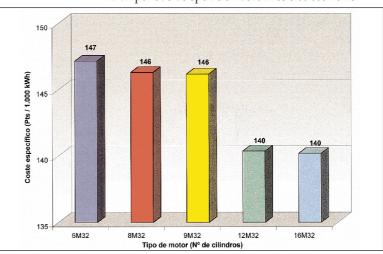


Fig. 5.- Costes específicos de los componentes principales por 1.000 KWh (operación con HFO)



CEN-TRA-MAR

EQUIPOS LIDERES EN PROPULSION MARINA

REDUCTORES E INVERSORES - REDUCTORES







hasta 100.000 HP

hasta 2.600 HP

hasta 315 HP

CAJAS DE REENVIO

WATER JETS

HELICES DE SUPERFICIE

TWINI FUSC

WALTER V-DRIVES





hasta 1.200 HP

hasta 2.500 HP

EMBRAGUES MANUALES

EJES DE ALINEACION SOPORTES MOTOR CIERRES BOCINA COJINETES EJES HELICE







hasta 980 m/Kg

hasta 1.500 HP

	nasia 900 m/kg		Hasia I	.500 HF		
ENFRIADORES			PANELES	MANDOS CONTROL		CABLES PARA MANDOS DE
	DE QUILLA	INS	ONORIZANTES	SISTEMAS GOBI	ERNO	CONTROL
	WALTER KEEL COOLERS	Н	alyard	MANUFACTURING COMPAN		Felsted



CEN-TRA-MAR

Invención, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos" 28906 Getafe (Madrid)

Tel.: 91 665 33 30 - Fax: 91 681 45 55

Motores MC-GI de MAN B&W

n los últimos años se ha incrementado el interés en el uso de diversos combustibles gaseosos en los motores diesel, especialmente en aplicaciones industriales como plantas de cogeneración o en la propulsión de LNG donde los motores usan como combustible principal el gas natural evaporado. Ello ha impulsado a MAN B&W Diesel y Mitsui a desarrollar un sistema de inyección de gas a alta presión para sus motores de dos tiempos.

El primer motor comercial con un sistema de inyección a gas fue un motor de media velocidad de cuatro tiempos, el 16V28/32-GI, de 3,2 MW de potencia que se instaló por primera vez en una planta de cogeneración en Hundested, Dinamarca, donde lleva funcionando satisfactoriamente desde 1991.

Esta tecnología también se ha aplicado y adaptado al programa de motores de baja velocidad MC, y el primer motor con inyección a gas de gran diámetro de cilindro fue el MAN B&W 12K80MC-GI-S, de 40 MW, construido en 1994 por Mitsui en su planta de Chiba, en Ichihara City, Japón.

Por tanto, los motores MAN B&W MC-GI son motores diesel de cruceta y baja velocidad, especialmente adaptados para funcionar en modo dual. El rango de potencia que cubren estos motores va desde 1 a 68 MW aproximadamente y la eficiencia térmica es la misma que sus homólogos de funcionamiento no dual.

La serie MC salió al mercado a principios de los años 80. A los iniciales de 35 cm de diámetro de cilindro, siguieron los modelos de 50, 60, 70, 80 y 90 cm. Desde entonces se ha ampliado la serie con motores de 26, 42, 46 y 98 cm de diámetro de cilindro. Las diferentes iniciales K, L y S, se refieren a la relación carrera/diámetro (corta, larga y super larga respectivamente) con valores de 2,45 a 4,20. Así, el programa de motores comprende siete de tipo K-MC, ocho L-MC y nueve S-MC.

Características técnicas de los motores marinos MAN MC/MC-GI de dos tiempos, combustible marino dual								
Motor	N° cilindros	kW por cilindro	rpm	Efic. térmica %				
K98MC-GI	9-12	5.710	104	49-51				
K90MCC-GI	6-12	4.560	104	49-53				
S90MC-GI	5-7	4.560	75	49-53				
K90MC-GI	4-12	4.570	94	49-53				
L90MC-GI	4-12	4.310	82	49-53				
S80MC-GI	4-12	3.640	79	49-53				
K80MC-GI	6-12	3.610	104	49-53				
L80MC-GI	4-12	3.430	93	49-53				
S70MC-C-GI	4-8	3.105	91	50-54				
S70MC-GI	4-8	2.810	91	49-53				
L70MC-GI Mk 6	4-8	2.830	108	49-52				
L70MC-GI Mk 5	4-8	2.620	106	49-53				
S60MC-C-GI	4-8	2.255	105	50-53				
S60MC-GI	4-8	2.040	105	49-53				
L60MC-GI	4-8	1.920	123	48-52				
S50MC-C-GI	4-8	1.580	127	50-53				
S50MC-GI	4-8	1.430	127	48-52				
L50MC-GI	4-8	1.330	148	48-52				
S46MC-GI	4-8	1.310	129	48-50				
S42MC-GI	4-12	1.025	136	48-50				
L42MC-GI	4-12	995	176	48-50				
S35MC-GI	4-12	700	170	48-50				
L35MC-GI	4-12	650	210	47-49				
S26MC-GI	4-12	400	250	48-50				

Las tablas 1 y 2 muestran las distintas características de los motores de la serie.

rios de dos tiempos, combustible marino dual								
Motor	N° cilindr	os rpm	kW por cilind	ro rpm	kW por cilindro	Efic. térmica %		
	(50 Hz)	(50 Hz)	(60 Hz)	(60 Hz)	%			
K98MC-GI-S	9-12	103,4	5.700-4.550	102,9	5.600-4.520	49-51		
K90MC-GI-S	6-12	103,4	4.290-3.430	102,9	4.270-3.410	49-53		
K80MC-GI-S	6-12	103,4	3.390-2.710	102,9	3.370-2.700	49-53		
K70MC-GI-S	4-12	120	2.560-1.640	120,0	2.560-1.640	49-53		
K60MC-GI-S	4-12	142,9	1.890-1.210	144,0	1.900-1.220	48-52		
K50MC-GI-S	4-12	166.7	1 270- 810	171 4	1 310- 840	48-52		

Tabla 2.-Características técnicas de los motores MAN MC/MC-GI-S estaciona-

Diseño del motor MC-GI

Los motores diesel que quemaban gas han existido durante muchos años. Pero siempre han adolecido de una potencia y eficiencia térmica muy pobre. Durante todos estos años se han discutido mejoras, como los sistemas de inyección de gas a alta presión, pero es sólo a mediados de los ochenta cuando se llevan a la práctica estas mejoras con el objetivo de obtener la misma eficiencia térmica que los motores de fuel pesado. Estas modificaciones se aplican primeramente en LNGs, para pasar luego a la industria general.

Durante los últimos años, se han intensificado los esfuerzos realizándose nuevos diseños y numerosas pruebas, que se aceleraron con la obtención de los actuales sistemas de inyección de gas a alta presión. Estos tienen la ventaja de que el gas no toma parte en el ciclo de compresión del pistón, con lo que se elimina completamente el golpe brusco que se producía en los motores tradicionales con inyección de gas a baja presión y que era el factor más importante que limitaba la presión efectiva y, por tanto, la potencia del motor. Además, el uso de alta presión tiene la ventaja de que el comportamiento del motor (a nivel de ciclo) no se ve afectado por la composición del gas en sí o por variaciones de ésta.

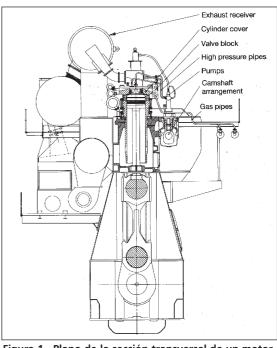


Figura 1.- Plano de la sección transversal de un motor dual K80MC-GI; donde se puede observar las diferencias con el K80MC (modificaciones y elementos añadidos).

INGENIERIA NAVAL enero 2000 25 25

Ello permite usar gases "pobres", con un poder calorífico relativamente bajo e incluso con gran contenido de hidrógeno y/o hidrocarburos pesados. En principio, cualquier motor de la serie MC tiene su versión MC-GI, con los mismos parámetros de potencia, velocidad, eficiencia térmica, cantidad de gases de exhaustación, temperatura de éstos, etc. No obstante, los principales campos de aplicación de estos motores con inyección de gas usualmente requieren potencias superiores a 10 MW y, por tanto, el interés se ha concentrado en los motores de gran diámetro.

La figura 1, muestra la sección transversal de un motor 12K80MC-GI-S, indicando las diferencias con el 12K80MC-C, tanto modificaciones como inclusión de elementos. Estas comprenden tuberías de suministro de gas, el bloque de distribución de gas, con acumulador interno en la culata (que se ha adaptado ligeramente), las válvulas de inyección del gas y un sistema de levas modificado que incluye una bomba adicional para controlar la cantidad de gas inyectado. Se ha reforzado el receptor de gases de escape y el sistema de control y acceso se ha modificado para adaptarse a la versión GI.

A parte de estos sistemas del motor propiamente dicho, los sistemas auxiliares precisan unidades adicionales. Las más importantes son el compresor de gas a alta presión que incluye un refrigerador y que es capaz de proporcionar la presión necesaria para la válvula (unos 250-300 bar aproximadamente); el tanque intermedio, con un separador por condensación; el sistema de control del compresor y los diversos sistemas de seguridad que han de incluir forzosamente un analizador de hidrocarburos, para comprobar el contenido de éstos en el aire, tanto en la cámara del compresor como en la cámara de máquinas.

La figura 2 muestra el diagrama de la disposición del motor. El gas a alta presión que viene de la unidad compresora fluye a través del tubo principal a través de diversas ramificaciones estrechas pero flexibles hasta el bloque de válvulas de cada cilindro y su acumulador incorporado.

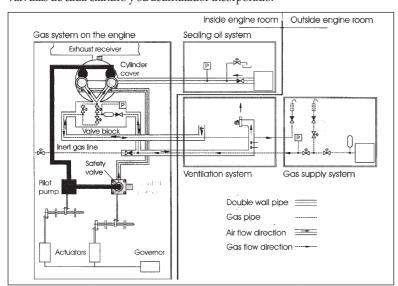


Figura 2.- Diagrama de los sistemas internos y externos necesarios para que un motor funcione en modo dual.

Estas tuberías flexibles cumplen dos funciones. Por una parte separan cada unidad del cilindro del resto en periodos de movimiento del gas usando el mismo sistema que se utiliza para el fuel-oil en los motores MC. Por la otra actúan como miembros flexibles entre el sistema principal de tuberías y la estructura del motor, protegiéndolo de los esfuerzos extra que aparecen inevitablemente en las tuberías tanto principal como secundarias por las inevitables diferencias en las expansiones térmicas.

La zona intermedia, que sirve de amortiguador, contiene 20 veces la cantidad inyectada por ciclo a la potencia MCR y asegura que la cantidad de gas inyectado sea la adecuada, proporcionando una ligera, pero controlada caída de presión. Además forma una parte importante del sistema de seguridad.

La válvula de inyección del gas se hace funcionar desde el sistema de control de bombas de aceite (que a su vez proporciona aceite a alta presión a la válvula de gas), que se encarga de abrirla y mantenerla abierta durante el tiempo necesario para que entre la cantidad de gas. La bomba de inyección de fuel normal suministra el combustible piloto en el modo de funcionamiento dual. Esta se encuentra conectada al lado de alta presión de la bomba de control de aceite con una válvula de seguridad instalada en la cubierta de esta última. Dicha válvula asegura que el gas se inyecte sólo cuando la inyección piloto ha comenzado. Además asegura una ignición del gas segura.

El sistema de control y maniobra incorpora un dispositivo electrónico con dos actuadores para los dos sistemas de regulación del eje. Con un software adecuado se puede hacer que el sistema funcione en sus diversas modalidades: el modo de funcionamiento normal dual de combustible con un mínimo de combustible piloto, el modo de funcionamiento sólo con fuel-oil y el modo de funcionamiento en la que se utiliza el gas disponible. Este sistema es el "tradicional" mecánico/hidráulico para controlar las válvulas de inyección de gas que se utiliza en el motor 28/32-GI de Hundested y en el motor 12K80MC-GI-S de Chiba.

Existe otra posibilidad que utiliza el "sistema inteligente" y que consiste en usar un sistema de servo hidráulico controlado electrónicamente que sustituiría el sistema de control de bomba de aceite además de evitar el redimensionamiento del sistema de árbol de levas del motor. Este último sistema representa ventajas especialmente cuando se precisan motores que operan sólo mediante combustible líquido durante un periodo inicial, utilizando después gas como combustible principal una vez que se dispone de éste; tal y como ocurre, por ejemplo, en instalaciones fijas (donde se instalan los gaseoductos después de montar la planta) o en petroleros shuttle multipropósitos con capacidad de transformarse en auténticas plataformas flotantes con los motores principales produciendo la energía eléctrica necesaria para el equipo de producción de petróleo y, sin embargo, para el resto de sistemas queman el gas que existe siempre asociado al yacimiento de crudo.

Características principales de los motores MC-GI

Válvulas de inyección de fuel

La operación dual requiere válvulas para la inyección de combustible líquido y gas. Básicamente el proceso consiste en lo siguiente: primero se inyecta el combustible líquido y se le comprime hasta que se produce la ignición, como en cualquier motor diesel normal, para luego introducir el gas junto con este fuel ardiendo que actúa como fuente de ignición para el gas. La inyección de gas se controla por el sistema de control de aceite y un sistema de sellado aísla los inyectores de los gases resultantes de la combustión.

En principio, las válvulas pueden diseñarse (tal y como ocurre en los 16V28/32-GI) de modo que sean capaces de inyectar tanto fuel como gas o pueden consistir en válvulas independientes para gas y para combustible líquido. De cualquier modo se precisan tres sistemas; uno para controlar el gas a alta presión, otro para controlar el aceite de la válvula y otro para el sellado de este último.

En el 12K80MC-GI-S existe un sistema de válvulas separa-

26 26 INGENIERIA NAVAL enero 2000



do para el combustible gaseoso y para el combustible líquido, lo que supone una gran libertad a la hora de diseñar ambas válvulas. Este sistema que es estándar en los motores MC-GI se eligió a causa de la exigente reglamentación sobre emisiones de gases que existe para el área de la Bahía de Tokio, donde se instaló la planta.

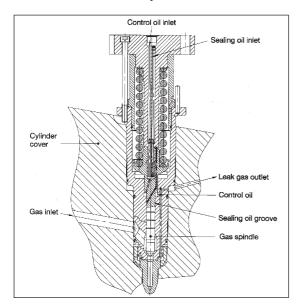


Figura 3.- Plano de la sección transversal de la válvula de inyección de gas del 12K80MC-GI-S.

Las figuras 3 y 4 muestran la sección transversal de la válvula de inyección de gas y la fotografía de ésta y la del combustible piloto. Se observa el diseño compacto y la elección preferentemente de partes con simetría axial. La necesidad de anillo de sellado se ha diseñado para limitar los gases de escape y el gas se admite a la válvula de inyección a través de orificios realizados en la culata del cilindro. Cualquier escape de gas a través de los anillos de sellado debe pasar necesariamente a través de los agujeros de la válvula de inyección del gas y la culata del cilindro para llegar al sistema de tuberías que posee un detector de escape.



Figura 4.- Válvulas de inyección de gas y de combustible piloto de un 12k80MC-GI-S.

La alta presión del gas actúa constantemente sobre el vástago de la válvula, de modo que para prevenir que entre gas existe un aceite de sellado de los huecos del vástago. Para este sistema independiente de sellado por aceite se necesita una pequeña bomba de alta presión, que suministre una presión de 25 a 50 bar más alta que la del sistema de gas a alta presión.

La válvula de inyección del combustible piloto para el 12K80MC-GI-S es básicamente la misma que se utiliza en el MC50, con una pequeña modificación en la boquilla de inyección de combustible, aunque el tamaño se ha hecho mayor para que pueda montarse en la culata del K80MC. El uso de esta relativamente pequeña válvula de fuel y su correspondiente bomba limita la carga en el modo de funcionamiento únicamente con fuel a un 30% de la planta actual, pero sin dejar de tener una inyección piloto estable con una mínima cantidad de combustible. Si se requiere el funcionamiento a plena carga sólo con diesel se usará la válvula de inyección de fuel estándar para el tipo de motor en cuestión, como ocurre en el caso del motor principal de un LNG

Culata y bloque de válvulas

En el lado del árbol de levas, la culata presenta una cara en la que se monta el bloque de válvulas. La culata del cilindro tiene dos series de orificios, uno para el suministro de gas desde el bloque de válvulas que va a cada válvula de inyección de gas y, como ya se ha dicho antes, otro a través del que pasa cualquier escape de gas.

El bloque de válvulas (figura 5) consiste en un bloque cuadrado de acero unido a la culata que incorpora un acumulador de gran volumen y dos purgas además de una válvula de apagado completo. Las válvulas están construidas en "doble pared" y se han incorporado de modo separado en un bloque por cada cilindro, empernadas a la culata. Ello facilita la revisión y mantenimiento. Todos los precintos para el gas a alta presión están rodeados por espacios que conectan al sistema de doble pared de las válvulas para evitar fugas a la cámara de máquinas y para poder detectarlas.

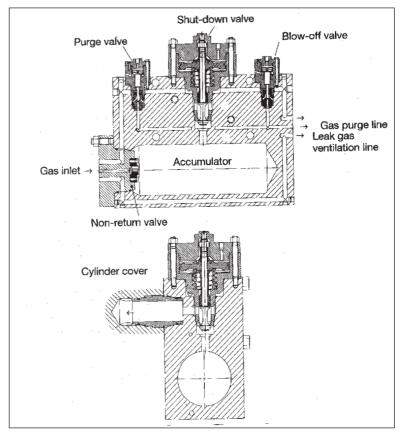


Figura 5.- Esquema del bloque de válvulas del motor.

28 28 INGENIERIA NAVAL enero 2000

El gas se suministra al acumulador por medio de una válvula de no retorno situada en la entrada de la cubierta. El volumen del acumulador ha sido seleccionado para asegurar que el flujo del gas se mantenga estable durante el periodo de inyección. La caída de presión en el acumulador no excede, bajo condiciones nominales, de los 20 bar.

Desde el acumulador, los gases pasan a través de un orificio en el bloque a la válvula de cierre que, en el modo de funcionamiento a gas, se mantiene abierta mediante aire comprimido suministrado desde el sistema de aire de arranque. Desde esta válvula, el gas va a las válvulas de inyección de gas. Se ha dispuesto además de una válvula fuera del bloque, en su parte superior, para vaciar los distintos orificios de gas cuando sea necesario. También se ha dispuesto una válvula para purgar el acumulador cuando el motor no va a funcionar durante mucho tiempo en el modo de gas.

Tuberías de gas

El sistema de tubos por el que circula el gas comprende el sistema que suministra el gas y el sistema de purga de gas, que están diseñados como tubos de doble pared, con el exterior de protección diseñado para prevenir el escape de gas a los espacios de maquinaria en el caso eventual de que hubiera una rotura de las tuberías de gas. El espacio interpuesto se ventila con aire y se mantiene a una presión menor que la que existe en la cámara de máquinas.

Este flujo de aire se dispone de modo que sea succionado dentro de la doble pared alrededor del tubo y fluye a través de los distintos ramales que llegan a los distintos bloques de cilindros. Desde allí, a través de los ramales del sistema de tubos auxiliar al tubo principal que continúa a través de un dispositivo que lo expulsa a la atmósfera. Esta disposición permite reducir el tiempo de respuesta en caso de un eventual escape. El aire de ventilación se descarga en una zona segura.

Los tubos que llevan el gas al motor están diseñados para soportar una presión superior en un 50% a la presión de trabajo normal, y las pruebas se realizan a una presión doble de la de trabajo. El diseño de los ramales se muestra en la figura 6. La tubería interior se dispone de modo que se encuentra aislada de las vibraciones mecánicas, aunque se puede mover en relación con la tubería interior deslizando sobre los soportes, toda vez que es necesario debido a las inevitables diferencias de temperatura entre ambas paredes del tubo. El ramal fino, de un material flexible, sigue el movimiento relativo mientras que el tubo exterior actúa como caja protectora conectada a la tubería exterior principal mediante un fuelle compensatorio. Además, toda la disposición de tubos está diseñada para prevenir fluctuaciones excesivas del flujo del gas durante el funcionamiento del motor.

Las tuberías de gas están conectadas a un sistema de purgado de gas inerte para limpiar la totalidad del sistema de tubos cuando el motor no funciona con gas o antes del "overhaul" del sistema.

Bombas de fuel

Para el motor 12K80MC-GI-S se ha modificado ligeramente las bombas de inyección de fuel de la serie 50MC para seguir con la filosofía del MC-GI. Así, a modo de ejemplo, en un LNG a plena carga en modo diesel se usa un tamaño estándar de bomba. El émbolo de la bomba se ha diseñado modificando el control lateral para asegurar un control estable sobre la cantidad de fuel oil necesaria para la inyección, que es menor que la que se requiere en una operación normal.

El control de la bomba de aceite también se ha modificado

ligeramente, con un émbolo con un lado oblicuo. La cantidad de gas inyectada se controla mediante la duración de la entrega de aceite de la bomba de control. Una válvula de seguridad se incorpora en la cubierta de la bomba de control de aceite, en lugar de la normal válvula perforada para asegurar que el gas sólo se inyecta después de que ha empezado la inyección de combustible piloto. Alternativamente, la inyección de gas se puede controlar mediante un sistema "mechatronic" usando el aceite lubricante del motor como medio de trabajo.

Receptor de gases de exhaustación

El receptor de gases de exhaustación se ha diseñado para resistir la presión que puede ocurrir (en un caso altamente improbable) de que la ignición falle en un cilindro seguido de la ignición del gas no quemado en el receptor de gases de exhaustación. Si esto ocurre a plena carga del motor, se acumula mucho gas y se mezcla con los gases de exhaustación en el receptor y todo el oxígeno disponible se utiliza para la combustión (alrededor de un 15%), por lo que la presión no alcanzará los 15 bar, valor que es el utilizado para el diseño del receptor y su soporte. Los compensadores se han sometido en pruebas hasta 20 bares si que aparezca ningún problema.

Sistema de control y maniobra

Para regular la bomba piloto y de control, se instalan dos ejes reguladores, los cuales están controlados por un sistema electrónico común con dos actuadores, uno para cada eje regulador. Si se usa el sistema "mechatronic" sólo un eje regulador es el que controla el sistema de combustible piloto. Además de ello, el MC-GI sólo se diferencia de otros de la serie MC en un cambio físico de las posiciones del entubado, plataformas de salida, etc.

Sistemas de seguridad del MC-GI

Se han incorporado todos los sistemas de seguridad de la versión que quema combustible. Además, se han dispuesto e incorporado otros dispositivos para evitar situaciones que podrían provocar fallos.

El objetivo de estos sistemas de seguridad es diseñarlos para prevenir los fallos en lugar de detectarlos cuando ocurran.

Conforme a la reglamentación de las sociedades de clasificación, algunos dispositivos son obligatorios en la industria naval, mientras que otros responden a legislaciones locales.

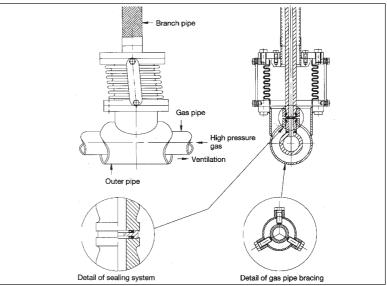


Figura 6.- Diseño de ramales de gas.

INGENIERIA NAVAL enero 2000

Las sociedades de clasificación más importantes han aprobado el sistema de seguridad.

Aspectos de seguridad en sistemas externos

Existen numerosos sistemas auxiliares externos en una unidad de potencia a gas o en la que lleva un LNG, que, en caso de fallo, pueden ocasionar una parada completa del motor.

El sistema más complejo es el compresor de gas, toda vez que los sistemas de sellado de aceite, sistema de ventilación para la tubería de doble pared o el sistema de gas inerte son relativamente sencillos. Los sistemas del motor también se encuentran integrados, o al menos conectados, con el sistema general de seguridad y control, por lo que es importante que las conexiones entre los sistemas se encuentren perfectamente definidos en cada caso.

En la cámara de máquinas de un buque o en la sala de potencia de una planta de producción de energía, la presencia de gas en el aire se detecta mediante un analizador de hidrocarburos (HC). También se precisa de este sistema en los espacios para ventilación y en el espacio entre las paredes dobles del sistema de tuberías. La alarma se dispara al encontrarse una concentración de gas de un 30% del límite de explosión y, caso de que se alcance el 60% de este límite inferior toda la planta se para.

Aspectos de seguridad de los sistemas internos

La tabla 3 resume los fallos y contramedidas relevantes a los sistemas internos del motor. Durante la operación en el modo dual, el mal funcionamiento del sistema de invección de combustible piloto o del sistema de invección de gas puede implicar un riesgo de combustión incontrolada en el motor.

Tanto en el caso de que el asiento de la leva se dañe o que ocurra un retardo en la válvula del gas, se produce un incremento considerable de la temperatura de los gases de escape, con lo que se dispara el sistema de apagado del motor.

En el caso de un retardo muy acusado o incluso agarrotamiento de la válvula en posición abierta, el riesgo es que se inyecte en el cilindro una excesiva cantidad de gas, con lo que, cuando se abre la válvula de exhaustación, la mezcla de los productos de la combustión y el gas a una alta temperatura escapa a través de la tubería de exhaustación donde quemará relativamente despacio debido a los restos de aire y gases de exhaustación que también se encuentran pre-

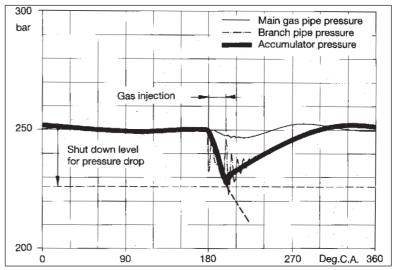


Figura 7.- Diagrama de la variación de presión en los tubos de gas a la entrada en la válvula y en el acumulador durante el periodo de inyección.

El monitor térmico dispara la alarma de alta temperatura en los gases de exhaustación, lo que hace que el motor se pare. En el caso improbable de que exista una combustión intensiva en el receptor de gases de escape, la presión se incrementará considerablemente, aunque nunca supera los 15 bares. Lógicamente, el receptor de gases de escape está diseñado para soportar dicha presión sin ningún problema.

El gas que llega a cada cilindro en cada ciclo se monitoriza midiendo la caída de presión en el acumulador (ver figura 7). Si ésta excede del valor correspondiente a la potencia MCR, el motor se para inmediatamente. Con este sistema, cualquier flujo anormal de gas, que puede ser debido a un retardo en la inyección del gas o a una rotura de las tuberías, se detecta inmediatamente, se desconecta el suministro de gas y las líneas se purgan con gas inerte.

Un fallo en la ignición del gas puede ser debido a múltiples causas, aunque la mayoría de ellas son debido a un fallo en la inyección de combustible piloto en el interior del cilindro. Por ejemplo, cuando se detectan fallos tales como escapes en las juntas o rotura en las tuberías de presión, un pistón agarrotado en la bomba piloto, un fallo en el suministro de dicha bomba o diversas causas que hacen que la bomba de fuel llegue a lo que se denomina "punto 0", cesa inmediatamente la inyección de gas gracias a la válvula de seguridad (patentada) que incorpora el sistema de aceite. (Figura 8).

Entre dos inyecciones, la válvula de seguridad se encuentra en posición abierta y, para permitir la invección de gas, debe cerrarse. Cuando la presión en la cara piloto aumenta hasta la presión de apertura, el combustible piloto se inyecta y la presión del combustible actúa sobre la válvula de seguridad cerrándola, permitiendo actuar al sistema de con-

Tabla 3.- Dispositivos de seguridad para el motor y sistema de exhaustación

Fallo

Defectos en la inyección de gas en la válvula: Operación retardada

Pequeñas pérdidas de gas en la cámara de com-

Pérdidas importantes de gas o agarrotamiento de la válvula en posición abierta

Fallos en la inyección:

Falta de la inyección de combustible piloto

Atasco de la válvula de exhaustación

Dispositivo de seguridad

Sensor de temperatura de los gases de exhaustación se dispara cuando se alcanza una temperatura anormalmente elevada en cualauier cilindro

Idem.

Sistema de monitorización de caída de presión en el sistema acumulador de gases que cierra inmediatamente la entrada de gas.

Válvula de seguridad en la bomba de control de aceite

Monitorización controlada por ordenador de la presión en el cilindro antes de TDC mediante indicadores de tensión en la culata del mo tor, con sistema de alarmas. Además existen sensores de temperatura de los gases de escape que disparan una serie de alarmas cuando la temperatura desciende por debajo de lo normal

Knocking:

Una válvula piloto se ha atascado en posición

cerrada

Pérdida severa de gas en el interior del cilindro.

Monitorización de la presión en el cilindro, un ordenador procesa las señales procedentes de los indicadores de tensión que se encuentran en la camisa del cilindro

Los sensores de temperatura de gases de escape disparan la alarma en caso de una temperatura anormalmente alta en el cilindro correspondiente.

30 30 INGENIERIA NAVAL enero 2000

IVECO aifo

Advance Diesel Engine Technology



HIMOINSA

Concesionario IVeco Aifo S.p.A.

Concesionario IVECO aifo S.p.A.

Ctra. Murcia - San Javier, Km 23.600 30730 SAN JAVIER (Murcia) Tel.: 968 19 11 28 - Fax: 968 33 40 99 E-mail: himoinsa@himoinsa.com

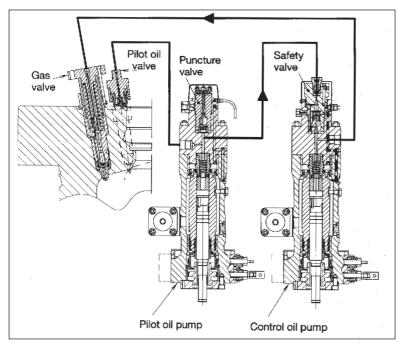


Figura 8.- Esquema de las características de seguridad que incorpora el sistema de válvulas.

trol de presión de combustible y abriendo la válvula de gas. La presión de control de aceite actúa sobre el área sostenida manteniendo la válvula de seguridad cerrada durante la inyección del gas. Finalmente, la válvula de seguridad se abre una vez acabado el proceso.

A pesar de este sistema, el fuel piloto puede inyectarse sin haber sufrido la ignición si existe un agarrotamiento o un quemado excesivo de la válvula de exhaustación. Ello producirá un escape y hará que no se alcance la presión de compresión adecuada para producir la ignición. No obstante, el quemado en la válvula de exhaustación es suficientemente lento. Durante el tiempo que tarda en producirse este quemado la temperatura se va incrementando, lo que provoca que se dispare la alarma evitando cualquier riesgo de fallo.

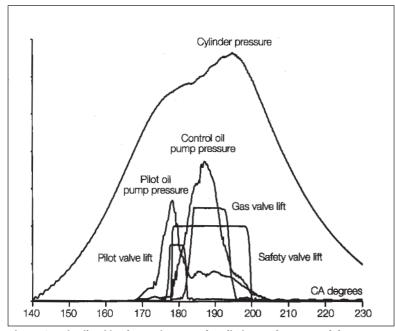


Figura 9.- Distribución de presiones en los distintos elementos del motor 12K80MC-GI-S en funcionamiento dual. Se observa que el combustible piloto se inyecta antes de que cierre la válvula de seguridad y la presión de aceite comience a crecer.

La falta de presión de compresión debido a un agarrotamiento de la válvula de exhaustación, puede ocurrir, teóricamente, entre dos ciclos. Este fallo se detecta mediante un sistema monitorizado que lee las señales de los indicadores de tensión. Si la presión que se alcanza es insuficiente, la operación de inyectado de gas se para.

Resultados del funcionamiento del motor 12K80MC-GI-S

La figura 9 muestra un gráfico de un ciclo al 100% de la carga en modo dual. En éste, se ve claramente una combustión suave con un moderado incremento de presiones. El ligero incremento de presión que aparece durante la inyección piloto ocurre antes de que se produzca la combustión principal del fuel gaseoso. La figura muestra además la función de la válvula de seguridad en un ciclo normal. La válvula cierra cuando la leva de la válvula de inyección piloto alcanza su punto más alto, permitiendo que se acumule la presión en el circuito de control. Después de este proceso, la válvula de gas se abre y tiene lugar la inyección del gas cuando se ha establecido que la inyección piloto ha comenzado.

La figura 10 muestra el comportamiento de la combustión a diferentes niveles de carga. Como se puede ver, la cantidad de calor que se libera es del mismo orden que la de cual-

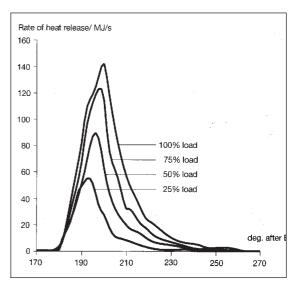


Figura 10.- Razón entre calor liberado y potencia (en Mj/s) a distintos niveles de carga.

quier motor diesel marino de baja velocidad y gran diámetro y el diagrama confirma la misma eficiencia de ciclo. El funcionamiento general y la carga térmica en el motor son muy similares a los datos correspondientes para la operación con fuel (figura 11).

La emisión de NOx es algo menor que en operación diesel. En este motor, los niveles incontrolados son ligeramente inferiores a las 1.000 ppm con un 15% de O2 (que corresponde aproximadamente a 13 g/kWh) a plena carga, pero se reduce en un 99% con un catalizador SCR. Los gases de exhaustación son prácticamente invisibles gracias a que el SCR proporciona una reducción de NO2 hasta unos niveles insignificantes. Para aplicaciones marinas, esto significa un amplio margen en referencia a las limitaciones impuestas por IMO, sin necesidad de realizar modificaciones o tratamientos posteriores de estos gases.

Aprobación tipo

La totalidad de las más importantes sociedades de clasificación aprobaron el concepto del desarrollo original del MC-

32 32 INGENIERIA NAVAL enero 2000

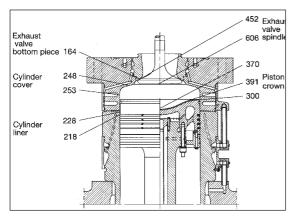


Figura 11.- Distribución de sensores de temperatura en las paredes de la cámara de combustión.

GI en 1985 y actualmente se está obteniendo la aprobación tipo y el acuerdo sobre los procedimientos para certificación de la fabricación del tipo MC-GI para uso marino.

El primer paso ha consistido en

la aprobación de los principios de diseño, de acuerdo con el Concepto de Diseño actualizado, mientras que el segundo consistió en la aprobación del diseño de detalle.

El tercer paso consistió en la aprobación tipo de las pruebas del sistema GI, llevadas a cabo sobre un 12k80MC-GI-S durante los días 23 y 24 de junio de 1994. En las pruebas estuvieron presentes inspectores y representantes de ABS, DnV, GL, NK y LR que tuvieron la oportunidad de inspeccionar los componentes después de 400 horas de funcionamiento. Se hicieron asimismo pruebas de funcionamiento en modo normal y dual y se mostraron las capacidades del sistema de seguridad.

Después de las pruebas, las sociedades de clasificación participantes emitieron sus certificados de aprobación que cubren el sistema GI en general, y que es aplicable a cualquiera de los motores de dos tiempos tipo MC.

Aplicaciones del MC-GI

El funcionamiento general del motor y del sistema de seguridad es el mismo que el de su homólogo diesel MC.

Por tanto, los motores MC-GI han de tratarse exactamente igual que cualquier otro MC, obviamente con la debida atención al sistema de suministro de gas (compresor y sistemas asociados, sistema de tuberías y seguridad...). En una instalación con un MC-GI, ya sea a bordo de un LNG o en una

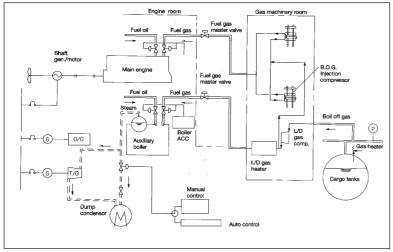


Figura 12.- Disposición del sistema MC-GI en un LNG.

planta de potencia, además del motor propiamente dicho, la instalación comprende el sistema de suministro de gas, compresor y tuberías.

Cuando se trata de evaluar la economía de este tipo de instalaciones, hay que considerar el trabajo del compresor. Como ya se ha mencionado, la presión desarrollada debe ser aproximadamente de unos 250 a 300 bares, dependiendo de las condiciones del gas (presión, temperatura y composición del gas). Se ha de elegir un compresor adecuado que cubra las necesidades de potencia requeridas.

Instalación

Como ejemplo de la aplicación del sistema MC-GI en una aplicación marina, la tabla 4 muestra las variables a considerar en un LNG de $135.000~\rm m^3$.

Tabla 4 Características de la cámara de máquinas de un LNG					
Capacidad de tanques	135.000 m ³				
Velocidad en servicio	20 nudos				
Motor principal					
Tipo	Mitsui MAN B&W 10K80MC-GI x				
	1 set				
MCR	30.900 kW a 95 rpm				
Generadores eléctricos					
Generador de cola	1				
Turbo generador	1				
Generador diesel	3				
Generador de Vapor					
Caldera auxiliar	Dual fuel x 1				
Economizador de gases	Para servicio de buque y T/G x1				
Inyección de gas	2x Entrada a 1 bar				
Compresor	salida 260 bar				

Se ha considerado el uso de un motor 10K80MC-GI según la potencia requerida para la propulsión y para el generador de cola que suministra la energía eléctrica necesaria para los compresores de inyección del gas.

Durante la navegación a baja velocidad, el exceso de gas evaporado se usará, a través del motor principal, para accionar el generador de cola o para la caldera dual auxiliar que suministra vapor al turbo generador. Cualquier excedente de vapor se elimina en el condensador. La figura 12 muestra el diagrama de instalación del sistema de propulsión MC-GI.

Dos compresores de gas (que sufre una evaporación natural) son los que hacen alcanzar la presión adecuada. El sistema suministrador de gas incluyendo las líneas de sangrado y de ventilación se muestran en la figura 13.

El uso de unas tuberías de doble pared evita que el gas se escape hacia la cámara de máquinas en el caso de que se produzca una fractura en la pared interior. El espacio anexo a las válvulas, así como espacios intermedios se encuentran perfectamente ventilados y la presión se mantiene por debajo de la de la cámara de máquinas.

Generalmente todo el sistema de tuberías se encuentra soldado existiendo diferentes conexiones de brida para facilitar los trabajos de mantenimiento (un ejemplo típico se muestra en la figura 6).

Aspectos medioambientales

Tanto en aplicaciones marinas como en aplicaciones estáticas, las emisiones de gases deben ser controladas cuidadosamente según la normativa que rige en cada uno de

INGENIERIA NAVAL enero 2000

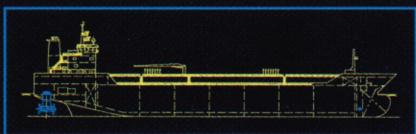








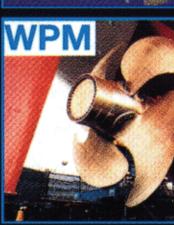








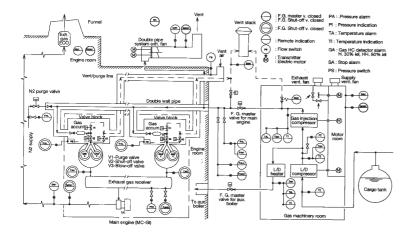








product range embraces 360° steerable propulsion systemed at up to 30 MW, manoeuvring devices, and also complete ventional propulsion packages. Through our worldwide sall service network we offer economical and reliable solution by imaginable maritime application.



gas, la mezcla de combustible con el aire es más uniforme que en una mezcla típica de inyección de combustible líquido, resultando que las emisiones de NOX son cerca de un 25% menores . Consecuentemente, los motores MC-GI cumplen perfectamente los límites impuestos por el IMO sin ningún problema (con combustibles líquidos esta reducción de emisiones se ha de realizar en base a usar combustibles emulsificados con agua o mediante sistemas catalizadores de NOX, pudiéndose utilizar estos últimos en motores MC y MC-GI, tal y como muestra la figura 14)

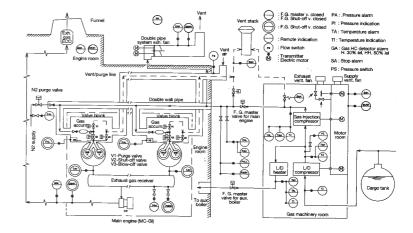
Figura 14.- Esquema de un motor MC equipado con un control de NOx basado en reductor catalítico (SCR)

Figura 13.- Esquema del sistema de suministro del gas.

estos campos. El gas natural tiene la ventaja sobre cualquier combustible líquido que el contenido en azufre (y por tanto las emisiones de óxido de azufre) es generalmente mucho menor, independientemente del método de combustión que se use. Por este motivo, el MC-GI no precisa ninguna modificación para cumplir con las limitaciones de emisión de azufre.

Además, gracias a la eficacia térmica tanto de los MC como de los MC-GI, el consumo de fuel por kWh producido es menor, con lo que se minimiza también las emisiones de dióxido de carbono, especialmente cuando funciona con gas natural como combustible principal.

Por otra parte, hay que recordar que el mismo proceso de combustión diesel propicia la formación de NOX, ya sea usando combustible líquido o gas. No obstante, usando



Nuevos Productos de CEN-TRA-MAR

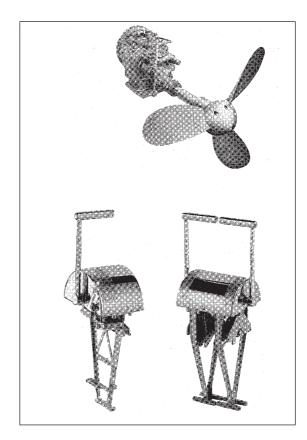
Recientemente CEN-TRA-MAR, S.L. (Central de Transmisiones Marinas, S.L.) ha incorporado a su cartera de productos la gama de propulsión marina de todos los productos fabricados por la empresa multinacional TWIN-DISC. CEN-TRA-MAR es una empresa creada hace más de 7 años especializada en la distribución y comercialización de productos relacionados con la propulsión marina, tanto en embarcaciones profesionales (pesca, ferries, petroleros, etc.) como en embarcaciones de recreo y de la marina militar.

De esta manera CEN-TRA-MAR se ha convertido desde noviembre de 1999 en el distribuidor oficial en exclusiva para España y Portugal de los productos fabricados por esta empresa a nivel mundial como son:

- Inversores / reductores (hasta 2.600 HP).
- Tomas de fuerza y embragues manuales.
- Water Jets (hasta 2.500 HP)
- Hélices de superficie ARNESON DRIVE.
- Mandos electrónicos POWER COMMANDER.

CEN-TRA-MAR suministra los reductores-inversores fabricados por TWIN-DISC con los mandos de control mecánico de su también representada KOBELT, uniendo las dos marcas para los mercados de España y Portugal.

Aunque su punto fuerte es la comercialización y distribución de diversas marcas de transmisiones marinas que abarcan barcos con motores de muy poca potencia hasta grandes



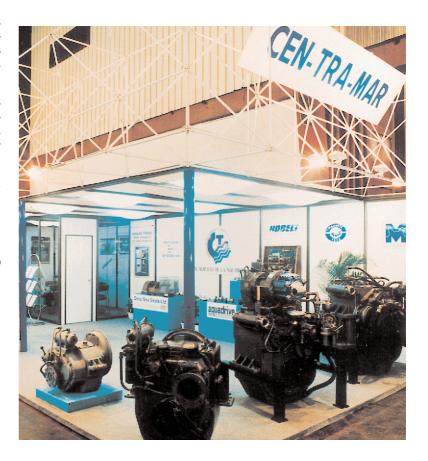
INGENIERIA NAVAL enero 2000 35 **35**

buques petroleros ó de pasaje que requieren potencias propulsoras superiores a los 100.000 HP, también dispone de productos como son water jets, cierres de bocina, mandos de control - gobierno y diversos productos relacionados con la sala de máquinas de cualquier buque.

Con la incorporación de los productos TWIN-DISC, la cartera de productos que CEN-TRA-MAR suministra ha aumentado considerablemente. Los productos siguientes con sus correspondientes empresas fabricantes se pueden adquirir a través de CEN-TRA-MAR:

- Reductores, engranajes y transmisiones marinas MAAG.
- Reductores-inversores marinos TWIN-DISC.
- Reductores-inversores marinos VELVET DRIVE.
- Cajas de reenvío WALTER V-DRIVES.
- Water Jets TWIN-DISC.
- Hélices de superficie ARNESON DRIVE (TWIN-DISC).
- Tomas de fuerza embragues manuales ROCKFORD (TWIN-DISC).
- Ejes de alineación AQUADRIVE.
- Cierres de bocina DEEP SEA SEALS LTD.
- Cojinetes de ejes de hélices DEEP SEA SEALS LTD.
- Mandos de control sistemas de gobierno KOBELT.
- Cables para mandos de control FELSTED
- Mandos electrónicos TWIN-DISC.
- Refrigeradores de quilla WALTER KEEL COOLERS
- Paneles insonorizantes HALYARD
- Accesorios de motores HALYARD.

Para más información: CEN-TRA-MAR, Tel: 91 665 33 30, Fax: 91 681 45 55



Scana Volda presenta la nueva versión de reductoras que se adapten mejor a los nuevos requerimientos de las salas de máquinas

cana Volda ha presentado una nueva versión de las reductoras de tamaño medio de salto vertical entre (600-950 mm). El rango de potencias que cubre abarca desde los 1.500 a los 7.000 kW, dependiendo de la reducción y la cota de hielo.

La principal diferencia de estas reductoras es que la PTO se encuentra integrada en el engranaje. Ello ha hecho posible disminuir el tamaño de éstas. El rango de potencias de la PTO varía desde 2.000 kW con 600 mm de salto hasta 3.000 kW con 900 mm de salto. Los PTOs están preparados tanto para el accionamiento de generadores como de bombas y está disponible una versión especial de reductoras con sólo una potencia de salida.

El motivo principal que ha llevado a Scana Volda a reducir la reductora ha sido la demanda, por parte de diversos armadores y astilleros, de reducir la longitud total de la sala de máquinas. Los tres primeros pedidos de esta nueva versión de reductoras han sido realizados por armadores noruegos y astilleros españoles. Así, la primera reductora, de tipo ACG750K, fue instalada en un remolcador para el armador noruego Andenes Havfiske y construido por Astilleros Gondán. En diciembre de 1999 se firmó un contrato de reductoras tipo ACG600K para dos nuevos remolcadores de los armadores Fjørtoft Havfiske y Soløyvag AS, que serán construidos en el astillero español Rodman Polyship.



36 36 INGENIERIA NAVAL enero 2000

Nuevos motores Powertech de John Deere

a empresa Transdiesel, Div. de Casli S.A., comenzará a comercializar próximamente una nueva línea de motores John Deree, denominada PowerTech, que con 4 y 6 cilindros en línea desarrollan potencias que van desde los 75 a los 450 HP (56-336 kW) y se pueden emplear como propulsores o auxiliares.

Características

Los motores PowerTech 4.5, 6.8 y 8.1 L tienen unas características que se traducen en un servicio libre de problemas y una larga vida.

- Los aros altos de los pistones, de baja fricción, permiten un consumo de combustible muy económico.
- El conducto de escape refrigerado por agua proporciona un funcionamiento a temperatura más baja y silencioso. Los pasajes internos del refrigerante eliminan las mangueras y accesorios que pueden soltarse o romperse.
- El cigüeñal para servicios pesados da una gran resistencia.
- El intercambiador de calor de alta capacidad se ha diseñado para operaciones fiables en condiciones adversas. El enfriador de quilla opcional proporciona mayor flexibilidad en las operaciones.
- El diseño compacto, de bajo perfil, hace que la instalación sea fácil.
- Las camisas húmedas y las asientos de válvulas reemplazables hacen que estos motores diesel sean fáciles de reconstruir.
- Varillas para comprobación y relleno de aceite por ambos lados, que permiten que el mantenimiento diario sea fácil y rápido.
- Tensores automáticos y manuales disponibles.
- Los ejes compensadores estándar eliminan las vibraciones en los motores de cuatro cilindros durante muchas horas de funcionamiento suave.

El motor marino más grande de la gama, el PowerTech 12.5 L, ofrece además las siguientes ventajas:

- La refrigeración dirigida a la parte alta de la camisa aumenta la durabilidad y fiabilidad de los componentes altos del cilindro (también en el 8.1 L).
- Cuatro válvulas por cilindro, inyectores electrónicos de alta presión, y pistones articulados de aluminio/hierro colado que mejoran el comportamiento, la vida del motor y reducen el consumo.
- Un engranaje auxiliar (80 HP intermitente) proporciona una potencia fiable para lavado, gobierno y bombas hidráulicas.
- Unidad de Control Electrónico (ECU) remota que aumenta la fiabilidad.

Controles electrónicos

La Unidad de Control Electrónica (ECU) proporciona un con-

trol preciso sobre el motor y su funcionamiento, pudiendo elegirse el mejor régimen para cada aplicación.

- Selección de instalación flexible.
- Los controles electrónicos eliminan muchas conexiones mecánicas, incluidos los cables del acelerador. Esto permite tener aceleradores duales.
- Múltiples curvas de funcionamiento programadas. Los motores electrónicos John Deree proporcionan regímenes que maximizan el comportamiento de la embarcación.
- Comunicaciones Computer Area Network (CAN) a módulos múltiples de pantalla digital en el panel de instrumentos para mostrar el funcionamiento y datos de diagnostico.
- La inyección piloto elimina el humo blanco del arranque en frío y consigue un funcionamiento suave del motor en las mañanas frías.
- Los controles electrónicos no sólo reducen el humo en el arranque, sino que también reducen las emisiones de escape durante la operación diaria.
- La protección integral del motor puede ser usada para reducir la potencia en el caso de que se detecte baja presión del aceite, alta temperatura del motor u otras condiciones que puedan dañar el motor

Las características de los diferentes modelos de la gama son las siguientes:

	U				
Modelo	4045 DFM	4045TFM	6068TFM	6081AFM	6125AFM
N° de cilindros	4	4	6	6	6
Cilindrada (I)	4,5	4,5	6,8	8,1	12,5
Rango de potencia					
M1 (HP (kW))	75 (56)	105 (78)	154 (115)	235 (175)	340 (254)
M2 "	85 (63)	120 (90)	175 (130)	300 (224)	375 (280)
M3 "	-	135 (101)	200 (150)	300 (246)	400 (298)
M4 "	-	150 (112)	225 (168)	375 (280)	450 (336)
Grupo generador					
a 1500 r.p.m. (kWe)	35	50	80	125	225
1800 r.p.m. (kWe)	42	62	100	150	275

El motor M1 se utiliza para aplicaciones propulsivas en las que deba operar las 24 horas del día ininterrumpidamente a toda potencia. En estas aplicaciones se suele funcionar durante más de 3.000 horas/año. El rating M1 incluye los ISO8665 "Standard power" y el SAEJ1228 "crankshaft power".

El motor M2 se utiliza para aplicaciones propulsivas que operen a toda potencia hasta 16 horas al día. Se utiliza para tareas a plena potencia durante el 65% de tiempo y acumula hasta 3.000 horas/año.

El motor M3 se utiliza en aplicaciones propulsivas que necesiten tan solo 4 horas de cada 12 a plena potencia. Estas operaciones ocupan el 35% de tiempo y acumula 2.000 horas/año.

El motor M4 se utiliza para aplicaciones propulsivas donde se funcione a plena potencia no más de una hora de cada 12 de operación. Estas operaciones ocupan el 15% del tiempo o menos y acumulan 800 horas/año.



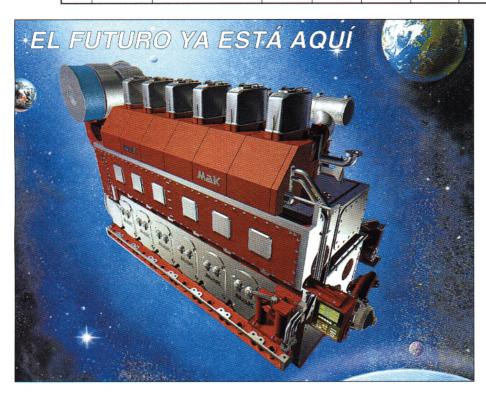
INGENIERIA NAVAL enero 2000 37 37



MaK líder mundial en nuevo diseño de motores

- Nuevas soluciones para cualquier tipo de propulsor o auxiliar en gas-oil o fuel oil pesado
- · Alta fiabilidad y gran economía.
- Montaje simple para el astillero. Posible apoyo sobre tacos elásticos
- Fácil mantenimiento (desmontaje de un pistón en menos de una hora)
- 40% menos piezas que en las series anteriores. Larga vida útil de los componentes
- Nivel de emisiones inferior a las reglas IMO
- Más de 7000 instalaciones

serie	modelo según Nr. de cilindros	potencia (consultar ot con menores rpi	ros modelos s potencias y	rev. por minuto	presión media efectiva	velocidad del pistón	carrera	diámetro	longitud total	anchura total	altura total	masa
		kW	CV	rpm	bar	m/s	mm	mm	mm	mm	mm	tons
	18 M 43	16200	22000	500	24,4	10,2	610	430	12750	5580	3900	242
	16 M 43	14400	19600	500	24,4	10,2	610	430	11800	5580	3900	215
M 43	12 M 43	10800	14700	500	24,4	10,2	610	430	9900	5580	3900	162
	9 M 43	8100	11000	500	24,4	10,2	610	430	10306	4776	2869	123
	8 M 43	7200	9800	500	24,4	10,2	610	430	9576	4776	2869	114
	7 M 43	6300	8580	500	24,4	10,2	610	430	7572	4776	2869	97
	6 M 43	5400	7350	500	24,4	10,2	610	430	7842	4776	2869	82
	16 M 32	7680	10440	750	22.7	10.4	420	320	8050	4520	2800	81
	12 M 32	5760	7830	750	22.7	10.5	420	320	6700	4340	2800	64
M 32	9 M 32	4320	5870	600	24.9	9.6	480	320	6424	4022	2439	49
	8 M 32	3840	5220	600	24.9	9.6	480	320	5894	4022	2439	45
	6 M 32	2880	3920	600	24.9	9.6	480	320	4834	4022	2429	35
	9 M 25	2700	3670	750	23.5	10.0	400	255	5215	3353	2129	28
M 25	8 M 25	2400	3260	750	23.5	10.0	400	255	4785	3353	2129	25
	6 M 25	1800	2440	750	23.5	10.0	400	255	3925	3353	2129	19
	9 M 20	1710	2324	1000	24.0	10.0	300	200	4120	2569	1415	14
M 20	8 M 20	1520	2066	1000	24.2	10.0	300	200	3790	2569	1415	13
	6 M 20	1140	1550	1000	24.2	10.0	300	200	3130	2370	1415	11





Mak Motoren Gmbh & Co. KG (A Caterpillar Company) P.O. Box 9009

24157 Kiel - Alemania

Tel.: 431.399501 • Fax:431 - 3995157

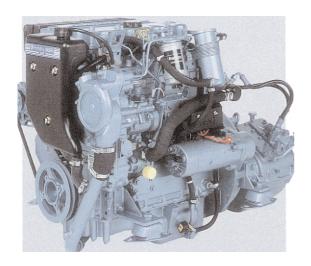
http://www.mak.de

MOTORES DIESEL UNMAK, S.A.

Ctra. N. I Km 470 - Eurocenter 20180 OYARZUN - (GUIP)

Tel.: 943 - 49 41 57 / 58 / 89 Fax: 943 - 49 41 90

e-mail: unmak@jet.es



as últimas incorporaciones a la gama de motores Perkins Sabre han sido presentadas y están disponibles en España a través de la empresa Alfa Energía, S.L. El nuevo Perkins Sabre M92 es un motor de 4 cilindros, con una cilindrada de 4 litros, aspiración natural y una potencia de 91 HP. El Perkins Sabre M115T es la versión sobrealimentada y desarrolla una potencia de 114 HP a 2.400 r.p.m.

Estos motores sustituyen a los de aspiración natural Perkins Sabre M-90/4.236, muchos de los cuales han estado funcionando en todo el mundo durante varias décadas. Los nuevos motores están pensados ante el aumento de la remotorización debido a la búsqueda de bajas emisiones y la mejora de las características con un más bajo coste de funcionamiento.

Las extensas pruebas realizadas han confirmado que los dos motores son adecuados tanto para la navegación comercial como deportiva. El arranque en frío es bastante bueno, sin necesidad de equipo alguno para arranque en frío, suave toma de carga, ausencia visible de humos en toda la gama de potencia, así como un funcionamiento más silencioso.

Ambos motores llevan instalada una nueva bomba de agua y una refrigeración mejorada del motor, que está basada en la Serie Darwin 1.000 recientemente introducida. Un bloque de motor y culata reforzados y la incorporación de última tecnología en el sellado pueden contribuir a un aumento del 50% en la vida del motor.

Comparando el motor de aspiración natural M92 con el M90 se puede observar un aumento de un 9% en la potencia mientras que el consumo específico a la potencia máxima se reduce un 6,8%, al mismo tiempo que la capacidad de aceite de engrase ha sido reducida cerca del 23%. De esta manera,

Nuevos motores Perkins Sabre para sustituir a los M90

el coste de mantenimiento del motor baja el 50% y la eficiencia del combustible (basado en un servicio típico durante 3 años) reduce en 1.600 libras (400.000 Pts. ó 2.500 Euros) la factura de combustible.

Según los estudios realizados, el Perkins Sabre M92 es uno de los motores que presenta más bajo consumo de combustible y aceite entre los de potencias similares que existen actualmente en el mercado.

Los motores Perkins Sabre M92 y Perkins Sabre M115T cumplen con la legislación sobre emisiones actual y la prevista dentro de la U.E. e IMO/EPA. El mantenimiento es sencillo y la calidad y fiabilidad del motor son algunas de las ventajas de estos motores.



Los repuestos y servicio de apoyo en España se efectúan a través de Alfa Energía/Modipesa. En el resto del mundo, Perkins posee 4.000 distribuidores en 160 países.

Para más información: Alfa Energía, S.L.; tel: 91-4113861; fax: 91-5621448; Web: www.perkins-sabre.com

Novedades de Manises Diesel

I pasado año 1999 ha sido un año duro, tanto para Manises Diesel como para el resto de la industria naval española, marcado por la competencia desleal sufrida desde Corea. Aún así, durante este año la empresa afincada en Quart de Poblet ha logrado realizar diversos objetivos entre los que destacan el suministro e instalación del primer Paquete de Propulsión Integrada y el suministro e instalación de los primeros motores de la serie MC-C, amén del contrato para el suministro del sistema propulsor del buque Esperanza del Mar y de los trabajos a bordo de la construcción número 362 de Juliana.

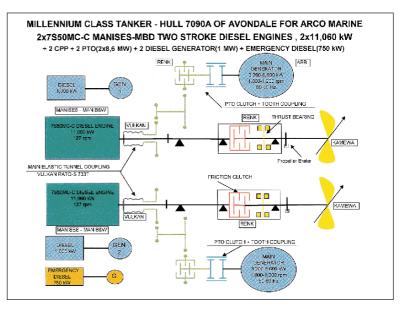
El primer Paquete de Propulsión Integrada, se suministró, montó e instaló a bordo del buque *Trans Iberia*, construcción nº 253 de Unión Naval-Valencia. El paquete comprende tanto el motor propulsor como la línea de ejes y hélice, multiplicador, alternador de cola, módulo de combustible y otros equipos auxiliares.

Los motores de la serie MC-C pertenecen a la última generación de motores de dos tiempos más compactos (se ha reducido la longitud en más de 500 mm con respecto a su equivalente MC), más económicos, más potentes (con un

INGENIERIA NAVAL enero 2000

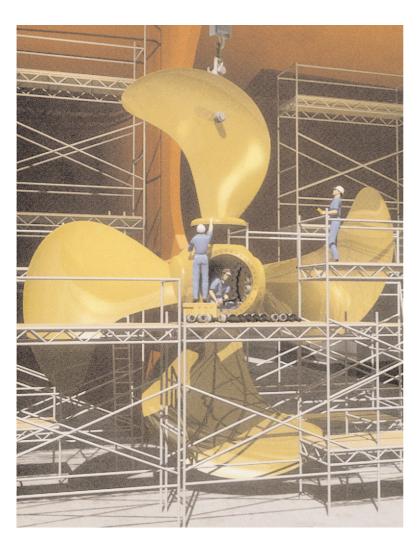
incremento de potencia superior de más de un 10% respecto a su equivalente MC, alcanzándose hasta 2.145 BHP por cilindro) y más ligeros (más de un 5% de reducción de peso). Cumplen asimismo con la normativa más exigente del mercado (IMO) en cuanto a emisores de NOx. Los nuevos motores ya se han montado e instalado a bordo de buques construidos por U.N. Valencia y Avondale (Nueva Orleans, USA). Los motores suministrados son de 6 cilindros en el caso español y de 7 cilindros (2 unidades por buque) en el caso americano.

Por otra parte, Manises Diesel ha recibido el encargo por parte de Juliana de suministrar, instalar y realizar la alineación de los elementos de las líneas de ejes del buque hospital para el Instituto Social de la Marina. En esta operación, Manises se ocupa de la gestión de compras, coordinación técnica, suministro, montaje y taqueado de elementos a bordo así como alineación racional de dichos elementos. Entre los elementos incluidos en el suministro se encuentran motores propulsores, acoplamientos elásticos, reductores, líneas de ejes, hélices de paso fijo, casquillos de bocina, cojinetes de apoyo intermedios, cierres de bocina. Además en el capítulo referente a la coordinación técnica, Manises es la encargada de supervisar el diseño de las hélices, cálculo de vibraciones torsionales y cálculo de la alineación racional así como el procedimiento para realizarla.



Por último, hay que mencionar también los trabajos a bordo de la construcción número 362 de Juliana en la que se ha realizado la alineación de los elementos correspondientes a la línea de ejes así como la instalación del timón.

Nuevas hélices de palas ajustables de Kamewa



amewa ha desarrollado una hélice de palas ajustables mediante pernos, que responde a las siglas ABP (Adjustable Bolted Propeller), tiene la simplicidad de una hélice de paso fijo y los costes de transporte e instalación no son superiores a los de una hélice estándar de paso controlable. El ángulo del paso se ajusta in situ y las palas individuales pueden ser remplazadas en el caso de daños, lo que hace que no se precisen hélices de respeto, sino únicamente las palas.

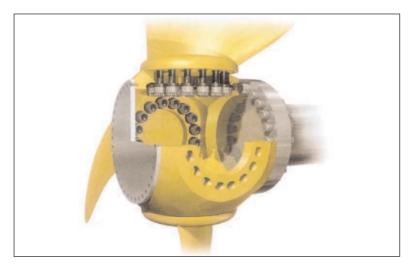
La tendencia actual en los grandes buques de la flota mercante, sobre todo de petroleros, graneleros y portacontenedores, hacia un incremento en la potencia de propulsión ha dado lugar a que aumente significativamente el tamaño de las hélices para explotar al máximo la potencia extra. Típicamente se trata de hélices monobloques, es decir construidas de un único molde. La dificultad de mecanizar estos grandes bloques ha producido un coste extra en el proceso de fabricación.

Por otra parte, debido al elevado peso y empacho de dichas hélices, su manejo y transporte constituye también un problema importante que representa costes extra para el armador. En muchos casos las hélices tienen más de 5 medros de diámetro y, por tanto, no pueden transportarse por ferrocarril o carretera, precisando su transporte en buques.

Si a ésto se le suma la necesidad de tener a bordo una hélice de respeto, que ocupa un valioso espacio, y el tiempo en dique seco que supone la sustitución cuando ésta sufre un daño importante, no es extraño que se hayan buscado soluciones a este respecto.

La hélice ABP de Kamewa Proppeller (pendiente de patentar) tiene un concepto de diseño muy similar a las hélices de paso controlable (CCP). El núcleo de la hélice está hueco por dentro y se monta en el eje mediante bridas. Las palas se empernan al núcleo desde el interior, lo que significa que el nú-

40 40 enero 2000



cleo es más robusto que en una hélice CCP. La diferencia importante entre una hélice CCP y la ABP es que en ésta sólo se puede realizar un pequeño ajuste del paso y que, éste, se ha de hacer de modo manual.

El modo de empernar las palas al núcleo es otra de las características distintivas de la hélice ABP. El diseño del perno, desarrollado y probado por el Centro de Investigaciones Hidrodinámicas de Kamewa, permite que pueda ser apretado desde el interior del núcleo con una simple herramienta de mano. Ello permite, además de obtener una mayor eficiencia, simplificar el proceso de instalación.

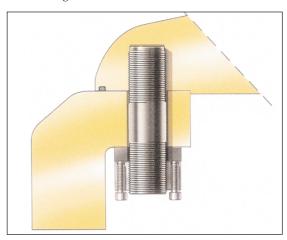
Las ventajas de la hélice ABP se resumen en la posibilidad, en la fase de proyecto, de elegir que el material de las palas sea de bronce o de acero inoxidable de alta resistencia, y que las palas pueden optimizarse para la velocidad de servicio y adaptarse al perfil de operación el buque.

En la fase de fabricación, al ser los componentes de la hélice ABP más pequeños que los de la CCP, pueden ser mecanizados de forma más eficaz, con el resultado final de una mayor calidad en el producto. Además, también se reducen los costes de transporte, almacenaje y manejo de los distintos componentes.

En el astillero se simplifica el proceso de montaje, ya que la instalación puede realizarse usando herramientas manuales ligeras. Como la hélice está constituida por un núcleo hueco y la unión al eje se realiza mediante bridas, el peso total es menor y se aumenta la vida de los rodamientos. Puesto que el núcleo está diseñado para su montaje sobre una brida del eje de cola, se minimiza el riesgo de fallo por fatiga del extremo del eje de cola, lo que supone una mejora importante con respecto a las hélices montadas en el cono.

Una vez que el buque esté en servicio, se permite un ajuste fácil in situ del ángulo de paso de las palas, para compensar las variaciones a largo plazo en la resistencia al avance del buque. Análogamente, en el caso de que la hélice resulte dañada, las palas pueden reemplazarse individualmente sin necesidad de que el buque entre en dique seco y, por tanto, se simplifica la necesidad de repuestos a bordo con la consiguiente economía puesto que sólo se necesita tener a bordo del buque un stock de palas.

Por último, hay que destacar que al ser las unidades monobloque más pequeñas, no existe ningún problema de transporte de hélices ABP de más de 5 metros. Este concepto es especialmente interesante para petroleros de 30.000 tpm o más, y grandes portacontenedores de más de 1.500 TEUs, consiguiéndose un ahorro total considerable.



Los principales aspectos y ventajas de la hélice ABP son:

- No se precisa una hélice de respeto a bordo. Además su amortización es menor comparada con las hélices de paso fijo
- Permite un ajuste del ángulo de paso –no se necesita considerar el margen de mar.
- Instalación simple y de menor coste para el astillero. No se precisan las conocidas "marcas de ajuste"
- Se puede usar acero inoxidable de altá resistencia en las palas.
- Componentes más pequeños y ligeros, lo que significa menores coste de transporte, almacenamiento y manejo.
- Es posible reemplazar cada pala individualmente en caso de daños
- Fácil instalación y reemplazo de las palas bajo el agua.
- El núcleo hueco reduce el peso total y alarga la vida de los coijnetes.
- Mayor exactitud y mejor acabado que una hélice monobloque

Propulsores water jets de Marine Jet Power

a compañía sueca Marine Jet Power AB, representada en España por S.A. Sedni, es una de las empresas líderes del sector de la propulsión a chorro.

Desde hace unos años Marine Jet Power está suministrando water jets tanto a la Guardia Costera de Suecia y Turquía, así como a la Armada Española para sus nuevas construcciones de lanchas de desembarco.

La potencia de los water jets MJP se encuentra en el rango de $1.100\,\mathrm{kW}$ a $9.200\,\mathrm{kW}$.

Características de diseño

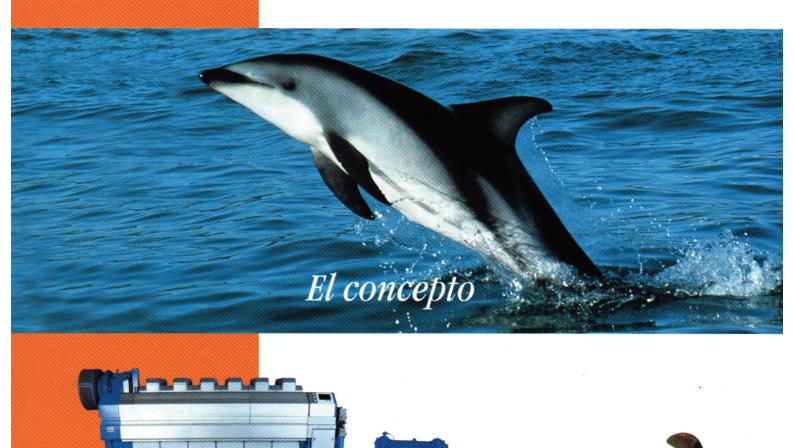
Las características de diseño de los water jets MJP 650 (2.300 kW) son:

Eje de accionamiento

En el diseño de MJP no hay fuerzas de empuje en el eje motriz como es habitual en las instalaciones tradicionales de hélices. El eje tiene un acoplamiento flexible de disco a popa y un acoplamiento de engranes en el extremo flotante de proa (reductor). Esta disposición permite que los movimientos de

INGENIERIA NAVAL enero 2000 41 41







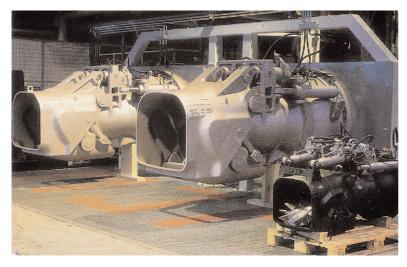
El mejor diseñador de los sistemas de propulsión ha sido siempre la naturaleza, por lo que, con el debido respeto, copiamos de ella.

Le llamamos Propac. Un paquete completo de propulsión incluyendo: motor principal, reductor, hélice PC, sistema de control y monitorización, además de toda la formación y soporte al cliente que ello conlleva.

Todo desde un único suministrador, que asume la total responsabilidad durante la vida de la instalación, desde su concepción hasta su sustitución. Un único suministrador en el que puede confiar, que le entregará la solución más conveniente en el menor plazo de tiempo posible.

Es una de las múltiples ventajas de comprar a un único suministrador.





la estructura del buque no introduzcan cargas o esfuerzos al núcleo de la bomba o reduzcan el rendimiento del water jet. La máxima desalineación angular del eje motriz es de 0,5°.

Núcleo de la bomba

El núcleo es el corazón del diseño. Es la parte mecánica que mantiene el impulsor en su sitio y transmite las cargas a la carcasa difusora.

Lleva desde el extremo delantero un acoplamiento flexible Thomas que, a través de un acoplamiento estrellado, transforma el par del eje motriz. El momento de giro se transmite a través de los pernos del acoplamiento a la brida empernada al impulsor.

Las cargas de empuje axial las soporta el cojinete de empuje.

El cuerpo del cojinete va montado en la carcasa del difusor que transmite los esfuerzos a través de sí misma sobre la popa y/o a través de la carcasa del impulsor al conducto de toma de agua. Los cojinetes SKF están diseñados para una vida operativa "L10" de un mínimo de 20.000 horas, pero en realidad es mucho mayor. Los cojinetes quedan lubricados por aceite que está separado del agua mediante un sello.

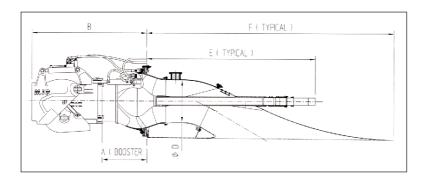
Condiciones de funcionamiento

El diseño del water jet MJP se realiza para condiciones muy extremas y para muchas horas de funcionamiento al año, en algunos casos de más de 5.000 horas/año. Es un diseño para servicios duros como los soportados por los guardacostas suecos.

Ventajas de los water jets MJP

Las principales ventajas que presentan estos propulsores son las siguientes:

Robustez y bajo mantenimiento:



- Son unidades compactas, fabricadas totalmente en acero inoxidable (duplex) de gran resistencia a la corrosión y peso ligero.
- No necesitan ánodos de sacrificio, evitándose por tanto los trabajos de sustitución de los mismos.
- Eje flotante, conectado al impulsor internamente mediante empaquetadura de aros (trabaja como chumacera) fijos al cubo de la bomba y por el otro extremo al reductor / multiplicador mediante acoplamiento flexible. Con esta disposición el impulsor siempre trabaja en la misma posición con el mejor rendimiento, absorbiendo los movimientos axiales de la reductora y de la estructura del buque.

Mejor rendimiento, menor consumo/mayor velocidad:

- Las bombas son del tipo de flujo mixto, paletas móviles en el impulsor y paletas fijas en el difusor de la tobera de salida.
- Las formas hidrodinámicas de las paletas del impulsor están diseñadas para obtener mayor flujo y menor presión permitiendo obtener un mejor rendimiento.
- Como el impulsor mantiene una posición fija, los huelgos con la carcasa tienen una tolerancias muy pequeñas ±0,25 mm, beneficiando también el rendimiento.

Maniobrabilidad y Seguridad:

- El mecanismo de inversión esta diseñado y patentado por MJP ofreciendo un mayor empuje inverso y por tanto mayores fuerzas de maniobra.
- Las piezas son de acero inoxidable fundido, lo que permite que las curvas internas sean continuas y por tanto presentan una menor distorsión del flujo.
- No existe riesgo de bloqueo en la inversión lo que ofrece mayor seguridad al buque.

				al Data	Typica				
Weingts Booster	Weingts Steerable	F	Е	D	Stern Ø	В	Α	kW*	Size
350	540	3100	1850	450	708	1247	428	1100	450
575	815	3400	2050	500	855	1290	510	1200	500
710	1090	3790	2250	550	940	1412	560	1750	550
1035	1600	4510	2675	650	1120	1680	665	2300	650
1460	2105	5180	3075	750	1255	1900	765	2800	750
2320	4050	5890	3540	870	1440	2100	880	4100	850
3000	4500	6590	4070	970	1610	2460	1010	6200	950
5400	8100	7630	4820	1180	1890	2845	1200	7500	1100
8300	12400	9370	5560	1360	2110	3490	1355	9200	1350

Adaptación del equipo a las necesidades del cliente

La disposición del water jet MJP es flexible a los requerimientos del cliente. Una vez conocidas las necesidades, se realiza un análisis CFD (Computating Fluid Dynamic), con lo que consigue que el equipo se optimice para su aplicación específica, proporcionando el rendimiento máximo posible con el mínimo consumo de combustible.

De esta manera, los MJP se pueden adaptar y dar respuesta a los requerimientos que demanda el mercado actual y futuro de los buques rápidos, tales como:

- Navegación a altas velocidades y excelente maniobrabilidad, con la máxima seguridad y eficiencia en la operación.
- Navegación de gran confort, mínimas vibraciones, muy bajo nivel de ruidos y suavidad de funcionamiento, con bajos costes de operación y mantenimiento.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 43 43

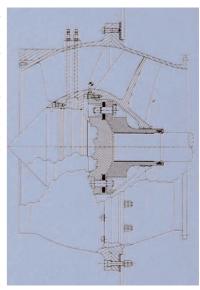
Diferencias con otros water jets competidores

La singularidad del diseño del water jet MJP es el eje motriz flexible, lo que permite un impulsor fijo con un huelgo mínimo en el borde de la pala con la carcasa (0,5 mm) y un rendimiento máximo.

El diseño de otros water jets competidores se basa en la instalación típica de hélice con chumacera de empuje en el casco del buque. El MJP tiene un núcleo donde los otros presentan un cojinete enterizo lubricado con agua, que es mucho más sensible a los desgastes producidos por aguas arenosas y fangosas y, por tanto, se debe cambiar con mucha más frecuencia que los cojinetes SKF. Esta disposición requiere un eje más largo que el del MJP y con mayor huelgo en el borde la pala con la carcasa por lo que presenta un menor rendimiento.

Si, además, el sello del eje está situado en la parte posterior de la chumacera hace que la instalación sea más complicada y que el coste de mantenimiento sea superior. El diseño del MJP no lleva ninguna chumacera en el casco del buque por lo que el trabajo de instalación es mucho más fácil y económico.

Para más información: S.A. Sedni, Tfno: 96 598 21 93, Fax: 96 592 30 65, E-mail: sasedni@interbook.net



Propulsores Azimutales Aquamaster



Aquamaster ha desarrollado un diseño modular para sus unidades US que integra todos los sistemas, componentes y dispositivos necesarios para que el propulsor azimutal opere con la mayor fiabilidad y mayor autonomía posible del resto de sistemas del buque.

Este diseño proporciona además gran facilidad para su instalación, desmontaje, intercambiabilidad y operabilidad de sus componentes. El diseño consta de tres módulos básicos: cuerpo superior, intermedio y cuerpo inferior.

Cuerpo Superior

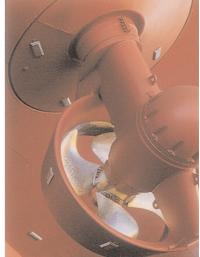
Contiene los engranajes de reducción, embrague, elementos y engranajes de giro o gobierno de la unidad y tanque de lubricación.

El embrague (opcional) es de doble cono, operado mediante aceite a presión, controlado a distancia y con posibilidad de bloqueo manual. Tiempo de accionamiento de 3 a 5 sg.

La dirección de gobierno consiste en: motores hidráulicos para accionamiento de tornillos sin fin que accionan ruedas de engranes conectadas al anillo rotatorio; control de emergencia mediante manivela que se conecta a un tornillo sinfín; indicador de sentido de giro con sensor angular y

transmisión de señal al puente y otros puestos de control.

Los elementos y accesorios del sistema hidráulico consisten en bomba hidráulica accionada mediante el eje de entrada, enfriadores, filtros, válvulas y el resto de elementos necesarios del circuito de aceite situado sobre el cuerpo superior.



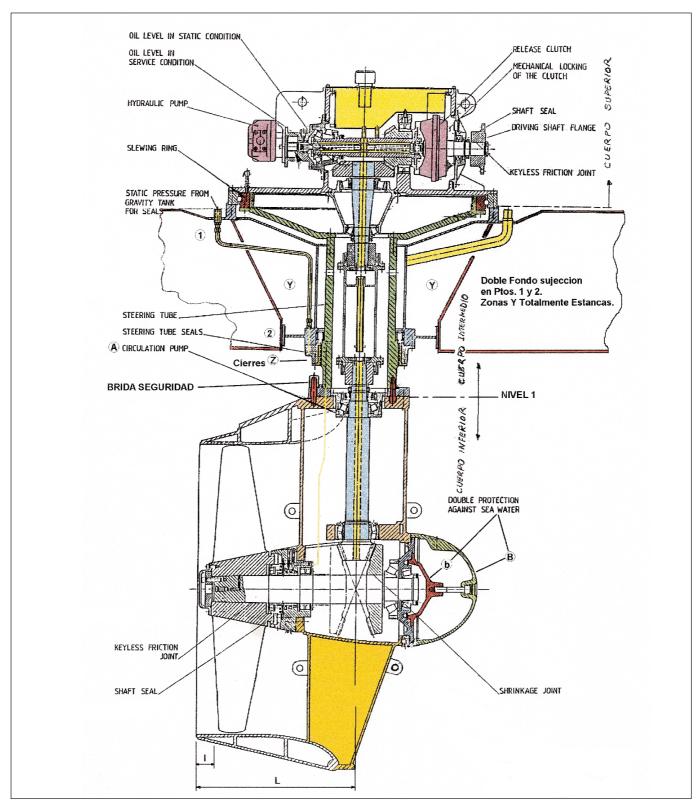
on más de 2.000 unidades entregadas hasta la fecha, Aquamaster es líder en el mercado global en sistemas de propulsión gobernables. Los propulsores Aquamaster están disponibles en diferentes tipos en el rango de potencias de hasta 7,5 MW en construcción estándar. Se instalan principalmente en remolcadores, ferries y buques offshore.

La labor continuada de investigación y desarrollo ha dado lugar a soluciones - por ejemplo, propulsores reforzados contra hielo para buques con esta clasificación - en las que se maximice la eficiencia y comportamiento de los buques. El objetivo principal es optimizar las soluciones elegidas para las necesidades específicas de cada cliente y condiciones de operación. Esto da lugar a una fiabilidad total, disposiciones compactas y un alto grado de utilización.

El sistema de control de calidad ISO 9001 garantiza que cada propulsor azimutal Aquamaster y su sistema de control cumpla los requisitos estrictos sobre comportamiento, fiabilidad y funcionalidad.

Aunque el concepto de propulsor azimutal se introdujo hace más de 50 años, continúa siendo una novedad para muchos armadores y operadores. La idea básica en que se apoya un propulsor azimutal es que puede girar 360 grados alrededor de un eje vertical proporcionando un empuje omnidireccional controlado, lo que significa una maniobrabilidad excelente para los buques que tienen instalado este tipo de propulsor. También elimina la necesidad de reductor y timón.

44 44 enero 2000



Cuerpo intermedio

Consta del cilindro soporte, cilindro de gobierno, eje de transmisión vertical y el "bottom well cover".

El cilindro soporte es la parte estática de la unidad mediante la cual se fija al casco del buque, bien directamente o a través del "bottom well cover".

El cilindro de gobierno es una pieza robusta de forma cilíndrica, situada en el interior del cilindro soporte, que transmite el giro al cuerpo inferior y que está unida al mismo mediante brida empernada. El eje vertical consta realmente de dos ejes unidos mediante un acoplamiento dentado, lo que permite el desmontaje del cuerpo inferior siempre que sea necesario.

El bottom well cover (opcional) es una pieza de montaje que permite que la unidad de propulsión completa se instale dentro del casco del buque como una sola pieza compacta.

Cuerpo inferior

Contiene los engranajes de reducción secundaria, la carcasa, la hélice y la tobera.

La hélice es del tipo monobloque, de cuatro palas, montada

INGENIERIA NAVAL enero 2000 45



ANGLO BELGIAN Desde 1912 CORPORATION, N.V.

El motor semilento escogido por los barcos de altura



Gerardo Gamecho Herrero Ingeniero Marquina, 9 - bajo 20110 Pasajes de San Pedro - Guipúzkoa

Tel.: 943/39.87.57 Fax: 943/39.25.87 Anglo Belgian Corporation, N.V. Serra Sanmamede, 26 - 1° 32005 Orense

Tel.: 909/80.01.96 Fax: 988/23.09.42 en caliente sobre el eje mediante junta cónica, sin chavetas, su desmontaje se realiza mediante aceite a presión.

La tobera está diseñada especialmente para unidades de propulsión azimutal tipo NSMB 1297 que mejoran las prestaciones de las toberas tipo 19A. La relación entre el diámetro/longitud y la situación de la hélice en la tobera permiten que el par de giro sea mínimo.

Características

Con este diseño modular se han conseguido ciertas ventajas como son:

- Simplificación de la línea de ejes y de su instalación. Al estar el embrague integrado en la unidad, se eliminan trabajos de instalación.
- Simplificación de las fuentes de energía y reducción de la instalación. No son necesarias fuentes de alimentación diferentes o incrementar las propias del buque para el accionamiento del embrague y la bomba hidráulica.

La bomba hidráulica está accionada por el eje de entrada de potencia. Esto permite que el gobierno de la unidad sea siempre posible, con el motor principal funcionando, y que no afecte a su gobierno un fallo en la alimentación de corriente, por lo que se ofrece mayor seguridad en la operación del buque.

Las necesidades de alimentación eléctrica (500 W a 24 V CC) son mínimas no siendo necesaria la alimentación trifásica de 380 V a 50 Hz, motores eléctricos, arrancadores, instalación y canalizaciones correspondientes.

 Sistema de control y mando autopilot del tipo follow-up. El Aquapilot es la última generación desarrollada por Aquamaster para realizar tareas de gobierno y control, incluido el embrague/desembrague con una sola palanca.

La transmisión de la señal es óptica-digital, no ocurriendo distorsión al no existir partes en contacto o fricción.

Es un sistema inteligente, con autovigilancia y autodiagnosis, indicando en el visualizador, mediante texto, el funcionamiento del sistema. Se ha diseñado con los requisitos de SOLAS y las reglas de las Sociedades de Clasificación (ABS, DNV, LRS, etc.).

 Mayor seguridad y menor mantenimiento. Toda la unidad es de acero soldado, lo que permite un fácil mantenimiento. Al no haber muchos materiales diferentes se reduce el riesgo de corrosión electrolítica.

En el eje horizontal de la hélice, existen diferentes tipos de cierre, uno mediante casquillo de aleación especial con retenes y juntas tóricas, otro de laberinto mediante agua y entre ambos uno especial denominado "deep sea seal" que se realiza mediante aceite.

Montaje

El montaje de la unidad al casco del buque se realiza básicamente mediante una de las dos alternativas: *bottom well cover* o soldada directamente al casco.

En este último caso, las unidades Aquamaster tienen la ventaja de instalarse en dos partes: una montándose encima del casco (cuerpo superior e intermedio) y otra por debajo del casco (cuerpo inferior). La unión al casco se realiza soldando el conjunto cuerpo superior e intermedio al doble fondo en los extremos superior e inferior del mismo, quedando dicha zona estanca al agua. Con este montaje se obtienen las siguientes ventajas: menor dificultad y requerimiento de espacio para su instalación y desmontaje; mayor robustez del asiento; esfuerzos de menor magnitud, pues la transmisión de la fuerza de empuje al casco se divide al tener dos puntos de unión; y menor mantenimiento al ser dicha zona estanca y no existir pérdidas de flotabilidad en esta área del buque.

Su eje vertical de transmisión está dividido en dos partes, unidas mediante un acoplamiento, obteniéndose: mayor facilidad de montaje y desmontaje; mayor protección de los engranajes y elementos situados en el cuerpo superior, ya que esta disposición absorbería parte de los esfuerzos generados en el cuerpo inferior en caso de colisión con algún obstáculo sólido; en caso de necesidad de reparación del cuerpo inferior (hélice-tobera), sólo sería necesario desmontar ese cuerpo.

La tobera de Aquamaster es más corta y está situada más cerca del eje vertical lo que supone: menor par de giro y por tanto menor esfuerzo; menores vibraciones en la tobera; disposición de más espacio de separación entre ambas.

Seguridad progresiva

La ingeniería de Aquamaster se basa en el concepto de la seguridad progresiva (limitación del avance de la avería donde no peligra la integridad del casco y por tanto la del buque), aplicándolo de una manera global a todos los sistemas y componentes de sus equipos para garantizar al máximo la seguridad operativa de sus unidades propulsoras azimutales.

Es decir, el sistema es lo suficientemente robusto (sujeción al doble fondo a dos niveles), pero no tanto que pueda comprometer al buque en caso de impacto. Por esta razón, en caso de colisión con un obstáculo sólido, el avance de la avería se irá limitando escalonadamente a aquellos elementos o componentes (ejes con acoplamiento), de menor a mayor y dependiendo de la intensidad del impacto. En el peor de los casos, el cuerpo inferior del propulsor se partiría por la brida de unión, (llamada brida de corte de seguridad) asegurando la integridad del casco.

Debido también a este concepto, no se considera conveniente situar alrededor y por debajo de los propulsores estructuras metálicas robustas de protección, ya que podrían comprometer la seguridad del casco del buque.

Para más información: S.A. Sedni, Tfno: 96 598 21 93; Fax: 96 592 30 65, e-mail: sasedni@interbook.net



INGENIERIA NAVAL enero 2000

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS NAVALES Y OCEANICOS



FONDO EDITORIAL DE INGENIERIA NAVAL (F.E.I.N.)

LIBROS EDITADOS

OBRAS Y AUTORES

PTAS. • ALBUM DE DEFECTOS EN LINGOTES Y EN PRODUCTOS FORJADOS Y LAMINADOS.4.500,-Autores: Florencio Casuso y Antonio Merino. Fecha edición (1981) Autores: Roberto Faure Benito, Jaime Tamarit Rodriguez y Amable López Piñeiro. (1982) • CURSO DE DIBUJO TECNICO.4.500,-Autor: José Luís Hernanz Blanco. (1980) • DIRECCION DE LA FUNCIÓN INFORMÁTICA.1.000,-Autor: Guillermo Serrano de Entrambasaguas. (1978) • EL BUQUE DE GUERRA, COMO APLICACIÓN MÁS AVANZADA DE LA TECNOLOGÍA NAVAL5.000,-Autor: Enrique Casanova Rivas. (1996) • EL PROYECTO BÁSICO DEL BUQUE MERCANTE.8.000,-Autores: Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpiros Azpiroz y Manuel Meizoso Fernández. (1996) Autores: Luís Santos Rodriguez y José F. Núñez Basañez. (1994) LAS LÍNEAS REGULARES DE NAVEGACION Y SU INFLUENCIA EN LA BALANZA DE FLETES MARÍTIMOS DE ESPAÑA.1.600,-Autor: Joaquín Membrado Martínez. (1984) Autor: José Mª Sáez de Benito. (1983) • MATERIALES COMPUESTOS. TECNOLOGIA DE LOS PLASTICOS REFORZADOS.5.000,-Autor: José Luís González Díez. (1995) • NAVEGACIÓN FLUVIAL. POSIBILIDADES DE NAVEGACIÓN DE LA RED FLUVIAL Autores: José F. Núñez Basáñez y Amadeo García Gómez. (1981) • REPRESENTACIÓN DE CURVAS Y SUPERFICIES. GEOMETRÍA DESCRIPTIVA......5.000,-Autor: Víctor Villoria. (1992) Autor: José Luís González Díez. (1981) Autores: Luís Asenjo y Alvaro Zurita. (1990) • TRÁFICO MARÍTIMO.5.000,-Autor: Javier Pinacho. (1996) Autores: Gonzalo Pérez Gómez y Juan González-Adalid (1998) Autor: Alvaro Akerman Trecu (1999)

Acondicionador de Fuel CD92

Las mejoras introducidas por los fabricantes de motores marinos con el fin de obtener una mejora en el proceso de combustión son básicamente modificaciones sobre la geometría del motor (aumento de la razón de compresión, retardo a la inyección, etc.) Todas estas mejoras condicionan el fuel a utilizar pues, para que sean efectivas se le exige al combustible que cumpla esas "normas" del fabricante.

Los combustibles pesados corrientes son un conglomerado de varios componentes con diversa capacidad de combustión que han de ser tratados previamente de una forma extensiva para eliminar las partículas que perturban la combustión. Por tanto, es muy importante mejorar la calidad del fuel para conseguir un buen proceso de combustión, estabilizado y económico y que no produzca emanaciones.

Se precisan, pues, elementos mecánicos como separadores, filtros, calentadores y otros equipos. Sin embargo, estos equipos auxiliares sólo pueden influir sobre las partículas más grandes y pesadas pero no sobre el potencial de combustión.

El tamaño de las partículas después de un tratamiento previo varía desde 3 a 100 micras de diámetro aproximadamente. Esta diferencia de tamaño ocasiona una combustión incompleta, toda vez que las partículas se queman desde la superficie hasta el núcleo, con lo que algunas partículas no pueden quemarse por completo durante la fase de combustión y, en consecuencia, resulta una formación de hollín y carbonilla que dará lugar a diversas emanaciones así como a adherencias en la superficie de las cabezas de pistón, segmentos, camisas, válvulas, toberas, conductos de escape y turbosoplantes.

El acondicionador CD92tm es un dispositivo capaz de formar emulsiones más puras, incluso en mezclas de líquidos diferentes, especialmente en todos los casos de sistemas de quemado de combustible. Consiste básicamente en un estator ahusado y ranurado de través dentro del cual gira un rotor asimismo ahusado v similarmente ranurado a una velocidad de alrededor de 3.000 rpm. Debido a la escasa holgura en el diseño del ahusado del estator y rotor, el resquicio circular entre esas dos partes se reduce hasta un holgura mínima de 0,05 mm. Entre estas superficies ahusadas el medio está expuesto a fuerzas hidrodinámicas consistentes en cizallado, fricción, presión y fuerzas de aceleración máximas además de ondas de ultrasonido a frecuencia muy alta (en la gama de 5.000 hasta 7.000 Hz) sin contacto mecánico alguno entre las partes en funcionamiento, por lo que el sistema no está expuesto a desgaste mecánico. Gracias al perfil particular del dentado del homogeneizador, los residuos mecánicos permanecen inalterados. La energía motriz, que precisa el dispositivo, no se pierde del todo toda vez que el trabajo aportado se transforma en energía calorífica y, en consecuencia, aumenta la temperatura media de la mezcla.



De este modo, el acondicionador CD92tm crea de forma mecánica emulsiones estables y duraderas de agua en diesel. Estas emulsiones, además, son absolutamente homogéneas con una medida uniforme en las gotas de 2 micras. Las gotas consisten en unas partículas nucleicas de agua totalmente recubiertas por diesel oil, con lo que ahora el agua puede usarse como perfecto portador de oxigeno produciendo una elevada combustión casi exenta de emanaciones. El efecto de esta evaporación secundaria (microexplosión) para una combustión optimizada es bien conocida desde hace años.

Durante el proceso, cada gota normal se alarga por las fuerzas de aceleración, y una gota acelerada y alargada se dividirá por las fuerzas de cizalla, viéndose afectada de esta manera varias veces durante su trayecto por el CD92. Cada gota acelerada, alargada y afectada por ondas de ultrasonido, toma un movimiento giratorio y continua dividiéndose en cada tránsito por el CD92.

Ello hace que una gota normal de 70 μ de diámetro (con un volumen específico de unas $180.000~\mu^3$ y una superficie de $15.400~\mu^2$ aprox.) dé lugar a la formación de aproximadamente 12.960 gotas de tan sólo $3~\mu$ de diámetro ($14~\mu^3$ de volumen y $28~\mu^2$ de superficie). La superficie total de todas ellas resulta ser 23,5 veces superior a la de la gota inicial. Hay que mencionar que, de acuerdo con los resultados de análisis efectuados sobre diversos tipos de fuel, la estructura del fuel consiste en una mezcla de gotas/partículas de un tamaño de alrededor de 70 μ de diámetro y más del 90% del fuel contiene gotas/partículas de tamaño superior a las $20~\mu$.

Existen, no obstante, partículas indivisibles como catalizadores puros y partículas similares causantes en gran medida del desgaste de los motores por abrasión, que han de ser separaCommon droplet appr 20 microns

inserted caffine

3, accelerated droplet accelerated droplet heared

4, accelerated droplet accelerated droplet heared

Please accelerated droplet accelerated droplet accelerated by little sone ways

The sone ways

The sone ways

The sone ways accelerated droplet acceleration forces

The sone ways accelerated droplet accelerated droplet acceleration forces

The sone ways accelerated droplet acceleration forces

The sone ways accelerated droplet accelerated droplet acceleration forces

The sone ways accelerated droplet accelerated droplet acceleration forces

The sone ways accelerated droplet accelerated droplet accelerated droplet accelerated droplet accelerated droplet accelerated droplet acceleration forces

The sone ways accelerated droplet accelerated droplet acceleration forces

The sone ways accelerated droplet accelerated droplet acceleration forces

The sone ways accelerated droplet acceleration forces

The sone ways accelerated droplet acceleration forces

The sone ways accelerated droplet accelerated dro

das del fuel mediante un filtrado sencillo con malla inferior a 5 $\mu . \,$

En la figura adjunta se compara el sistema de producción de lodos de un sistema convencional (constituido por un tanque almacén de fuel, tanque de decantación, bomba de alimentación, filtro fino de 5 - 10 μ, columna de amortiguación, tanque de servicio, y tanque de lodos) con otro en el que se ha instalado un CD92tm (constituido por tanque almacén de fuel, tanque de decantación, filtro de 60 µ, acondicionador CD902tmS/SR-TC, depuradora, filtro de 6 - 10 μ, columna de amortiguación, tanque de servicio, filtro de 60 μ, calentador, acondicionador CD92tms/CI, filtro autolimpiante, desengrasador, tanque de lodos, caldera o incinerador y regenerador CD-WOR), con el que se consigue una reducción en la cantidad de lodos producidos del 75%.

Según la claúsula del 1%, reconocida en todos los puertos europeos y en la mayor parte del resto del mundo, todos los buque que queman fuel pesado producen una cantidad de residuos de, por lo menos, un 1% del consumo diario después de extraer las cantidades de agua suministradas durante la separación, siendo en los filtros de fuel donde mayormente se producen estas cantidades.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 49 49

La alta tecnología requiere SHELL





SHELL ESPAÑA, S.A.

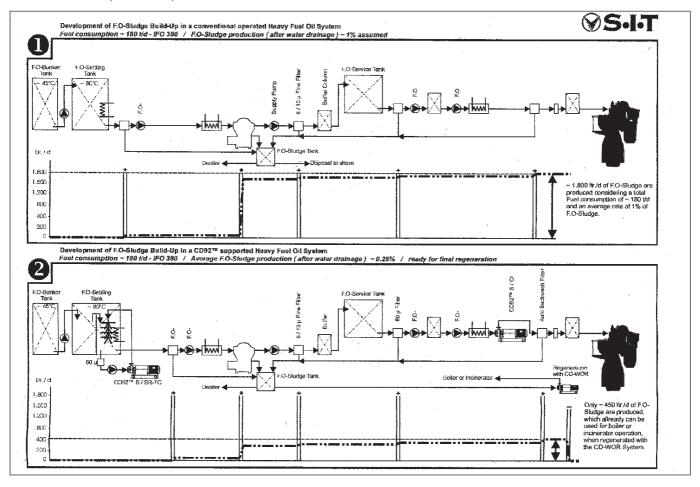
RIO BULLAQUE, 2 - 28034 MADRID Tel.: 91 537 01 00 (Centralita)

91 537 02 32 (Directo) 91 537 02 22 (Directo)

Telex: 27734 Shell E - Fax: 91 537 02 61

www.shell-marine.com Departamento de Marina Así, por ejemplo, en un buque con un sistema convencional que tenga un consumo diario de 180.000 litros se producirán 1.800 litros de lodos al día. En cambio, en un buque provisto del sistema CD92tm, se reduce la cantidad de lodos producidos alrededor de un 75%, lo que supone una producción de lodos, con el mismo consumo anterior, de 450 litros/día.

Considerando un coste de desembarco del lodo en puerto de 150 dólares/ton (en un análisis sobre más de 30 puertos se encontró que el coste medio variaba desde los 150 a 400 dólares/ton), resulta un coste anual de 94.500 dólares en el caso del sistema convencional frente a 23.625 dólares en el caso del sistema con el acondicionador CD92tm. Además, con el empleo adicional de un sistema CD-WOR, el lodo puede ser procesado y utilizado a bordo, por lo que puede reducirse aún más el coste del desembarco. Además, teniendo en cuenta la reducción de consumo de fuel (1.350 litros/día) a un precio medio de 110 dólares/ton y considerando 250 días de mar, el ahorro total asciende a 131.625 dólares al año.



CALIDAD EN LA PROPULSIÓN

50 años al servicio de nuestros clientes, son su mejor garantía.



Fundiciones ADRIO

Jacinto Benavante, 61• 36202 VIGO Tels. 986-23 36 02 / 23 56 33 Fax 986-20 42 48 http://www.Adrio.com • E-mail: info@adrio.com



Aplicaciones

- Grupos electrógenos y bombas
- Compresores
- Siderurgia
- Movimientos de materiales, (cintas trans.)
- Industria papelera y de pasta de papel
- Aplicaciones industriales generales

Ventajas

- Control de vibración torsional re
- Funcionamiento intrinsecamente segu
- Sin mantenimiento
- Backlash" cero.
- El más bajo coste de vida útil
- Capacidad de desalineamiento

CB

sin rival y la capacidad de durabilidad que su diseño ofrece a cada acoplamiento ce idealmente adecuado para propulsión marina, generación de energía y es de compresores de pistón, donde es esencial una larga vida útil, un ento seguro y un control de la vibración torsional resonante. Per máxima 5520 kNm.

ón marina electrógenos de alta potencia sores de pistones

Ventajas

- Control de vibración torsional resonante
- Funcionamiento intrinsecamente seguro contra fallos
- Larga vida útil
- Capacidad de desalineamiento
- "Backlash" cero.
- Protección contra cargas de choque severas



ACOPLAMIENTOS ALTAMENTE ELÁSTICOS



Tipo MSC

Este innovador acoplamiento ha sido diseñado para satisfacer a una amplia gama de a con motores diesel y compresores ofreciendo una baja rigidez y un control de vibración resonante con un funcionamiento intrínsecamente seguro contra fallos. Par máximo 37

Aplicaciones

- Propulsión marina
- Grupos electrógenos de alta potencia
- Compresores

Ventajas

- Baja rigidez lineal
- Funcionamiento intrinsecamente segu
- Control de vibración torsional re
- Capacidad para altas temperatu
 Capacidad de alto desalineamie
- Atenuación de ruidos
- Extracción radial de elementos d

KB

sido diseñado como un acoplamiento de montaje ciego y baja rigidez para notores diesel a equipos accionadas, en una amplia gama de aplicaciones. o 30 kNm.

ón marina electrógenos sores

Ventajas

- Exclusivo montaje ciego
- Control de vibración torsional resonante
- Baja rigidez lineal
- Atenuación de ruidos
 - "Backlash" cero.



Tipo LKS

El LKS ha sido diseñado como un acoplamiento de rigidez lineal baja para co maquinaria de pistones en una amplia gama de aplicaciones. Par máximo 13



Segunda Asamblea General del Foro Marítimo Vasco



El día 26 del pasado mes de noviembre se celebró la Segunda Asamblea General del Foro Marítimo Vasco en las instalaciones de la Feria de Muestras de Bilbao.

Durante la Asamblea el Viceconsejero de Industria, D. Iñaki Telletxea, manifestó que su Departamento denota un cambio de sensibilidad hacia el sector, con la consideración de sector Estratégico o Prioritario dentro del nuevo Plan de Política Interinstitucional 2000-2003 del citado Departamento.

Como consecuencia de la nueva sensibilidad

demostrada por parte de la Consejería de Industria, el Foro Marítimo Vasco considera necesario replantearse sus objetivos y definir de nuevo su Plan de Negocio para el periodo 2000-2003, en el que se recojan las siguientes líneas generales de acción:

- Formación.
- Desarrollo de medidas de promoción sectorial.
- Centro coordinador de reparaciones del puerto de Bilbao.
- Desarrollo de medidas Financiero Fiscales.
- Desarrollo de medidas tecnológicas.

Dentro de esta estrategia, el Foro plantea una importancia fundamental para las acciones de tipo tecnológico, que van encaminadas a lograr la mejora de la competitividad de sus empresas a través del desarrollo e implantación de acciones tecnológicas y que culminarán con la definición del *Plan de Estrategia Tecnológica del Foro*.

El Foro Marítimo Vasco ha asumido como estrategia de futuro para competir en el mercado internacional, que la Industria Marítima Vasca tiene que:

- Aumentar la productividad de manera exponencial.
- Dar al cliente, al armador, un protagonismo distinto, pero probablemente más profundo que el que ahora tiene.
- Aumentar el protagonismo de los trabajadores de las empresas del sector, mediante un sistema de pocos niveles jerárquicos y trabajo en equipo.
- Compartir diseños y proceso con los suministradores. Llevar a la práctica un nuevo criterio de continuidad del proceso productivo. Este proceso, incluso desde sus orígenes en el proyecto, no debe comenzar en el astillero constructor sino mucho antes en las ingenierías y en las factorías de los suministradores, que éstos podrán extender a sus propios suministradores.

Otorgamiento de avales para la adquisición de buques por 3.950 Mill. Pta

El Consejo de Ministros ha aprobado en su reunión del pasado 3 de diciembre el otorgamiento de avales del Estado por un importe global de 3.950 millones de pesetas destinados a operaciones de inversión destinadas a la adquisición de buques por empresas navieras domiciliadas en España.

Estas medidas, que son compatibles con el régimen de ayudas previsto por la Unión Europea, ayudarán a modernizar la flota mercante española.

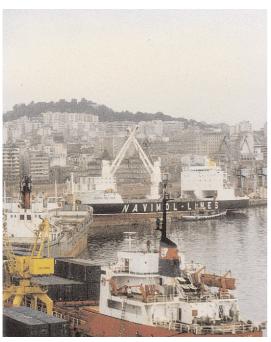
Se acordó conceder los siguientes avales:

- A la empresa naviera Murueta por 872 millones de ptas. La cuantía de la comisión a satisfacer por dicho aval se cifra en el 0,9% anual, a aplicar al total de su importe.
- A la empresa Europa Ferrys por 2.027 millones de ptas. La cuantía de la comisión a satisfacer por dicho aval se cifra en el 1,125% anual, a aplicar al total de su importe.
- A la empresa Naviera del Odiel Las Palmas por 1.051 millones de ptas. La cuantía de la comisión a satisfacer por dicho aval se cifra en el 0,9% anual, a aplicar al total de su importe.

La ley de Presupuestos Generales del Estado para 1999 establece un límite de 6.500 millones de ptas para garantizar operaciones de inversión destinadas a la adquisición de buques por empresas navieras domiciliadas en España.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 53 53

Resultados de las inspecciones realizadas en 1998 en buques en la región del Memorándum de París



Durante 1998 se realizó una campaña concentrada en el Código Internacional de Gestión de la Seguridad (Código ISM), la cual fue apoyada y propiciada por la Conferencia Ministerial Conjunta.

La campaña se inició el 1 de julio de 1998, fecha en la que los buques de pasaje, petroleros, quimiqueros, gaseros, graneleros, y buques de gran velocidad debían cumplir con dicho Código. Durante tres meses se eligieron 1.575 buques para ser inspeccionados, utilizándose para ello un cuestionario para comprobar las áreas más importantes. Un total de 81 buques fueron detenidos debido a importantes deficiencias, lo cual supuso un porcentaje de detenciones del 5,1%.

Tres buques fueron rechazados de la región del Memorándum de París por no disponer de documentación ISM. La categoría de buques en la que se detectó una mayor falta de cumplimiento fue la de los graneleros. De 722 graneleros, 58 fueron detenidos (un 8%) debido a fallos en el sistema de gestión de la seguridad.

De las banderas, Turquía mostró el mayor grado de incumplimiento, con un porcentaje de detenciones del 16%, seguida de San Vicente y Granadinas, Rusia, Bahamas, Chipre, Panamá y Filipinas, todas ellas por encima de la media del 5,1%.

Las áreas en las que se detectaron los mayores incumplimientos fueron: certificados, identificación de la persona designada, mantenimientos rutinarios y registros. En el año 2002, cuando todos los buques deban cumplir con

el Código ISM, se realizará una nueva campaña que incluya a todos los tipos de buques.

Durante el año 1998 se realizaron en la región del Memorándum de París 17.643 inspecciones sobre un total de 11.168 buques extranjeros de 106 Estados de bandera. El número de inspecciones es ligeramente superior a los últimos años (16.913 inspecciones en 1997, 16.070 en 1996 y 16.381 en 1995).

El número de buques inspeccionados muestra un incremento similar con respecto a esos últimos años, lo que demuestra el esfuerzo decidido de las autoridades Marítimas para mantener su compromiso de inspeccionar un porcentaje superior al 25% (un 25,6% en 1997, 24,5% en 1996 y 25,9% en 1995).

Este ligero ascenso de 1998 también indica que a pesar del hecho de que los Estados miembros del Memorándum

de París han mejorado su sistema de selección de buques subestándar, se hizo un esfuerzo extra para incrementar el número de inspecciones.

El número de deficiencias registradas en las inspecciones realizadas a lo largo del año 1998 en la región del Memorándum de París fue de 57.831, que supone un incremento de un 8% con respecto a 1997. Areas de seguridad tales como dispositivos de salvamento, equipos de contraincendios, seguridad general y navegación todavía cuentan como el 56% del total de las deficiencias.

Un hecho importante lo constituye el incremento en el número de deficiencias de tipo operativo con un 73% por encima del año 1996. Las deficiencias operativas SOLAS han incrementado un 50%, desde 561 hasta 831. Incluso más alarmante resulta el número de deficiencias operativas en el ámbito MARPOL, que se incrementaron en un 135%, desde 232 hasta 546. De éstas, las más importantes infracciones las constituyen las que afectan a la gestión de basuras a bordo, las cuales han contribuido en un 220%. Si la tripulación no es capaz de realizar funciones rutinarias y de emergencia adecuadamente, esto podría resultar en amenazas serias para la seguridad o para el entorno marino.

Una nueva área de deficiencias es la relativa al Código Internacional de Gestión de la Seguridad de los buques, habiéndose detectado 373 deficiencias, incluyendo las detectadas a lo largo de la campaña de inspección concentrada.

El número de buques detenidos debido a deficiencias graves fue en 1998 de 1.598. Desde el año 1995 el porcentaje total de detenciones ha descendido desde el 17,4% hasta el 14,3%, en términos del número de buques individuales. Las medidas eficaces tomadas para seleccionar buques subestándar y el esfuerzo realizado para armonizar acciones, hacen que cada vez sea más difícil que operen en la región del Memorándum de París armadores sin escrúpulos.

No obstante, resulta preocupante el hecho de que los Estados que figuran en la lista de las banderas cuyos porcentajes de buques detenidos exceden la media de los tres últimos años sean, con muy ligeras deficiencias, siempre los mismos. Los siguientes siete Estados se han mantenido en esa lista dentro de los diez primeros, en tres listas consecutivas: Belice, Honduras, Líbano, Marruecos, Rumanía, Siria y Turquía.

En el ámbito del Memorándum de París se continuará poniendo el esfuerzo en los buques que enarbolen banderas de tales Estados y el número de tales detenciones permanecerá como un criterio de selección importante a los efectos de tales inspecciones.

Las detenciones por tipos de buques todavía registran que los buques de carga seca y graneleros constituyen el 75% de dichas detenciones. Se ha apreciado una tendencia positiva en graneleros, buques de carga seca, buques de pasaje, buques frigoríficos y petroleros. Por el contrario, el incremento en el número de detenciones de quimiqueros y gaseros constituye un motivo de preocupación por la posibilidad de que buques más viejos puedan comenzar a operar en los límites de seguridad.

La relación de deficiencias/inspección para 1998 es de 3,28, frente a 3,17 deficiencias/inspección en 1997, 3,36 en 1996 y 3,32 en 1995.

En relación con el número de buques inspeccionados, la relación deficiencias/buque fue de 5,17 (4,97 en 1997, 5,26 en 1996 y 5,15 en 1995). No obstante, esas cifras incluyen buques e inspecciones en las cuales no se detectaron deficiencias. Teniendo en cuenta que se detectaron deficiencias en 9.677 inspecciones, es decir en el 54,85% de las inspecciones, la media de deficiencias por inspección fue de 5,98 (6,02 en 1997, 6,23 en 1996, y 6,36 en 1995).

Durante el año 1998 fueron rechazados de la región del Memorándum de París un total de 17 buques, por no haberse presentado en el astillero de reparación acordado (4 casos), por haberse fugado de una detención (7 casos) o por no encontrarse debidamente certificados de acuerdo con el Código Internacional de Gestión de la Seguridad (Código ISM). A finales del año se les había levantado el rechazo a 7 de ellos.

54 54 INGENIERIA NAVAL enero 2000







Productos de calidad homologados en todo el mundo



Servicio técnico rápido y experto



Suministros seguros y en su momento



Procedimientos sencillos para nuestros clientes

EN BP MARINE ESTAMOS CONSTANTEMENTE ANALIZANDO LA SALUD DE LOS BARCOS DE NUESTROS CLIENTES

BP Oil España, S.A. BP MARINE

P° de la Castellana, 60 - 5° planta 28046 Madrid

Combustibles: Telfs: (91) 590 32 75 - 590 32 76 • Fax: (91) 590 32 85

Lubricantes: Telfs: (91) 590 32 77 - 590 32 78 • Fax: (91) 590 32 84

Internet: www.bp.com/bpmarine



Capturas de pesca autorizadas a España para el año 2000



El acuerdo en el reparto de las cuotas pesqueras alcanzado en Bruselas por los ministros de Pesca de la Unión Europea implica un recorte para la flota española del 12,81%.

A pesar de que el recorte de la pesca no es tan escandaloso como se podía temer ante la propuesta inicial presentada por la Comisión Europea, lo cierto es que la reducción en el esfuerzo pesquero será importante y, en términos generales, alcanza el 12,81%. Esta cifra podría caer hasta el 4% si finalmente el Gobierno logra que la reducción para la pesquería de la anchoa se sitúe en el 7%. En este caso específico, el acuerdo alcanzado por los Quince - por el que se asigna a los pescadores españoles una cuota de anchoa en aguas del golfo de Vizcaya de 14.400 toneladas -, cubre únicamente el primer semestre del 2000. El resto de la cuota para esta especie está por negociar y queda pendiente de los resultados de los co-

rrespondientes análisis científicos. Para la anchoa, Bruselas proponía una cuota para todo el año de 4.500 toneladas, es decir un recorte del 87%.

De las 18 especies cuya captura está regulada por la legislación comunitaria, diez sufren recortes que van desde un 2%, como es el caso del pez espada, hasta un 20% en la pesquería de la gallineta. Las cuotas de bacalao, gallo, merluza, rape y cigala han sufrido reducciones que se sitúan entre el 19% y el 13%.

En cuanto a los incrementos destaca el 15% acordado para el atún rojo - que pasa de 5.555 toneladas a 6.365 -, y el 12% de la cuota de caballa que pasa de 28.870 a 32.330 toneladas.

El total de la cuota asignada a España como resultado del acuerdo alcanza las 264.634 toneladas, es decir, 34.006 toneladas menos que las logradas en la anterior negociación. Esta reducción del 12,81% podría ser inferior dependiendo de si la cuota de la anchoa aumenta hasta un total de 33.850 toneladas, 2.340 menos que en la campaña anterior. En el caso que se consiga el aumento de la cuota de la anchoa, las capturas asignadas para España para el año 2.000 alcanzarían las 286.134 toneladas, un 4% menos que en 1999.

	Principales captui	ras autorizadas a Esp	oaña
Especie	Cuota 2000	Cuota 1999	Variación en %
Anchoa	(*) 14.400	35.920	- 59,91
Bacalao	8.840	10.888	- 19
Gallo	11.700	14.250	- 18
Merluza	17.340	21.210	- 18
Rape	7.820	9.550	- 18
Cigala	2.795	3.195	- 13
Atún rojo	6.365	5.555	+ 15
Caballa	32.330	28.870	+ 12
Fletán negro	9.593	9.042	+6
Bacaladilla	75.730	74.000	+2
Lenguado	770	765	+ 1
(*) Esta cuota cubre	únicamente el primer seme	estre del 2000	

Según ha informado el ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, Jesús Posadas, el acuerdo es satisfactorio para los intereses de la flota española, ya que se ha podido evitar el recorte global del 40% que proponía inicialmente el comisario de Pesca, Franz Fischler.

Catorce empresas gaditanas forman un consorcio de industrias auxiliares del sector naval

Catorce empresas gaditanas se han unido en el primer "cluster" andaluz de industrias auxiliares del sector naval. Bajo el nombre de "Andalucía Industrial y Tecnológica" este consorcio, en el que también participan las entidades Unicaja y Caja San Fernando, nace con el objetivo de diversificar las actividades de sus participantes y facilitar su acceso a concursos internacionales.

Este proyecto, impulsado por la Junta de Andalucía, se ha puesto en marcha para hacer frente a la difícil situación que atraviesa el sector naval español y, en concreto, el Grupo Astilleros Españoles, para el que trabajan casi en exclusividad las empresas gaditanas que se han unido en el consorcio.

El director general de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía, Francisco Mencía, explicó que el Gobierno andaluz ha tratado de promover una especie de cluster empresarial dentro del sector naval. Por ello, se ha creado una sociedad anónima, cuya constitución legal ya se ha hecho efectiva.

La Junta de Andalucía no presta apoyo financiero en el proyecto, y su participación se ha limitado a aportar la idea y a impulsar su puesta en marcha. No obstante, el Gobierno andaluz jugará un papel fundamental en el futuro del proyecto, ya que presentará las garantías para favorecer su participación en concursos nacionales e internacionales, labor que ejercerá a través de PYMAR.

El consorcio lo integran catorce empresas de distintos ámbitos de la ingeniería naval que "por separado no podrían acceder a proyectos de construcción de barcos o de parte de ellos". El capital social con el que ha nacido esta empresa no es significativo, aunque está previsto que en breve se realice una ampliación y se incorporen nuevos socios.

56 56 INGENIERIA NAVAL enero 2000

Trasmediterránea ganó 14,4 millones de euros en 1999

Trasmediterránea ha obtenido durante 1999 unos beneficios netos de 14,4 millones de euros (2.390 millones de pesetas), que representa un 45 % más que el obtenido en el año anterior. Estos resultados fueron hechos públicos por el subsecretario del Ministerio de Economía, D. Fernando Díez Moreno, durante su comparecencia en la

Comisión de Economía del Congreso de los Diputados.

La facturación de Trasmediterránea por pasaje, vehículos y carga, sus tres principales líneas de negocio, aumentó durante este período un 1,5%, alcanzando la cifra de 256.5 millones de euros

(42.586 millones de pesetas). Sin embargo, durante este período, la liberalización del mercado de transporte marítimo, donde Trasmediterránea actuaba sin competencia, han hecho bajar sobre todo las ventas en las divisiones del transporte de vehículos y en particular en la de pasajeros que ha caído alrededor de un 7%.

Medidas de apoyo a la inversión en buques

La Ley 54/1999, de 29 de diciembre de 1999, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2000, y la Ley 55/1999, de 29 de diciembre de 19999, de Medidas fiscales, administrativas y de orden social, publicadas ambas en el Boletín Oficial del Estado nº 312 de 30 de diciembre de 1999, repiten para el año 2000 las medidas de ayuda a la inversión en buques, si bien mejorando la Ley 55/1999, en lo concerniente a los incentivos fiscales, al eliminar la exigencia de que la construcción o mejora se realice en la Unión Europea y, co-

mo consecuencia de ello, haciendo compatibles estos incentivos fiscales con las primas de funcionamiento a que se refería inicialmente el Real Decreto 442/1994 y, posteriormente, el Real Decreto 2600/1998, de 4 de diciembre de 1998, BOE nº 301 del 17 de diciembre de 1998.

La Ley 54/1999 repite la línea de avales del Estado iniciada en 1997 con una dotación, para el año 2000, de 6.500 millones de pesetas en las mismas condiciones e importe que la línea existente en 1999 y con cargo a la cual se solicitaron el pasado año cuatro avales por una cifra de 3.950 millones de pesetas. Según informaciones recogidas en la Dirección General de la Marina Mercante, existe la intención, con el fin de dar un mayor plazo para la presentación de solicitudes de aval, de publicar una Orden Ministerial abierta que establezca el procedimiento a seguir en tanto y cuanto exista dotación presupuestaria para la línea de avales, lo que se prevé ocurra también en los años próximos.

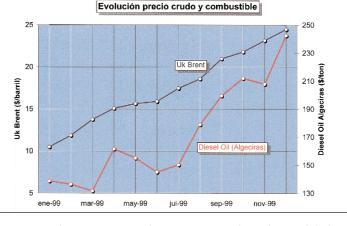
El precio de los combustibles incrementa significativamente los costes operativos de las navieras

Como se conoce, el precio de los combustibles ha aumentado de forma espectacular en el transcurso del pasado año. Así a finales del año el precio spot del crudo estaba en torno a los 25 \$/barril (UK Brent), mientras que un año antes estaba en los 10,5 \$/barril, lo que supone un incremento superior al 130 por ciento. El combustible es una componente muy importante de los costes operativos de las empresas navieras.

No obstante, su importancia relativa varía de forma muy considerable según el tipo de buque y de operación, siendo mucho mayor en los buques de alta velocidad. En el caso de petroleros y graneleros, el coste de combustible a principios de 1999 suponía entre un 25 y un 35% de los costes de operacción del buque, mientras que a finales de dicho año esta cifra oscilaba entre un 40 y un 50%.

Lo anterior ha dado lugar a un incremento de los costes operativos superiores al 25% en la práctica totalidad de los buques y que alcanza cifras por encima del 40% en los portacontenedores y embarcaciones de alta velocidad. Obviamente, sería sumamente difícil que las navieras pudieran absorber estos fuertes incrementos que están afectando de manera muy importante a sus cuentas de resultados.

Resulta, por consiguiente, muy probable que muchas empresas navieras, al igual que ya han venido anunciando los transportistas terrestres y la gran mayoría de las conferencias de fletes, se vean obligadas a ajustar sus tarifas para absorber estas importantes subidas de sus costes de operación.



Las empresas navieras en general, y en particular las de línea regular, consideran este ajuste inevitable para poder mantener la calidad de sus servicios regulares, en beneficio del cliente y del mercado. Los usuarios, por su parte, no deberían ver esta posible subida como una mejora de los beneficios de las navieras, sino como un fuerte reflejo de los fuertes incrementos que han tenido lugar en el coste de prestación del servicio. Algunas navieras, dada la estabilidad que han presentado los precios de los combustibles en la última década, en lugar de incrementar sus tarifas para ajus-

tarlas a sus costes reales en la actualidad, están considerando la posibilidad de introducir un recargo por coste de combustible ya existente en algunas tarifas de líneas regulares (Bunker Adjustment Factor).

Este sistema daría lugar a una mayor transparencia de las tarifas, con la ventaja para los clientes de que permite su rápido reajuste en el futuro, en función de la evolución de los precios y, lo que es aún más importante, evitaría el temor de los usuarios a una subida permanente.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 57 57



separated

from

tranquility

Great Separators

C-Generation

The most ecologically advanced separators in the world.

8,000 - 16,000 hour maintenance intervals.

Dramatically increased flow rates.

Lowest life-cycle and capital costs.

GEA

Westfalia Separator Mineraloil Systems GmbH

Leading Technologies. Individual Solutions.

Westfalia Separator Mineraloil Systems GmbH Werner-Habig-Straße 1 D-59302 Oelde, Germany Tel: +49 (0) 25 22/77-0 Fax: +49 (0) 25 22/77-23 94 www.westfalia-separator.com

Westfalia Separator Ibérica, S.A.

Avda. de Sant Julià, 147-157 Apto. Correos, 187 08400 GRANOLLERS (Barcelona) Teléf.: 93 861 71 04 Telefax: 93 849 44 47

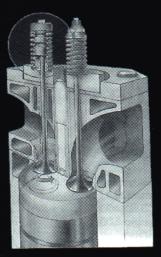


OTC-2

MÄRKISCHES WERK, HALVER



- Líder mundial en la fabricación de componentes para motores Diesel y de Gas
- 50 años de experiencia garantizan su fiabilidad
- Con más de 250 Tipos diferentes de Motores en su programa de fabricación



- Dispositivos de giro de válvulas
- Guías de válvulas
- Conos de válvulas
- Asientos de válvulas
- Cajas de válvulas nuevas o reacondicionadas



Agente para España de Märkisches Werk C/ Ramón Fort, 8, bloque 3 - 1°A - 28033 Madrid (Spain) Tel.: + 34 91 768 03 95 - Fax: + 34 91 768 03 96 Móvil: 609 650 821 E-mail: cascos@retemail.es



REPUESTOS



Suministros Industriales y Navales PÉREZ GALIANA, S.A. Montserrat, 7 -08340 VILASSAR DE MAR (Barcelona) SPAIN Teléfono (3) 759 14 00 - Telex 57589 SIRLA E - Fax (3) 759 04 08

REPUESTOS
PARA CUALQUIER MAQUINARIA
Y SIEMPRE A TIEMPO



Reestructuración de las Reglas del ABS para buques de acero



La sociedad de clasificación ABS ha llevado a cabo la redefinición de las *Reglas para la Construcción y Clasificación de Buques de Acero del 2000*, que son el resultado final de un proceso de investigación y están organizadas de forma que permiten encontrar la información específica en cada caso de un modo mucho más sencillo e intuitivo. La nueva reglamentación, distribuida en diciembre del pasado año y que ha entrado en vigor en enero de este año, incorpora facilidades de búsqueda de temas y multitud de referencias cruzadas. Los

términos también han sufrido una redefinición para hacerlos más claros (menos sujetos a interpretaciones). El texto en sí se ha redactado de un modo menos ecléctico, readaptándolo y, aunque resulta un volumen mayor, es mucho más fácil de leer.

Las "Reglas 2000" aparecen en 9 volúmenes (e incluyen un CD-ROM con toda la información) y una sección de Notas e Información General que contiene un esquema comparativo para ayudar a todas aquellas personas ya familiarizadas con las reglas de ABS a encontrar la información que precisen rápidamente.

Hay que destacar el esfuerzo de clarificación realizado en la parte 4 de dichas Reglas, relativa a Maquinaria y Sistemas del Buque, y que cubre los aspectos de máquinas motrices en general, proulsión y sistemas de maniobra, calderas y sistemas de presión, sistemas eléctricos, disposición de tuberías, sistemas de contraincendios y automatización. A diferencia de las anteriores ediciones, las nuevas Reglas de Maquinaria se han organizado de forma que sean más fáciles de consultar, para lo que se ha distribuido la in-

formación a dos niveles: en el primero de ellos se detallan definiciones comunes aplicables a buques de cualquier tipo, mientras que en el segundo se describen las especificaciones de maquinaria para buques especializados según se trate de petroleros, portacontenedores, graneleros o ro-ros.

Se han realizado asimismo algunos cambios como, por ejemplo, en los engranajes de la propulsión donde se han modificado los requisitos para adaptarlos al criterio de ISO.

Versión 6.0 del sistema SafeHull de ABS



En diciembre del pasado año se ha distribuido en todo el mundo la versión 6.0 del sistema de evaluación del diseño del casco, SafeHull. Incluye las "Reglas para la Construcción y Clasificación de Buques de acero" del 2000 y, en respuesta a las necesidades de los usuarios, tiene varios aspectos nuevos que expanden sustancialmente las herramientas de diseño.

Una de estas nuevas herramientas es un módulo denominado ABS SafeHull Builder, que

es un generador de Modelo de Elementos Finitos (FEM), que crea automáticamente un modelo en 3D del buque y que incluye detalles tan complejos como los mamparos corrugados en un granelero, una vez que se ha introducido la información sobre escantillo-

SafeHull Builder tiene también una característica opcional que reevalúa automáticamente el modelo 3D a fin de realizar la comprobación del criterio, incrementa el espesor local si fuera necesario y reevalúa los resultados, mientras que hasta ahora este proceso iterativo se realizaba manualmente.

Además, el SafeHull 6.0 incluye un interface que hace posible la muy rápida resolución de modelos FEM, mediante el software MSC/NASTRAN. Estos programas, que lógicamente no se incluyen con el SafeHull, son ampliamente utilizados en numerosos astilleros y oficinas técnicas. Los diseñadores que prefieran el Gifts (como alternativa del NASTRAN), también pueden usarlo con el SafeHull.

Otras mejoras que incluye la versión 6.0 son un interface que transfiere los datos y dibujos de AutoCad a SafeHull (en la fase A para realizar un escantillonado inicial), un proceso automático que analiza la interconexión entre los tanques de lastre altos y bajos en los graneleros y un modelo FEM completo para buques portacontenedores.

Por otra parte, el ABS ha elaborado unos comentarios al Criterio SafeHull Load para Estructuras de Petroleros, que contempla en más detalle uno de los aspectos más sofisticados del diseño ABS SafeHull, la base técnica para las fórmulas de las cargas y presiones usadas en el diseño estructural de petroleros.

Los comentarios ahondan en las fórmulas y coeficientes que constituyen el razonamiento que hay detrás de los escantillones del ABS y se consideran que serán de especial interés para los diseñadores que intenten comprender mejor las relaciones entre sus propios parámetros de diseño y las cargas del SafeHull

INGENIERIA NAVAL enero 2000 59 **59**

Buque de reserva UT719-R de Ulstein Ship Technoploggy



Ulstein Ship Technology ha efectuado el diseño de un buque standby offshore, conocido como UT719-R, en estrecha colaboración con la compañía noruega Havila Supply, para la que se construirán dos unidades, con opción a una tercera, que serán fletadas a la compañía Shell del Reino Unido, para proporcionar cobertura standby en el sector británico del Mar del Norte. Los buques se construirán por el astillero Kleven, con fechas de entrega prevvistas para noviembre de este año y marzo del 2001.

El UT719-R aprovecha la experiencia de Ulstein en el mercado de buques de apoyo y suministro offshore. Hasta la fecha han sido construidos 315 buques offshore con diseño UT, tanto por el Grupo Ulstein como bajo licencia en otros astilleros noruegos y de otras partes del mundo: Reino Unido, India, Malta, Japón, Corea, Canadá, Brasil, Dinamarca, Francia, Italia y Alemania.

Con una eslora de 66 metros y una manga de 15 metros, el barco es más grande que el UT704 y algo más pequeño que el UT712, pero incluye muchos de los aspectos probados de estos diseños satisfactorios. Introducido en los años 70, el buque de suministro/remolcador/manejo de anclas (AHTS) UT704 colocó a Ulstein al frente del mercado mundial de buques de apoyo offshore, habiéndose construido hasta la fecha 91 buques de este tipo. Cuando se introdujo el UT712 en 1986 se estableció un nuevo estándar offshore en términos de comportamiento en la mar y características de movimientos, al mismo

tiempo que presentaba un área de $540~{\rm m}^2$ de la cubierta de trabajo y una capacidad de carga de 1.250 toneladas.

Como buque de reserva, es importante que el UT719-R tenga un óptimo comportamiento en la mar pero que también cumpla los requisitos de espacio de cubierta y capacidad especificados por la empresa Havilla. Según el director comercial de Ulstein Ship Technology, "el diseño resultante tiene el tamaño correcto para la misión a realizar con una disposición que lo hace barato cuando se compara con las capacidades que ofrece".

Tiene un peso muerto de 1.400 tons de las que 400 tons pueden transportarse en la cubierta de carga, que tiene un área de trabajo de 350 m². Dispone de capacidades de tanques para 500 m³ de agua de lastre o agua de perforación, 350 m³ de agua dulce, y 420 m³ de fuel oil

El paquete de propulsión es distinto de la disposición estándar UT con dos motores diesel accionando líneas de ejes tradicionales y hélices de paso controlable. La especificación requería un alto grado de maniobrabilidad y para satisfacer este requisito Ulstein Ship Technology ha incorporado, en lugar de las líneas de ejes, dos hélices azimutales Ulstein Aquamaster de 2.400 mm de diámetro girando a 200 rpm. Las hélices están accionadas por motores Ulstein Bergen KRMB-9 de 2.025 kW a 825 rpm y proporcionan un empuje de 60 toneladas, permitiendo que el buque alcance una velocidad de 14 nudos al 90

po ciento de la potencia MCR.

Además de un hélice transversal de maniobra Kamewa Ulstein, de 1.580 mm de diámetro, accionada por un motor eléctrico de 515 kW, el UT719-R dispone en proa de una hélice de maniobra Ulstein Aquamaster TCNS 73/50-180 de 1.800 mm de diámetro, que está accionada por un motor diesel de 735 kW que funciona a 900 ó 1.200 rpm v que también acciona una alternador de cola de 240-300 KVA a 50 - 60 Hz, respectivamente.

El paquete hélice de maniobra/alternador proporcionará un consumo de combustible muy bajo cuando el barco esté en reserva. En este modo, aunque dependiendo de

las condiciones del mar, los motores propulsores y generadores principales estarán parados, y las necesidades de energía eléctrica y de propulsión del buque serán proporcionadas por el paquete hélice de maniobra/alternador.

Para cumplir la estrategia de que el consumo de combustible se mínimo, la energía eléctrica es proporcionada por:

- Un alternador de cola accionado desde el extremo frontal del motor de estribor, que proporciona una potencia de 380 - 450 kW, 50 - 60 Hz, cuando funciona a 1.500 - 1.800 rpm
- Un grupo electrógeno de 300 KVA/450 V/60 Hz, a 1.800 rpm.

Un aspecto característico del diseño de este barco es una pareja de "embarcaciones hijas" transportadas en pescantes, de 11 metros de eslora, que mejoran significativamente las capacidades del ÚT719-R para proporcionar cobertura de seguridad para dos instalaciones offshore adicionales. El buque UT719-R actuará como reserva de seguridad en el caso de mar dura pero cuando las condiciones lo permitan se pueden lanzar las dos "embarcaciones hijas" y proporcionar cobertura adicional a otras estructuras offshore y buques que operen en las cercanías. Además de las dos embarcaciones citadas, el UT719-R dispone a bordo de dos embarcaciones de rescate de 7,5 m de eslora que mejoran aún más las capacidades de cobertura de seguridad.

60 60 INGENIERIA NAVAL enero 2000

Conclusiones oficiales del Congreso Nacional del Derecho Marítimo

En el Número 765 (noviembre - 99) de Ingeniería Naval se daba información sobre la celebración del Congreso Nacional de Derecho Marítimo que, organizado por la Asociación Española de Derecho Marítimo (AEDM), había tenido lugar durante los días 18 al 22 de ocubre-99.

A continuación se publican las conclusiones oficiales de dicho Congreso:

El estatuto del buque

- Regulación clara de las competencias de los Registros y acabar con los problemas de dualidad. Atención al registro de buques en el Registro de Propiedad Mobiliaria.
- Ratificación del Convenio de Ginebra de Privilegios e Hipotecas de 1993. Descargar al Registro Administrativo de funciones jurídicas, propias del Registro Mercantil.
- Estudio de la conveniencia de ratificación del Convenio de Ginebra sobre Embargo Preventivo de Buques de 1999, atendiendo a su eventual aceptación internacional y por motivos de conjunción con el de Privilegios e Hipotecas de 1993.

El comerciante marítimo

- Nueva y moderna regulación del Naviero (incluyendo la publicidad registral), Propietario/Gestor en la Ley de Navegación a fin de superar la actual confusión sobre estas figuras.
- Modernización de la figura del Capitán (menos funciones comerciales y más técnicas y de seguridad). Regulación del valor jurídico y probatorio de los libros de a bordo.

Fletamento y transporte marítimo

- Categorización correcta de los contratos de explotación de buque: arrendamiento / fletamento / remolque y pasaje. Atención a otras realidades de fletamento presentes en el mercado.
- Regulación urgente e individualizada del Transporte Multimodal.
- Regulación urgente y delimitada de la responsabilidad del transitario y otros intermediarios que intervienen en la cadena de transporte.
- Tratamiento regulatorio moderno de los nuevos documentos de transporte no negociables y de la contratación electrónica.
- Adopción del régimen jurídico de la responsabilidad del porteador marítimo previsto en las Reglas de Hamburgo.
- Regulación del remolque basada en el principio de la mínima injerencia en la autonomía

de la voluntad, distinguiendo entre remolque transporte y remolque maniobra.

 - La regulación del contrato de pasaje debería seguir el modelo uniforme del Convenio de Atenas de 1974 y sus futuras modificaciones; no obstante, deberá valorarse su idoneidad para regir los supuestos internos teniendo en cuenta que la vigente regulación del consumidor podrá resultar más tuitiva para los pasaieros.

Los accidentes de la navegación

- Modificación del régimen de responsabilidad sin culpa que sigue el Código de Comercio y adopción del principio de culpa probada establecido por el Convenio de Bruselas de 1910. Se ha valorado el principio de solidaridad del Código de Comercio, si bien se hace necesario graduar las responsabilidades según el Convenio de Bruselas de 1910.
- Regulación del salvamento según el régimen del Convenio de Londres de 1989 y ratificación inminente del mismo por nuestro país.
- Apoyo al proyecto de Convenio de UNESCO sobre patrimonio cultural sumergido para un régimen regulatorio de propiedad de los bienes hundidos en alta mar (fuera del mar territorial). Se haría necesario que España haga uso de la reserva a la hora de ratificar el Convenio de Londres de 1989 sobre salvamento en relación con su patrimonio cultural sumergido.

Los puertos y la marina mercante

- Regulación moderna del Consignatario de buques y de su régimen de responsabilidad como agente del Naviero en la Ley General de Navegación, despejando toda posible duda sobre su actuación administrativa y mercantil
- Regulación de la responsabilidad de operadores de terminales portuarias en la Ley General de Navegación con los criterios de las Reglas de Hamburgo.
- Regulación del régimen de responsabilidad de las empresas de carga y descarga en la Ley General de Navegación.
- Favorecer la creación de Tribunales Marítimos especializados o bien de asesores, náuticos para los Juzgados Ordinarios con el fin de evitar el vacío que ha de producir la previsible desaparición de la jurisdicción especial de salvamento.
- Fomentar el desarrollo de la regulación portuaria en sus aspectos de Derecho Privado y de Derecho de la Competencia.
- En relación con la ordenación de líneas regulares existe una excesiva dispersión normati-

va, y se hace necesario un nuevo cuerpo legal que las recoja, prestando especial atención a aspectos económicos-públicos como son los consorcios, el transporte multimodal, las conferencias de fletes y el fletamento de espacio.

La responsabilidad marítima

- Necesaria e inmediata derogación de los preceptos del Código de Comercio sobre esta materia en aras a la necesaria uniformidad internacional. El Convenio de Londres de 1976 debe presidir toda regulación sin que la limitación quede necesariamente condicionada a la constitución de un fondo. La limitación de responsabilidad debe estar prevista en todos los procedimientos incluso en los penales
- Denuncia inmediata de los Convenios de 1924 y 1957 sobre limitación de responsabilidad.
- Regulación procesal en régimen concursal del fondo de limitación. Unificar las reglas de procedimiento para CLC 69, SNP 96 y otros Convenios internacionales de limitación de responsabilidad.

Seguridad marítima y medio am-

- Continuar la actualización permanente de SE-VIMAR y MARPOL bajo los auspicios de la OMI.
- Deberá profundizarse en toda la actividad de control de los buques por el Estado del puerto, prestando atención al cumplimiento de STCW 95 y la normativa comunitaria.
- En una futura regulación deberán contemplarse los principios de seguridad en materia de navegación y de defensa del medio ambiente, especificándose derechos y obligaciones del Estado de pabellón, Estado del puerto y Estado ribereño.
- Regulación de las Sociedades de Clasificación de buques, y de su régimen de responsabilidad en la Ley General de Navegación, valorando los trabajos del CMI en la materia.

Los seguros marítimos

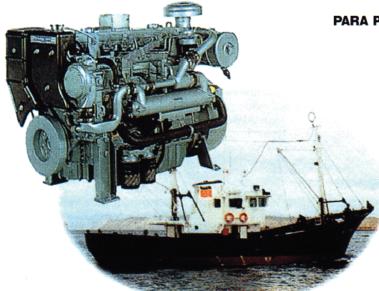
- Apoyar el presente anteproyecto de la Ley de Seguros Marítimos, con una puesta al día del mismo, impulsando una rápida entrada en vigor de sus normas.
- Atención especial a la labor del CMI en la elaboración de reglas uniformes internacionales en materia de seguros marítimos.
- Necesidad de restringir la Avería Gruesa en torno al objetivo de la seguridad común en tiempo de peligro, pero sin contemplar la abolición de esta institución.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 61 61

SPERMINS SABRE

MOTORES MARINOS

PARA PESCA Y EMBARCACIONES COMERCIALES



- Bajo consumo
- Bajas revoluciones
- Bajo mantenimiento
- Propulsores de 65 a 700 hp
- Auxiliares de 40 a 146 KW
- 4.000 puntos de asistencia en 160 países
- 22 puntos de asistencia en España

CALFA ENERGIA MODIPESA

C/ Príncipe de Vergara, 86 - 28006 MADRID Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72 - Fax: 91 562 14 48 e-mail: alfaenergia@nexo.es

Servicio Repuestos. Tel.: 91 677 70 28 / 677 20 13 • Fax: 91 677 17 71

SINTEMAR

SISTEMAS INDUSTRIALES & NAVALES



Resinas para anclaje de todo tipo de maquinaria naval y terrestre, motores, reductores, servomotores, molinetes, bocinas arbotantes, grúas compresores, etc.



Cojinetes sintéticos "Feroform" autolubricados, para aplicaciones en bocinas, arbotantes, bombas, etc... Piezas especiales en carburo de silíceo para caras de cierres mecánicos



Resinas epoxi para mantenimiento y protección de máquinas y estructuras. Amplia gama de productos con o sin carga metálica resistentes a la abrasión y a la corrosión.



Forros de bandas de frenos para toda clase de maquinaria de cubierta y grúas. Posibilidad de fabricar medidas especiales para casos concretos. Material homologado según Normas BS5750 e ISO9002.



Cojinetes Iubricados por agua para bocinas arbotantes y bombas. Interior de goma Dupont con estrias y con envolvente dede bronce, latón, acero inoxidable o fenólico.



Máquinas portátiles y fijas para el sistema de limpieza de tanques, mangueras y accesorios.

Edificio "UDONDO", Ribera de Axpe, 50 - 48950 ERANDIO (VIZCAYA) - Tel.: (94) 480 03 75 - FAX 480 05 59 Télex: 32049 ZUBIC E - Apartado 52 (Erandio)

Naval Gijón plantea el cierre del muelle de La Osa y un ajuste de plantilla

Naval Gijón ha solicitado al Ministerio de Industria y Energía (MINER) una subvención de 2.400 millones de pesetas para financiar el cierre de sus instalaciones en el muelle de la Osa y un ajuste de plantilla de 200 trabajadores, a través de prejubilaciones, bajas incentivadas e incapacidades. Estas medidas han sido propuestas como complementarias a las incluidas en el Programa de Actuación del astillero gijonés para el período 1999-2003, pendiente de su aprobación por la Administración.

Además de las actuaciones inversoras de innovación y desarrollo tecnológico, Naval Gijón propone un esfuerzo de reducción de capacidad y de efectivos laborales a cambio de ayudas que financien estas acciones. Para ello,

planteó al MINER el cierre definitivo de las instalaciones del muelle de La Osa, donde efectúa los remates de los buques que construye y la parte final del armamento, además de las transformaciones, y ha solicitado para esta acción una subvención de 250 millones de pesetas.

Según ha explicado Galo Miguel Baizán, presidente de Nagisa, el ahorro que obtendría la empresa por la clausura de estas instalaciones alcanzaría los 900 millones de pesetas en diez años (ahora tiene que pagar el mantenimiento y vigilancia del espigón y la Concesión a la Autoridad Portuaria), cuando el uso que en la actualidad está dando al muelle es puntual, ya que prácticamente todas las tareas se efectúan en la propia factoría.

Con el fin de "mejorar la productividad de la empresa", el astillero se plantea un ajuste de plantilla de 200 trabajadores, reducción que también está contemplada en el proyecto de fusión con Juliana Constructora Gijonesa, y que se acometería a través de prejubilaciones, bajas incentivadas e incapacidades. El astillero contempla la prejubilación de aquellos trabajadores que tengan 50 años o más al 31 de diciembre de este año, y solicita para este fin una subvención de 12 millones de pesetas por persona. A esa medida se une otra para la salida de trabajadores mediante un programa de incapacidades e invalideces, para lo que también pide una ayuda de 12 millones de pesetas por cada baja

Astafersa contrata un catamarán de pasaje para rutas turísticas

El astillero ferrolano Astafersa ha firmado con una empresa coruñesa un contrato para la construcción de un catamarán de pasaje para rutas turísticas en la ría de Muros, que comenzará a operar en el próximo verano.

El buque es de superestructura y puente de poliester reforzado con fibra de vidrio, con

dos cubiertas y una capacidad para un máximo de 150 personas sentadas y dispondrá, en cada uno de los cascos, de un local de visión submarina en el que se colocarán cristales de metacrilato a través de los cuales se podrá divisar el fondo marino.

La embarcación tiene 17,75 metros de eslora, 7 m de manga y podrá alcanzar una

velocidad de 12 nudos. Astafersa había cerrado anteriormente los contratos para la construcción de un buque arrastrero para un armador de Muros y de dos barcos de pesca de cerco y túnidos con cebo vivo para armadores de Fuenterrabía. La entrega de uno de estos últimos está prevista para la segunda quincena de febrero.

Los buques sísmicos demandan operaciones silenciosas

La compañía Vickers Ulstein Marine System ha suministrado propulsores a una serie de seis buques de reconocimiento sísmico del tipo Ramform.

Hay que recordar que Ulstein Propeller es uno de los líderes mundiales en el mercado de las hélices de paso controlable (CP) y que, entre otros buques de este tipo, ha suministrado los propulsores del buque de investigación sísmica Tamhae II, del Instituto Sur Coreano de Geología, Minas y Materiales (KIGAM), de 2.000 GT, así como a ocho buques de los Estados Unidos de la compañía Western Atlas. Los buques tipo Ramform han sido diseñados por el grupo de astilleros Langsten Group, que forman parte de Aker Yars. Concretamente, han sido Ulstein Propeller, Ulstein Bergen y Ulstein Deck Machinery, las encargadas de su-

ministrar el equipo auxiliar para los seis buques de reconocimiento (dos de ellos con 8.000 GT y los cuatro restantes de 9.000 GT) propiedad de la empresa PGS Exploration AS con base en Oslo.

Los seis buques se caracterizan por tener una propulsión diesel eléctrica que consiste en 4 motores diesel Ulstein Bergen y tres empujadores Ulstein Aquamaster de paso controlable. La elección de los Aquamaster fue una decisión clave en el desarrollo del concepto Ramform. Los buques tienen una manga anormalmente grande (40 metros), lo que significa que no existen muchos diques secos en el mundo capaces de albergarlos. Por ello los dos empujadores principales de popa son desmontables del tipo TCNP (el tercero a proa es una unidad retráctil TCNRQ). De ese modo

se facilita la reparación y/o sustitución sin necesidad de que entren en dique seco.

Los empujadores principales a bordo del Ramform Explorer, primer buque de la serie, son de 2.500 kW cada uno, mientras que los instalados en el segundo (Ramform Challenger) son de 3.800 kW cada uno. Los restantes buques llevan instalados parejas de TDNP 156/115-410 (potencia de 4.000 kW) y una hélice de paso controlable en tobera de Ø 4.100 mm. Los empujadores de proa de los seis buques consisten en unidades retráctiles TCNRQ 105/75-220 con una hélice en tobera de Ø 2.200 mm.

Una característica a destacar en los buques es la combinación de motores eléctricos de frecuencia controlada junto con las hélices de pa-

INGENIERIA NAVAL enero 2000 63 63

so controlable. La elección de este sistema propulsivo asegura un comportamiento excelente tanto en aguas abiertas como a la hora de realizar operaciones de remolque. Así, mientras los motores eléctricos proporcionan un par elevado incluso a un número de revoluciones muy bajas, las hélices CP proporcionan el máximo empuje en cada situación. No es extraño por eso que sean los buques de reconocimiento sísmico y de investigación los que más demanden diseños y aplicaciones con los menores niveles de ruidos y vibraciones posibles.

Como ya se ha mencionado anteriormente, ha sido la división de motores de Bergen los encargados de suministrar los motores: cuatro de la serie B para cada uno de los buques. Así en el Ramform Explorer los motores Ulstein Bergen BRG6 de 2.120 kW a 720 rpm son los encargados de suministrar la potencia a los alternadores; mientras que en el Ramform Challenger, que es el de mayor potencia, se han instalado dos motores BRG8 (de 3.220 kW c.u.) y dos BRG6 (de 2.420 kW c.u.). En el resto de los buques se han instalado a bordo cuatro BRG8 de 3.220 kW cada uno.



ASTILLEROS DE CADIZ REALIZARÁ LA CONVERSIÓN DEL VIKING LADY

Astilleros de Cádiz ha firmado un contrato para la conversión del buque Viking Lady en un cablero, tras el acuerdo alcanzado entre los responsables del armador noruego Eldesvik Shipping AS, y Astilleros de Cádiz, SRL, lo que supondrá unos ingresos aproximados de 2.500 millones de pesetas para este astillero.

El Viking Lady es un buque de apoyo a plataformas petrolíferas, construido en 1996. Ahora, en el Astillero de Cádiz será transformado para ser utilizado en el tendido y reparación de cables de telecomunicación. Para realizar esta labor, el armador lo pondrá a disposición de la compañía Caldweld Cable Ventures, filial de la norteamericana General Dynamics.

El buque, con una eslora de 92 m, manga de 22 m, y peso muerto de 7.000 toneladas antes de la conversión, será objeto de los siguientes trabajos:

- Inserción de un cuerpo central de 13,2 m.
- Instalación de una cubierta y local para el manejo y operación de los cables.
- Instalación de la maquinaria adecuada para el tendido y reparación de cables .submarinos.
- Instalación de dos tanques para almacenamiento de cables con una capacidad de 5.000 t.
- Instalación de nuevas hélices propulsoras y ampliación de la planta de generación de energía.
- Înstalación de una grúa pórtico en popa.



Precios de buques según contratos registrados durante diciembre de 1999

ARMADOR OPERADOR	PAIS ARMADOR	ASTILLERO	PAIS ASTILLERO	TIPO	N° TEU	DWT	GT	PAX/CAR	M CU	ENTREGA	M US \$
Tai Chong Cheang Steamship (Tcc)	Hong Kong	Daewoo	Korea	Bulk Carrier	1	173.000				2001	35
Sincere Shipping	Taiwan	Daewoo	Korea	Bulk Carrier	2	173.000				2002	72
Torvald Klaveness	Norway	Nippon Kkk	Japan	Bulk Carrier	-	172.000				2002	35,5
Valles Steamship Co	Canada	Imabari Shipbuilding	Japan	Bulk Carrier	_	172.000				2001	38,6
Safety Management Overseas	Greece	Buneishi	Japan	Bulk Carrier	2	76.000				2001	46,4
Safety Management Overseas	Greece	Jing Jiang	China	Bulk Carrier	2	76.000				2001	46,4
Andreas Ugland	Norway	Suneishi	Japan	Bulk Carrier	4	76.000				2002	8 :
Marmaras Navigation	Greece	Namura Dock	Japan	Bulk Carrier	7	74.000	000			2001	44
Angelakos	š.	Namura Dock	Japan	Bulk Carrier	7	74.000	38./00			7007	46
Japanese Interests	Japan	Imabari Shipbuilding	Japan	Bulk Carrer	~ ·	53.500				1007	63,6
Ugland Group	Norway	Suneishi	Japan	Bulk Carrer	7	52.000				7007/1007	3/
Mitsubishi Corp.	Japan	Suneishi	Japan	Bulk Carrer	7	52.000				2001/2002	3/
Clipper Denmark Aps	Denmark	Jing Jiang	China	Bulk Carrier	2	51.000				2001	35,6
Goumas	Greece	Split	Croatia	Bulk Carrier	3	51.000				2002	09
Marmaras Navigation	Greece	Daedong Shipbuilding	Korea	Bulk Carrier	4	20.500				2001	9/
Ubt	ž	Sanoyas Corp.	Japan	Bulk Carrier	_	48.000				2001	20
Mediteranska Plovidba	Croatia	Split	Croatia	Bulk Carrier	_	42.000					19
D'Amico Soc Di Nav.	Italy	Shanghai Edward	China	Bulk Carrier	2 1.700	34.000					40
Transocean Maritime	Germany	Bohai Shipyard	China	Bulk Carrier	_	28.200	17.784			2001	14
Sincere Shipping	Taiwan	Kanda Shipbuilding Co.	Japan	Bulk Carrier	2	28.200				2001/2002	32
Pacific Basin Bulk Shipping	Hong Kong	Imabari Shipbuilding	Japan	Bulk Carrier	2	28.000				2001	32
Oak Maritime	Canada	Daewoo	Korea	Bulk Carrier Ore Strengthened	2	173.000				2002	70
Tai Chong Cheang Steamship (Tcc)	Hong Kong	Samho New Shipyard	Korea	Bulk Carrier Ore Strengthened	2	170.000				2001/2002	89
Alassia Steamship	, , ,	Buneishi	Japan	Bulk Carrier Ore Strengthened	2	76.300				2002	46
D'Amato Di Navegazione	Italy	Hudona Shipvard	China	Bulk Carrier Ore Strengthened		74.500				2000	20.5
Pasha Hawai Transport Line	SSI	Halter Marine Inc.	Sh	Car Carrier				4.000 CARS			80
Bernhard Schulte	Germany	Hvundai Heavy Industries (Hhi)	Korea	Container	5 2.530	32.000				2002	150
Us Interests	li Sin	Shanghai Edward	China	Container	2 850						28
Nordcanital	Germany	Samsing	Korea	Container	2 5750						120
Rickmers	Germany	Samsing	Korea	Container	2 5.500					2001	110
Kawasaki Kisen Kaisa (K-line)	lanan	January Shiphilding	lanan	Container	3 5.500					2001/2002	168 75
Kawasaki Kison Kaisa (K-Line)	lapan	Hindai Jawaw Indistries (Hbi)	Korea	Container	7.500					2007/1002	300
Chipa Chipping (Actual	China	Hydrog Skimard	Noted	Container	3 5.500					2007/1002	200
China Shipping Group	Sign	nudolig silipyalu	Sill d	Container	2 5.500					2002	99
Cillia Silippilig Gloup	CIIIII	Volley Office of Chaland	CIIIIIa	Containe	3 3.300					7007	90
Pour Caribban International	Germany	VOIKSWEITL STLAISUTIO	Germany	Container	040.7 ر		000 30	7 400 DAV		2000	1000
NOVAL CATIBODEATI IIITETTIATIONIAI	3 🖹	Weyer well	Germany	Cluse simp	7		00.000	2.100 PAX		2002/2004	0002
PAC Potmorum / Shall	5 =	Cialities De L'Atlantique	Halice	Cluise stillp	7			L'SOU FAN		5007/7007	00/
Phillips Petroleum / Shall	S =	Sallsung	NOIEd	OSCI -		100.000				2002	160
Olimpis retidiedilli 31 ell	3 🖹	Sallsung Skin A Skinkuilding	NOIEd	PSO Carrier	- 0	000.000				2002	160
Olympia Manume	NO I	Marchiski IIII	Painy	Log Callel	0 +	70.00			20000	2001	69
Mathema Chinaina Ca	Japan	MISUDISIII FI.I.	laball	Lpg M. H. Breeze	- 0				0000/	2001	00
Notthern Simpling Co.	FUSSIA Hali.	llogil	Cloatid	Willith ulpose	2 200					1002/0007	645
Marring Havy	Cormany	Managetor	Martenia	Daes Earth						2002	0 1
Walling light	Germany	Vavernaster Con Eaby Had Coorialockiffkan	Australia	Daw/Ferry	- (34 500			2000	10,0
II-LIIIE	Semiany	Swy Falli Unu spezialscillibau	Sermany	Platform Cramicy Vessel	7	000	34.500			2001	194
Havila Simpling	INDIWAY	NVAEITIET NIEVEIT AS	lvolvvdy	Piditiofilli Supply vessel	7	0.000				1002/0002	- 60
Ceres Hellenic (G P Livanos)	Greece	Hyundal Heavy Industries (Hn)	Korea	Products lanker		050.17				7001	S 8
LIVATIOS	oleece	Hyundal Heavy Industries (Hni)	Voled Cl.:	Products lanker		000.00				7001	30
Hua Hai Petroleum		Guangznou	Cuina	Products lanker		40.000				2001	77
Cogema	Monaco	Daedong Shippuliding	Korea	Products lanker	7	35.000				7007	848
lotem Ucean Iraller Express (lote)	≤ :	Nassco	SN:	K0-K0	7	5/9.77	L	200 CARS		7007	300
lirrenia soc. Nav.	Italy	Hincantieri	Italy	Ko-Ko / Ferry	7	000	35.000	2.200 PAX 900 CARS	S	7007/1007	707
Ham Uredging	, leaf	Inc Caland NV	Netherlands	Suction Dredger		34.560				7001	33,5
Italian Navy	Italy	Fincantieri	Italy	Support Vessel		000				7007	87'/9
Loewes Colp (Hellespont Steamship) Panachristidis	Greece	Samering	Korea	Tanker	2	300.000				2001	138
rapaciii buub Neste	Finland	Samsung Hwindai Heavy Indiistries (Hhii)	Korea	Tanker	2	105,000				2001/2002	3 8
	5	injulial moory moosenes timin	77.77	The state of the s	J						>
Ferliship-Fedica											

65 **65** INGENIERIA NAVAL enero 2000

Precios de buques de segunda mano según transacciones registradas durante diciembre de 1999

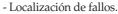
VENDEDOR	PAIS VENDEDOR	COMPANDON	NO CHILLIAN CHAIR						
Marmaras	Greece	Unknown	Unknown	Multi-Purpose	18.523	12.224	77	Havashikane Shipbuilding	1,1
Lubeca Marine	China	Unknown	China	General Cargo	11.000	9.000	74	A&P	9'0
Sim Sweee Joo	Malaysia	Unknawn	Singapore	General Cargo	13.000	10.000	76	Neptun	0,87
Poseidon Nav.	Cuba	Unknown	Vietnam	General Cargo	15.000	000.6	98	Smitth'S	2,45
Poseidon Nav.	Cuba	Unknown	Vietnam	General Cargo	15.000	000.6	98	Smith'S Dock	2,45
Poseidon Nav.	Cuba	Unknown	Vietnam	General Cargo	15.000	000.6	98	Smitth'S	2,45
Cardiff Marine	Greece	Unknown	Turkey	Tanker	37.000	20.000	76	Kasado	2,5
Emc Singapore	Singapore	Paradis Navigation	Greece	Products Tanker	61.000	35.000	88	Namura Dock	12,7
Frontline	Sweden	Dr Peters	Germany	Tanker	153.000	80.000	86	Hyundai Heavy Industries (Hhi)	20
home Ship	Singapore	Haji-Ioannou	Cyprus	Tanker	88.000	20.000	82	Sasebo	12,75
Acomarit	ž	Egm	Monaco	Lpg Lpg	2:000	3.000	91	Appledore Shipbuilders	8,5
Acomarit	ř	Egm	Monaco	Lpg	4.000	3.000	92	Appledore Shipbuilders	6,2
Great Ocean	Hong Kong	Unknown	Unknown	Container	9:000	4.000	92	Dae Sun	3,7
-alemant	Belgium	Unknown	Greece	General Cargo	8.000	000'9	83	Astilleros Españoles (Juliana)	1,5
Antares Shipping	South Africa	Unknown	Unknown	General Cargo	18.000	14.000	79	Gdansk	1,25
Levant	Greece	Unknown	Unknown	General Cargo	15.000	000.6	82	Appledore Shipbuilders	1,9
Kanilca Deniz	Turkey	Unknown	Greece	Bulk Carrier	24.000	15.000	80	Imai	2,4
itena Tanker	Sweden	Unknown	Unknown	Tanker	268.000	130.000	75	Mitsubishi H.I.	9
Stap Ship	Us	Unknown	Greece	Products Tanker	12.000	7.000	82	Davie Shipbuilding	2,1
Vaviera Antares	Argentina	Unknown	Pakistan	Lpg	9:000	4.000	71	Meyer Werft	-
Golden Ocean Group	Hong Kong	Dr Peters	Germany	Tanker	300:000	159.000	66	Hitachi Zosen	78
Carbofin	Italy	Naftomar	Greece	Lpg	7.000	000'9	82	Benetti	5,8
Pemex	Mexico	Steensland	Norway	Lpg	41.000	35.000	78	Cnim	Ξ
Soulandris	Greece	Unknawn	Greece	Bulk Carrier	64.000	36.000	77	Mitsubishi H.I.	3,1
astern Shipping	Japan	Unknawn	Greece	Bulk Carrier	38.000	22.000	84	Kanasashi Co.	9'/
Semarfin	Switzerland	Unknown	Turkey	Products Tanker	20.000	13.000	84	Apuania	6,5
Stevens Line	Vanuatu	Great Eastern Shipping Co.	India	Bulk Carrier	38.000	22.000	85	Shin Kurushima	₹.;
-asco Shipping Co.	Latvia	Unknown	China	General Cargo	7.000	16.000	5 5	Namura Dock	2,1
Lasco snipping co.	Latvid	Unknown Assk lines	Greece	Defineral Cargo	7000	12,000	7.7	Material Dock	2,3
Hayamne Sa	France	III PROGNID	Greece	General Caron	19,000	11,000	77	Kochi	S 1
Perfect View Shinning	Hong Kong	USU	China	Bulk Carrier	54 000	33 000	: 88	2 Mai	3.35
Revenscroft Shipping	Us	Petrofin	Greece	Bulk Carrier	65.000	37.000	83	Hashihama	6.5
Sariba Corp.	Greece	Unknown	Greece	Bulk Carrier	64.000	35.000	81	Burmeister & Wain	9
Psm Ship	Switzerland	Unknawn	Greece	General Cargo	17.000	14.000	80	Warnowwerft	1,8
mc Shipping	Singapore	Unknown	Greece	Bulk Carrier	26.000	17.000	18	Ccn Maua	3,2
ouis-Dreyfus	France	Petrofin	Korea	Bulk Carrier	165.000	84.000	83	Scheepswerf Bijkma	9'6
fankerska Plovid.	Croatia	Unknawn	Greece	Bulk Carrier	23.000	14.000	78	Ishikawajima Harima H.I. (lhi)	1,4
V Ship	Cyprus	Unknown	Greece	General Cargo	17.000	12.000	85	Varna Shipyard	1,8
Premuda	Italy	Unknawn	Unknown	Bulk Carrier	64.000	36.000	84	Burmeister & Wain	∞
Cgm	France	Unknawn	Unknown	Reefer	28.000	38.000	78	Mitsubishi H.I.	6,5
Premuda	Italy	Cosco	China	Bulk Carrier	64.000	36.000	₩ :	Burmeister & Wain	7,5
Jnimar Shipmanag' I	Greece	Unknown	Creece	General Cargo	7.000	5.000	69	Vyborg Sb	0,225
Jeostral Marine	Greece	Unknown	Unknown	General Cargo	17.000	14.000	8/ 8	Mitsubishi H.I.	7,1
reet Manag I	Culua	Unknown	UNKNOWN	General Cargo	18.000	12.000	88 8	varna Snipyard	1,2
mome snipo ividnag i	Singapore	INITIETVA STITIPUTUS	lipkown	Poofor	97.000	28,000	97 07	Marring Dock	C,12
Cylli	China	OIINIOWII	Unknowii	Taplor	3,000	1,000	F / 0	Milicubisiii III.	2,0
Tho Vana Shinnina	Kosa	Ilakoown	IInknowii	Rilly Carrier	39 000	000.1	94	Sasani Ishikawajima Harima H (Ihi)	0,73
Green Manan'T	Norway	IIInknown	Greece	Bulk Carrier	27.000	16 000	78	Kasado	25
Entrust Maritime	Greece	Illnknown	China	Bulk Carrier	72 000	36.00	9/	Ninnon Kkk	2,5
Bhp Transport	Australia	Unknown	Unknown	Bulk Carrier	22.000	15.000	81	Ishikawajima Harima H.I. (Ihi)	. 8 . 8 . 8
Sanasia Manag'T	China	Frangistas	Greece	Bulk Carrier	28.000	17.000	91	Imabari Shipbuilding	8'6
Jorval Shipping	Japan	Unknawn	Unknown	Chemical Tanker	9:000	000'9	85	Fukuoka Shipbuilding	9
Red Band	Norway	Soponata	Portugal	Tanker	142.000	80.000	68	Daewoo	27,75
Marine Man		F1 100			4 4 4				

Ferliship-Fedica

Controles remotos para plantas de propulsión marina de Mannesmann Rexroth

Mannesmann Rexroth tiene una larga experiencia en el campo de los controles remotos para plantas de propulsión marina, fabricadas en Italia por Hydromarine, y la estrecha cooperación con compañías especializadas en plantas de propulsión como son los fabricantes de motores marinos, reductores y hélices, han hecho posible el desarrollo de controles remotos capaces de satisfacer las necesidades de los ingenieros navales no solo con respecto a la potencia sino también seguridad, confort y coste.

La amplia gama de controles remotos cubre extensamente las soluciones tanto para sistemas extremadamente simples como sistemas altamente sofisticados para los que hay una variedad de controles neumáticos como electrónicos.



- Procesamiento por ordenador de señales de alarma.
- Flexibilidad en las posibles conexiones.
- Aceptado por las Sociedades de Clasificación.

MINIMAREX

Especialmente adecuado para barcos con motores potentes como son remolcadores, ferries, barcos de pesca y sobre todo yates. El control remoto electrónico MINIMAREX tiene todas las principales características del sistema MAREX pero su coste es mucho menor. Las principales características del sistema MINIMAREX son:

- Control de palanca para la velocidad del

- motor y el mecanismo de inversión.Microprocesador para manejar el ciclo de control.
- Programación y precisión en el cambio de velocidad del motor.
- Se pueden conectar de dos a cuatro puestos de control.
- Opcionalmente se pueden elegir las siguientes funciones: sincronización, "trolling", modulación.
- Instalación simplificada por el uso de conexiones por enchufes eléctri-

Controles remotos neumáticos

CRUISEMASTER

Especialmente adecuado para barcos de recreo. Es tan fácil de instalar que ofrece las mismas ventajas que los sistemas de cable mecánicos y se pueden instalar varias estaciones de maniobra con un coste considerablemente bajo.

Características:

- Alta velocidad de maniobra.
- Maniobrabilidad suave y altamente sensible desde todas las estaciones de maniobra.
- Función de calentamiento del motor.
- Libre mantenimiento.

GEARMASTER

Este es un sistema de control remoto compacto equipado con un circuito lógico de control y diseñado específicamente para usarlo en los barcos de pesca, remolcadores y grandes yates. El circuito lógico de control incluye el circuito de programación que es necesario para asegurar una maniobrabili-

dad rápida y segura y al mismo tiempo proteger el equipo mecánico (motor y mecanismo de inversión).

Características:

- Configurado para las duras condiciones de trabajo de pesca.
- Circuito lógico de seguridad de cambio de programa del mecanismo de inversión.
- Circuito lógico de seguridad controlado por las señales de realimentación desde el mecanismo de inversión hidráulico o neumático.
- Control automático de la señal cuando se aumenta la velocidad.

LOGICMASTER

El control remoto técnicamente más sofisticado en esta gama de productos. Por encima y más allá de las funciones del GEARMASTER, el LOGICMASTER permite que el circuito de programación y el circuito lógico de seguridad especifico se adapten para cubrir las necesidades del barco.

Características:

- Accionado desde la conexión del embrague.
- Circuito lógico de seguridad de cambio de programa del mecanismo de inversión.
- Circuito lógico de seguridad controlado por las señales de realimentación desde el mecanismo de inversión hidráulico o neumático.
- Circuitos de sintonización controlables individualmente.

Para más información: Mannesmann Rexroth, S.A., telf: 93-7479400; fax: 93-7479401



Controles remotos electrónicos

MAREX

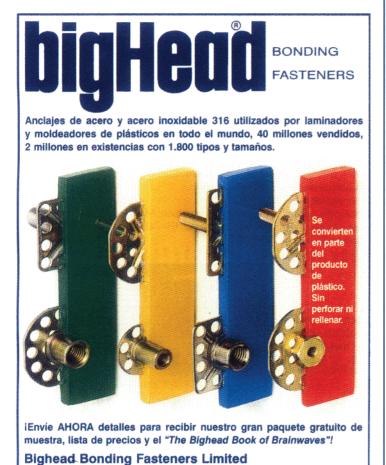
El sistema de control remoto electrónico MA-REX tiene un microprocesador y un circuito lógico para controlar la planta de propulsión completa. El sistema se puede enlazar con hasta cuatro puestos de control; la conmutación de los controles de órdenes de una estación a otra está protegida por un enclavamiento lógico. La seguridad de las operaciones de propulsión está asegurada por un programa de ordenador con varias características para motores en la fase de calentamiento o a plena velocidad junto con un circuito de seguridad. El control remoto puede ser equipado con un sistema de seguimiento para asegurar la exactitud de la maniobra desde una estación a otra.

Características:

- Pantalla y teclado para manejar los parámetros operacionales.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 67 67





Units 15/16, Elliott Road, West Howe Industrial Estate,

Bournemouth, Dorset BH11 8LZ. U.K.

INGENIERIA NAVAL



Publicidad en exclusiva: BAU PRESS Jorge Juan, 19, 1º Dcha.

Tel.: 91 781 03 88 Fax: 91 575 73 41

Analizador de gases de combustión Testo 300-l

La empresa Testo ha lanzado al mercado el analizador de gases de combustión 300-I, un "analizador portátil", que es tan eficaz y de confianza como un sistema de medición complejo, con fácil manejo y bajo coste de adquisición y mantenimiento.

El analizador de gases de combustión Testo 300-I es ideal para el ajuste de quemado-

res, chequeo en emisiones y control de la atmósfera en procesos de producción.

Proporciona rápidamente al usuario, con garantía, que los valores de los gases de combustión en un sistema están dentro de los valores límite permitidos. Un ajuste correcto del quemador ahorra dinero, protege el medio ambiente y garantiza unas condicio-

nes óptimas de producción. Las lecturas pueden imprimirse inmediatamente en la impresora de infrarrojos o pueden almacenarse en la memoria de datos integrada en el Testo 300-I para su posterior procesamiento en el PC.

Para más información, Instrumentos Testo, tel.: 93-7539520; fax: 93-7539526.

Alfa Laval lanza la Unidad de Limpieza Combinada (CCU)

La Unidad de Limpieza Combinada (CCU) no sólo reemplaza a los filtros de capacidad total y bypass sino que también respeta el medio ambiente. Para los operadores de buques, la eliminación de los costosos cartuchos de filtros que contienen residuos peligrosos, la prolongación de la vida del aceite, reducción del número de horas - hombre necesarias, reducción del tiempo de fuera de servicio y mejor filtrado significan una mejor protección del motor y menores costes de operación.

La CCU combina dos tecnologías avanzadas de tratamiento del aceite, el bien conocido filtro automático de Alfa Laval y una centrifugadora.

El filtro usa un sistema de limpieza continuo suficientemente probado, que opera sin elementos accesorios. La unidad no requiere mantenimiento hasta las 12.000 horas de operación en motores que consumen fuel oil pesado y durante periodos más largos en los que consumen dioesel oil. La sección de filtro de la CCU reemplaza a los filtros de capacidad total a bordo y usa la filtración de superficie, que garantiza valores de filtración absoluta y una mejor protección del motor.

La centrifugadora reemplaza el filtro bypass tratando el aceite muy contaminado. Limpia el aceite del motor y es más eficiente que cualquier filtro bypass existente actualmente en el mercado, eliminando las partículas inferiores a dos micras.

La CCU viene en una única carcasa y puede ser adaptada a motores como una retroinstalación o como una unidad autónoma. Es una solución eficiente para motores en el rango de potencia de 350 HP a 2.500 HP. Por tanto, la CCU puede ser usada para actualizar los sistemas de filtrado en todos los buques en servicio (motores prin-

cipales de hasta 2.500 HP, motores auxiliares, grupos electrógenos, etc.).

La CCU está basada en el Eliminator Filter™ de Alfa Laval, un producto que ya ha recibido una respuesta excelente del mercado. El Eliminator Filter™ fue desarrollado como un sistema de filtración integrado en motores tales como la serie KV de Cummins Engine Company.

Para más información: Alfa Laval, tel.: 91-3790600; fax: 91-3581787.



Alfa Laval lanza un nuevo y revolucionario control de válvulas

Alfa Laval ha lanzado al mercado ThinkTop, el nuevo cabezal de control e indicación automático de válvulas para procesos industriales sanitarios. El nuevo cabezal está diseñado para "programar y olvidar" y es apto tanto para nuevas instalaciones como para las ya en funcionamiento.

TinkTop es un sistema de control que se programa por infrarrojos e indica si una válvula está abierta o cerrada. En el caso de las válvulas de asiento, es capaz incluso de detectar, mediante la emisión de una señal luminosa, cuál es el desgaste de dicho asiento. El cabezal incorpora hasta tres solenoides y la medición de apertura se hace a través de un cerebro electrónico, que utiliza para ello impulsos magnéticos que a su vez son leídos por chips empotrados en una "caja negra" dentro del propio ThinkTop.

TinkTop es compatible con todas las válvulas neumáticas sanitarias de Alfa Laval, incluidas las antimezcla, de asiento, y de mariposa. Además, está preparado para aceptar un amplio espectro de interfaces de programación, lo que le proporciona una gran cobertura para todas las necesidades de cada industria.

Para más información: Alfa Laval, tel.: 91-3790600; fax: 91-3581787.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 69 **69**

Autómata CQM1 en el control de producción de agua dulce en las fragatas F-100

La empresa SPA, Energía y Medio Ambiente, S.A., ha diseñado y desarrollado, según los criterios definidos por la Factoría de Ferrol de la E. N. Bazán, los equipos de producción de agua dulce por ósmosis inversa, para las nuevas fragatas F-100 actualmente en construcción para la Armada Española. Dichos equipos están controlados por autómatas programables CQM1.

La empresa SPA ha suministrado más 60 plantas potabilizadoras de ósmosis inversa de diseño propio con destino a diferentes buques de la Armada española, tales como corbetas, fragatas, patrulleros de altura, remolcadores, submarinos, buques de desembarco, etc.

Cada una de las fragatas F-100 estará equipada con dos plantas potabilizadoras modelo SPA 40 T/D compuestas de tres módulos principales cada una de ellas:

- a) Una bomba de alimentación instalada sobre una bancada independiente.
- b) Un filtro de arena de silex, con sus correspondientes electroválvulas, para realizar automáticamente las fases de limpieza.
- c) Un módulo principal compacto que aloja en su interior todos los mecanismos necesarios para el buen funcionamiento del sistema (válvulas, bomba de alta presión, depósito de almacenamiento de agua producida, bomba de trasiego, bomba dosificadora, electroválvulas, manómetros, sensores, etc.)

La planta potabilizadora se basa en el fenómeno de ósmosis inversa, empleando membranas de poliamida enrolladas en espiral, y cuya presión de trabajo oscila entre 55 y 70 kg/cm².

Como datos de diseño de la planta potabilizadora cabe destacar:

- Capacidad de producción de agua dulce de 40 t/día.
- Rango de temperatura del agua del mar: desde 2 °C a 35 °C.
- Calidad del agua producida inferior a 400 mg/l de sólidos totales.
- Bombas de alta presión de tipo pistón cerámico.
- Autolavados de máquina cada 12 horas, gobernados por el automáta programable CQM1 de Omron.
- Cloración automática del agua producida, mediante bomba de pistón.
- Posibilidad de control remoto del equipo desde un local exterior.
- Montaje elástico de las bombas mediante amortiguadoras tipo Y-MOUNT.
- Bajo nivel de mantenimiento (cada 100 horas de funcionamiento).
- Tanque intermedio de envío de agua dulce, de 1.000 litros de capacidad, incluido en el bastidor principal.
- Tuberías de baja presión en polietileno de alta densidad.
- Tuberías de alta presión en acero inoxidable AISI-316/L.
- Material de estructura de la planta y soportes en AISI 316 con acabado pintado según especificación gris naval.

Sistema automático de control

El control electrónico de la planta potabilizadora desarrollada por SPA se realiza mediante autómata programable CQM1 de Omron con control remoto desde la cámara de control de máquinas.

Los parámetros que se tienen en cuenta du-

rante el proceso, y que controla el CQM1 son: presiones en distintos puntos del circuito, temperatura del agua del mar, caudal y conductividad del agua producida, HP del agua producida y del agua clorada, niveles del tanque de adición de cloro y niveles del tanque intermedio de almacenamiento del agua producida, previo al envío del agua hasta los tanques generales de la fragata.

Todos estos parámetros están gobernados por el autómata programable CQM1, y gracias a este control, el equipo es capaz de producir un caudal constante de 1.6501/hora de agua dulce en un margen de temperatura del agua de entrada desde - 2 °C hasta 35 °C.

La empresa SPA utilizó, para el desarrollo del sistema electrónico de control, un autómata programable de Omron debido a que se trata de un equipo de fácil manejo, es fácil de programar y, sobre todo, dispone de toda la documentación técnica exigida por la Armada española, al igual que el resto de los componentes del cuadro eléctrico.

Se han utilizado también relés Omron de las series MY2 y MY4 y disyuntores térmicos protectores de motores de la serie J7M. También se ha utilizado un terminal programable NT11S de la misma firma, para visualizar todos los parámetros de control en el frontal del propio equipo.

Finalmente, cabe indicar que se puede realizar un control remoto de todos los parámetros a distancia desde la Cámara de Control de Máquinas del buque, pudiendo realizar arranques y paradas remotas desde dicho local.

Para más información: Omron, tel.: 91-3777900; fax: 91-3777956.



70 70 enero 2000



Mesa redonda sobre "La Copa de América: Un desafío tecnológico"

El día 2 del pasado mes de diciembre tuvo lugar, dentro del marco del Salón Náutico de Barcelona y organizada por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España (AINE), una Mesa Redonda sobre "La Copa de América: Un desafío tecnológico". Dicho acto fue presidido por Gregorio Andueza, Vocal de Zona de Cataluña, en representación de Miguel Pardo, presidente de la AINE, que a última hora no pudo asistir al mismo.

Después de dar las gracias al Presidente del Salón Náutico por el apoyo que presta a la AINE para la celebración de los eventos que cada año organiza, Gregorio Andueza comentó que se había elegido este tema para la mesa redonda no solo por ser un tema de actualidad, sino sobre todo porque se trata de una competición que trasciende a lo meramente deportivo. Tiene una carga tecnológica que es prácticamente determinante del resultado final de la Copa. No solamente se trata de buscar formas de carena con menos resistencia hidrodinámica o velas con mejor rendimiento aerodinámico o una estructura más ligera o la maniobra o la jarcia más eficaces, lo que hace falta es que sean fiables, ya que un pequeño fallo a veces da al traste con una regata y no digamos cuando falla toda una estructura y un barco se hunde como ha sucedido en esta edición. Cualquier fallo puede hacer que se pierda una regata y, por tanto, se pierda la Copa o las posibilidades de acceder a ella.

De ahí la importancia de la investigación y el desarrollo tecnológico de todos y cada uno de los elementos, más teniendo en cuenta que en ediciones anteriores lo importante para España era participar, estar entre la élite de los pocos países que tienen un desarrollo tecnológico suficiente para poder participar a ese nivel. En esta edición el objetivo, ciertamente difícil, era llegar a semifinales, es decir, estar entre los seis primeros, logro que lamentablemente después no pudo conseguirse.

A continuación, Gregorio Andueza fue cediendo la palabra a cada uno de los diferentes ponentes, miembros del equipo diseñador del Bravo España:

- Alfonso Gómez-Jordana, director general del Desafío Copa de América
- Manuel Ruiz de Elvira, Ingeniero Naval, jefe de la oficina técnica del Copa de América y miembro del equipo técnico desde el año 1990. En este ultimo desafío ha tenido a su cargo de forma específica los ensayos y análisis de las prestaciones en el área de formas del casco y apéndices y la coordinación general de la oficina técnica
- Carlos Morales, Arquitecto Naval, que colabora en el Desafío español desde 1997, dedicado al modelado de formas.
- Daniel Ruiz Sánchez, Ingeniero Aeronáutico, que colabora en el Desafío español desde 1997,

dedicándose fundamentalmente al análisis mediante simulación numérica de la hidrodinámica de la carena y sus apéndices así como la posterior validación con los ensayos de túnel de viento y canal de experiencias.

- Manuel López Rodríguez, Ingeniero Naval, que colabora en el Desafío español desde 1995 y que ha trabajado en el diseño de la estructura de los dos últimos barcos de la Copa de América, el Rioja de España y el Bravo España. Es especialista en materiales compuestos y estudios por elementos finitos.
- Jordi Brufau, Ingeniero Industrial, y además un gran navegante. Ha dado la vuelta al mundo en la regata Whitbread, junto con Joaquín Coello en el Licor 43. Luego ha navegado también en el Fortuna y en el Española. En Copa de América ha sido el responsable del cálculo y dimensionamiento del mástil.
- Joaquín Coello, Decano del COIN, director técnico del proyecto del Bravo España y consejero del Desafío desde 1994.

A continuación se presenta un resumen de lo expuesto por cada uno de los ponentes.

Alfonso Gómez Jordana (Ingeniero Naval. Director General)

Dio una visión general de cómo es la Copa de América y cómo se ha afrontado en esta edi-

INGENIERIA NAVAL enero 2000 71 **71**



ción, tercera en la que el Desafío español está presente.

La Copa de América es la más prestigiosa competición de vela del mundo, se celebra cada 4 ó 5 años, es una competición singular ya que se requiere un periodo de tiempo largo para preparar un proyecto, que es único para cada competición, normalmente se suele diseñar un barco nuevo para cada edición ya que los de las ediciones anteriores se quedan antiguos.

Es un desafío industrial y tecnológico a la par que deportivo, la tecnología tiene mucho que aportar. Además, las reglas de la competición obligan a que el barco esté integramente diseñado y construido en el propio país, por lo que es un proyecto de Estado, un proyecto nacional y un motivo de orgullo para cada país que participa.

Hasta la fecha muy pocos países han sido capaces de presentar un desafío a la Copa de América (en toda la historia han sido 12), mueve grandes volúmenes de inversión, presupuestos de miles de millones solo en la inversión en tecnología y a esto hay que añadir todas las cantidades que se gastan en presupuesto deportivo, en comunicación y en infraestructuras. Para el país que gana la Copa de América los beneficios son muy importantes, tiene una amplísima cobertura internacional, todos los países del mundo ahora mismo la están retransmitiendo y, en definitiva, es un acontecimiento de alcance mundial que va más allá del ámbito puramente deportivo.

Tiene 150 años de historia, empezó en 1851, y hasta ahora siempre ha habido supremacía anglosajona. Estados Unidos es el país que la ha ganado más veces, ha perdido la Copa en dos ocasiones, una frente a Australia y la última ante Nueva Zelanda que es el país que la defiende, donde se está disputando en estos momentos la Copa de América. Desde hace 15 años han entrado en liza desafiantes europeos, asiáticos, Canadá, y le han dado un ambiente mucho más internacionalizado.

Se disputa por el sistema de barco contra barco (Match Race) y está dividida en dos partes. Hay una primera selección de desafiantes y todos los equipos que desafían se van eliminando hasta que queda un único desafiante al final que es el que disputa la Copa de

América contra el país vencedor de la edición anterior. En total la duración desde el principio hasta que se disputa la final de la Copa pueden ser unos cinco meses, lo cual da idea de la envergadura de esta competición deportiva.

Para esta edición del año 2000, que es el primer acontecimiento deportivo de alcance mundial del milenio, ha habido un récord de países desafiantes, 16, de los cuales al final solamente han podido llegar 11, habiéndose quedado en el camino 5 equipos, lo que da idea de que sólo el hecho de poder llegar es de una importancia tremenda. Esta vez hay una importante presencia europea, de 6 países que se inscribieron al principio, ahora quedan España, Italia, Francia y Suiza. Estados Unidos lleva 5 equipos (sindicatos) con la intención de recuperar la Copa como sea.

En esta ocasión, tanto por la lejanía al ser en Nueva Zelanda, como por la irrupción de nuevas tecnologías de comunicaciones, internet y comunicación global, la Copa de América será recordada por la irrupción de estas tecnologías nuevas.

La inversión total se estima en unos 150.000 millones de pesetas entre las inversiones de cada uno de los equipos, inversiones en publicidad, en comunicaciones, en infraestructuras de la ciudad de Auckland que ha remodelado toda la parte antigua del puerto, etc. Por tanto, mueve alrededor de ella grandes patrocinadores, grandes empresas de telecomunicaciones, de informática, de electricidad, etc, que están patrocinando a cada uno de los distintos equipos.

El éxito en una Copa de América es una combinación de muchos factores:

- En primer lugar, hay que ser capaz de presentar una tecnología punta.
- La experiencia de ediciones anteriores.
 Ningún equipo que ha ido por primera vez a la Copa de América la ha ganado.
- El presupuesto económico es absolutamente trascendental. Los equipos que disponían de presupuesto suficiente para construir dos barcos están teniendo una ventaja impresionante porque pueden ir cambiando el barco en función de las condiciones de viento que hay. Los que solamente han podido construir un barco han tenido que hacerlo más polivalente y, por tanto, menos óptimo para cada uno de los regímenes de viento existentes.
- La tripulación.
- La puesta a punto del barco. No solo hay que construirlo sino que una vez que se echa al agua hay que correrlo, afinarlo, y eso lleva su tiempo también.
- La organización. El equipo español está constituido por 70 personas en Nueva Zelanda, incluyendo la parte deportiva, el equipo de mantenimiento del barco, y la organización de la base.
- Por último, la suerte que siempre debe acompañar a todo proyecto exitoso.

El Desafío español del año 2000 es la tercera

participación de España. Se empezó en el año 92, luego en el 95, y en esta ocasión se ha mejorado muchísimo en relación con las dos anteriores.

Tenemos la capacidad tecnológica suficiente y adecuada, el equipo técnico y los constructores son de primera línea a nivel mundial, así como los colaboradores tecnológicos con los que se ha contado. Tenemos una tripulación muy experimentada, con un palmarés deportivo impresionante, ganadores de medallas de oro olímpicas. Tenemos una experiencia organizativa de las dos ediciones anteriores y se ha contado desde el principio con un apoyo para los trabajos técnicos y de investigación que permitió que fuese probablemente de los primeros equipos que empezó a hacer labores de investigación.

El equipo técnico de la Copa de América cuando tiene que diseñar un barco para la siguiente edición, aparte de su experiencia, cuenta únicamente como inputs con la siguiente fórmula que liga la eslora, la superficie vélica, y el desplazamiento:

((Desplazamiento) + 1.25 x (Area Vélica)^0.5 - 9.8 x (Eslora)^0.3333) / 0.679 <= 24 m

Una configuración aproximada de un barco Copa de América es una eslora de 24 metros, una manga de 4 m, un calado de 4 m y una superficie vélica de 325 m² en ceñidas y de 815 m² con el viento de popa, con un desplazamiento de 25 toneladas y una altura de mástil de 35 metros. Estas son magnitudes aproximadas de promedio y con estos datos de entrada el equipo técnico tiene que ir optimizando todas las áreas que entran en juego para poder conseguir al final el resultado más adecuado.

¿ En qué áreas de optimización hay que trabajar?. En primer lugar, hay unas áreas de diseño en las formas del casco y apéndices, hay que optimizar el mástil, las velas, la estructura del barco, hay que cuidar al más mínimo detalle el proceso de construcción y, por último, la puesta a punto una vez que el barco ha sido botado.

Los barcos de Copa de América son muy parecidos, el *Bravo España* y el barco francés tienen una forma muy similar, pero, sin embargo, entre unos barcos y otros hay unas diferencias importantísimas, que son las que pueden hacer ganar o perder las regatas, son las que dan las diferencias en la clasificación, los segundos y minutos entre unos y otros barcos

¿ Qué líneas de investigación y de desarrollo tecnológico se ha seguido en esta ocasión, partiendo de toda la experiencia acumulada?. Se ha seguido trabajando en el diseño del casco, se han perfeccionado las técnicas de ensayo, los programás de CFD, se ha trabajado en la definición del plano vélico en túnel de viento, aunque no se ha podido llegar al objetivo en I+D en el diseño de las velas y en las siguientes ediciones se tendrá que trabajar más en esta área; en el diseño de los mástiles

72 72 INGENIERIA NAVAL enero 2000

se han conseguido grandes mejoras, en relación con ediciones anteriores, la estructura se ha analizado por elementos finitos y se ha trabajado en la tecnología de construcción con materiales compuestos y en toma y análisis de datos mediante electrónica y extensometría.

Se ha contado con los principales colaboradores tecnológicos. En primer lugar, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (ET-SIN), el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR), Bazán, Sener, la Universidad de La Almunia de Nueva Godina, el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), el Centro Internacional de Métodos Numéricos, la Universidad Politécnica de Zaragoza, Internacional de Composites donde se han fabricado los mástiles, el Instituto Nacional de Meteorología, y la Universidad de Valencia.

El resultado de todo ello ha sido el *Bravo España*, con el que por primera vez se ha conseguido ganar a un barco de Estados Unidos en la historia de la participación española y del cual todo el equipo técnico está muy satisfecho y orgulloso. Está demostrando ser superior al de otros países que tecnológicamente son muy potentes, como Francia y Australia y, en estos momentos, si no estuvieran los equipos americanos estaría clasificado para las semifinales con toda seguridad. Entre el 1º y el 2º *round robin* se ha hecho algún cambio importante en la configuración del barco con el objeto de hacerlo más rápido en ceñida.

Manuel Ruiz de Elvira (Ingeniero Naval. Jefe de la Oficina Técnica)

El objetivo final es lógicamente tener un proyecto ganador y para eso nos apoyamos, lo mismo que otras áreas de la ingeniería, en unos conocimientos teóricos existentes, en unos medios que básicamente se resumen en herramientas, las mejores disponibles, para análisis y estudio de las diferentes áreas, y luego unos requerimientos que en nuestro caso son la f;ormula que Alfonso Gómez ha presentado y las condiciones meteorológicas en las cuales se va a desarrollar la regata.



Los condicionantes más importantes son que nos encontramos ante un problema físico bastante complejo. En general con los barcos de vela nos encontramos ante un problema complicado, quizás algo más que con cualquier barco convencional, porque se mueven en la interfase de dos fluidos de propiedades muy diferentes y que además utilizan los movimientos de uno de los fluidos, el aire, para desplazarse sobre el otro en condiciones en que la posición del casco sobre el agua cambia constantemente y hay variaciones de viento.

Esto implica que hay que conseguir un equilibrio entre las fuerzas generadas por el aire sobre el plano velico de 325 m², y las fuerzas hidrodinámicas. Tenemos que igualar la fuerza lateral que proporciona la vela para equilibrarla con una fuerza lateral generada por los apéndices, equilibrar longitudinalmente la resistencia con el empuje de las velas en situaciones de equilibrio y todo esto manteniendo la integridad del barco en el que hay unas solicitaciones estructurales muy importantes.

El componente dinámico es vital, todo esto ocurre con un barco moviéndose en olas, lo que complica la forma en que trabajan los apéndices, el plano velico, las solicitaciones del mástil y en general de la estructura del barco. Hemos visto las consecuencias de sobrepasar ligeramente el limite en el caso del barco norteamericano "Young America".

En el *Bravo España* el área de apéndices (timón, bulbo, quilla y aletas) es inferior al 1 por ciento del area bélica. A la hora de generar sustentación, afortunadamente la diferencia de densidades en los fluidos nos ayuda en cierta medida, pero eso da idea de lo crítico que es el diseño de la parte inferior del barco para llevar a cabo la tarea de proporcionar sustentación para equilibrar las velas con el mejor rendimiento posible

Para cumplir todos estos objetivos hay que apoyarse en la tecnología. Se adoptan tecnologías de muy diferentes campos, de hecho, lo habitual es tomar tecnologías existentes y realizar una labor de transformación, de implementación y de desarrollo dentro del problema característico que nos ocupe. Básicamente se toman tecnologías aeronáuticas, herramientas de análisis numérico, técnicas de ensayo para evaluar las fuerzas y momentos sobre el casco y sobre las velas, se usan los mejores procedimientos disponibles para evaluar el comportamiento estructural del barco y para analizar posteriormente las prestaciones del barco

El objetivo principal es tener herramientas y conocimientos para evaluar el efecto de la variación de cualquier parámetro de diseño en las prestaciones; un ejemplo puede ser la decisión de construir un barco relativamente más rígido, lo que se puede hacer a costa de un incremento de peso que nos va a reducir la cantidad de lastre que se puede llevar en el bulbo y, a su vez, la capacidad de equilibrar el momento escorante del plano velico.

Hay que ser capaz de simular todos estos as-

pectos y reunirlos en la herramienta final de evaluación disponible que es un "programa" de predicción de velocidad, que básicamente consiste en reunir en una caja todos los conocimientos y buscar el equilibrio del barco.

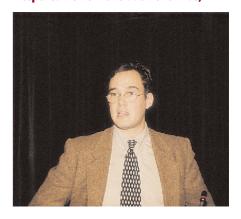
El esquema básico al final de todo el estudio que se lleva a cabo es buscar un equilibrio para una determinada escora, deriva y velocidad, buscando lógicamente de esta última la mayor posible. Por una parte están la fuerza de las velas y, por otra, la fuerza del casco y apéndices y para ello se utilizan distintas técnicas de ensayos, modelos matemáticos, estudios numéricos cada vez más (CFD principalmente), y luego datos empíricos en cuanto a evaluaciones de carenas y apéndices, resultados de túnel de viento, canal, etc., y todo esto manteniendo la integridad estructural del barco con unas deformaciones que sean compatibles con las prestaciones que estamos buscando.

El objetivo final se resume en algo tan sencillo como una gráfica en la que en el eje OX se tienen las velocidades del viento y en el eje OY la diferencia de segundos que tarda en completar un recorrido con respecto a un barco de referencia.

Después de todas estas variables y componentes nos vamos a encontrar que las diferencias entre los mejores barcos y los situados en la zona media son inferiores al 1 por ciento, lo cual nos da una idea del grado de afinamiento al que se llega.

Manuel Ruiz de Elvira terminó señalando que cualquier aporte tecnológico va a ser importante, de hecho es un factor clave, pero que sigue quedando un cierto margen para la ingeniería y para la genialidad, una idea que marque la pequeña diferencia con los demás, que haga ganar o perder, pues en este caso quedar segundo es perder.

Carlos Morales (Arquitecto Naval. Responsable de modelado de formas)



En cuanto al diseño de las formas de la carena se pueden distinguir tres fases principales: el análisis de la fórmula de la Regla; el desarrollo de series sistemáticas de parámetros de la carena en las que se van desarrollando distintos diseños hasta llegar a las formas finales; y, por último, sistemas de evaluación de las prestaciones del barco.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 73 **73**

La fórmula, como se ha visto antes, integra tres parámetros principales que son la eslora, la superficie vélica y el desplazamiento y hay distintas posibilidades de combinación para llegar al número de la fórmula. Lo primero que hay que establecer son los parámetros básicos en los que se quiere estar y para eso se realiza un análisis exhaustivo, se ven las limitaciones a las que te lleva la Regla y eso hace llegar a un barco base sobre el que centrarse.

A partir de ahí se desarrollan las series sistemáticas de variaciones del barco partiendo de una base, en nuestro caso el *Rioja de España* que era el barco del 95, y una vez que se había decidido el desplazamiento en el que se quería estar dentro de la Regla, se llevó el *Rioja de España* al desplazamiento deseado y a partir de ahí se hicieron distintas variaciones de los parámetros hidrostáticos básicos, tales como la posición longitudinal del centro de la carena, la relación entre la manga y el calado y el coeficiente prismático que da la distribución del volumen del desplazamiento a lo largo de la eslora

En un primer momento se utilizaron una serie de barcos que se ensayaron en el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo donde se ensayaron una serie de barcos con modelos a escala 1:7, en los que se establecieron los parámetros básicos del barco y después se fueron optimizando. Una vez que se había llegado a un rango más o menos aceptable se fueron optimizando las distintas posibilidades del barco hasta llegar a las formas finales. Se llegaron a ensayar casos muy extremos como uno de una manga muy reducida con un calado bastante alto, intentando estudiar la influencia del área lateral de la carena bajo la flotación en la sustentan. Muchos de estos casos evidentemente no dieron los resultados deseados aunque fue interesante comprobar hasta dónde llevaban.

Por último, el sistema de evaluación de prestaciones. Normalmente el metodo tradicional han sido los ensayos en canal. En este casco se llevaron a cabo con unos 7 modelos a escala 1:7 y con 16 modelos a escala 1:3,5, al objeto de medir las fuerzas y momentos de resistencias y sustentaciones que después nutren los programás de predicción de velocidad.

En cuanto a ensayos de canal se refiere, los diferentes con respecto a los realizados en el 95 es que por primera vez se ensayaron carenas para predecir el comportamiento en la mar. Uno de los caballos de batalla en el diseño de la carena fue tomar la decisión entre lo que era la proa alta fuera del agua o la proa baja como en los barcos de vela más tradicionales. Genéricamente, la proa alta tiene beneficios en navegaciones con olas y la proa baja es más beneficiosa cuando las condiciones de mar son más llanas. Se había estimado que en Nueva Zelanda habría olas de 1 metro y no estaba clara la decisión a tomar, por lo que se llevaron a cabo por primera vez ensayos en olas con el resultado de la decisión por la proa alta.

Finalmente, otro de los sistemas de evaluación de las prestaciones, que en ocasiones anteriores no se había explotado tanto y que ha sido muy importante en esta edición, han sido métodos que incluyen análisis numérico de CFD

Daniel Ruiz Sánchez (Ingeniero Aeronáutico. Responsable de CFD)

Desde el punto de vista del desarrollo tecnológico una delas áreas de importancia creciente en los últimos tiempos ha sido el área de métodos numéricos de CFD . La actividad en este apartado durante el desarrollo del barco de Copa de América se divide básicamente en el: Preproceso de las geometría que en la oficina técnica se iba decidiendo que era interesante calcular; el cálculo propiamente dicho y los tipos de código que se utilizaban; el posproceso de esos resultados y, finalmente, el análisis y la validación de los resultados y el resto de interferencias con otros programás y herramientas de cálculo dentro de la propia oficina técnica.

En cuanto se refiere al preproceso y al mallado es bastante sencillo. Una vez que se define la geometría a analizar en cada caso se efectúa ese preproceso que consiste en la generación de una malla, de una discretización de la geometría del modelo con los requerimientos que cada programa exija en cuanto a como tratar cada superficie por separado y definir las condiciones de contorno de cada caso a analizar, incluyendo, en el caso de los programas que se utilizaban en la oficina, modelos vélicos, y toda una serie de optimizaciones o de simplificaciones que se hacían para realizar los cálculos.

Una vez que ya se ha completado el preproceso, se alimenta el software con esa malla y se procede a realizar el calculo. En este caso a lo largo del desarrollo se utilizaron básicamente una serie de programás entre los cuales cabe destacar el programa SPLASH, que es un código potencial de paneles que incluye la simulación de la superficie libre del agua y también la simulación de la estela de los apéndices (quilla, bulbo, timón y aletas), se genera una estela y se calcula sus propiedades. También tiene un modulo de simulación de la resistencia de fricción pero básicamente es un código potencial. Luego también se utilizaba el programa VSAERO con capa límite acoplada para mejorar los resultados de fricción obtenidos en SPLASH y puntualmente se utilizaban otros códigos de ecuaciones completas de Navier Stokes o códigos de dos dimensiones para el calculo de perfiles optimizados, básicamente desarrollados por el INTA. Cabe decir, que todo el análisis numérico se desarrollo en colaboración muy estrecha con el INTA

En el caso del SPLASH, que era la columna vertebral del análisis CFD, se lanzaba el caso que consistía en una malla y un software interactivo de tal manera que se procedía a calcular una iteración, eso generaba una superficie libre determinada y se realimentaba para seguir calculando hasta que convergía el programa; por supuesto, se podía definir toda una matriz de puntos de cálculo inclu-

yendo un rango de velocidades, de escoras, derivas, ángulos de timón, para poder cubrir toda el espectro posible de condiciones de navegación.

Evidentemente cabe resaltar la influencia de la calidad del mallado en la precisión y en la fiabilidad de los cálculos y, por supuesto, la necesidad de refinar la malla en las zonas críticas del comportamiento del fluido en las cercanías del obstáculo, que en este caso es el barco.

El tercer paso consistiría en el posproceso de los resultados. Una vez que ha convergido y terminado el cálculo se obtiene un campo de presiones y velocidades en las proximidades del obstáculo, en la superficie libre y en las estelas, a partir del cual se puede estudiar el mapa de presiones para ver el aspecto local en cada zona del barco y decidir retoques locales o bien simplemente estudiar las fuerzas y momentos globales que el agua ejerce sobre el conjunto del barco y optimizar su comportamiento respecto al agua.

Existen una serie de herramientas de posproceso que para cada combinación de escoras, derivas y ángulos de los apéndices permiten elegir los parámetros de optimización más adecuados. Por supuesto, las herramientas de posproceso admiten una serie de puestas a punto y de selección de parámetros para efectuar ese posproceso.

Finalmente, el análisis de los resultados, que consiste básicamente en estudiar la influencia de los parámetros de diseño en las fuerzas y momentos globales sobre el barco, resistencia al avance y sustentación lateral para compensar las fuerzas vélicas. Evidentemente hay que definir en qué punto de diseño se quiere trabajar para ver cuales son las mejores geometrías en ese régimen y no estudiar puntos que no interesan. También se utilizaba este tipo de herramienta para hacer una correlación con los datos obtenidos en los ensayos de túnel de viento que se realizaron en el INTA y los ensayos de canal de carenas que se realizaron en la ETSIN y en el CEHIPAR.

Hay que decir que las correlaciones no fueron del todo malas pero siempre hay un cierto desvío entre lo que son métodos numéricos, que siempre establecen una serie de hipótesis y simplificaciones, y lo que son resultados de ensayos que se parecen más a la realidad. Siempre hay que tener eso en cuenta, no se puede despreciar la experiencia y fiarse solo al cálculo numérico.

Otra de la utilidades de estos programas es la alimentación de los programas de predicción de velocidades para realizar todo el cálculo de actuaciones del barco y terminar de completar el ciclo de optimización del diseño.

Manuel López Rodríguez (Ingeniero Naval. Responsable de estructuras)

En el diseño de este barco se empezó a trabajar prácticamente en 1995. Cuando se decidió cómo tenía que ser la estructura del Rioja de

74 74 INGENIERIA NAVAL enero 2000

España, se optó por una estructura a base de tubos, bastante complicada, pero ha sido la base de lo que se ha utilizado ahora.



En el diseño conceptual del barco consiste en conseguir que el barco deforme lo menos posible, siempre dentro de unos márgenes. Copa de América te fija unos mínimos laminados en lo que es el casco (pieles interiores y exteriores), pero la estructura interna es totalmente libre, y es aquí donde se puede optimizar lo máximo posible, con el primer objetivo de controlar la deformada y ver si es razonable o no. Por ejemplo, si se cambia mucho el ángulo de salida del agua del barco debido a la deformación, se pueden perder segundos y D.Manuel Ruiz de Elvira podría decir cuantos segundos representan unos milímetros en la deformada final.

Después hay que evitar tensiones, lo ideal sería llevarlas al coeficiente de seguridad uno, pero debido a un cierto desconocimiento e incertidumbre no se puede llegar a eso, pero este barco está casi al límite. El caso del "Young America" es anormal pero ya ocurrió en el 95 y ha vuelto a ocurrir ahora, debido sobre todo a la minimización del peso que es un factor fundamental, ya que llega a ser importante conseguir un ahorro de 20 kg en una estructura que pesa sólo 2 toneladas.

Se hizo una correlación experimetal con los programas de elementos finitos llegándose casi al 100 por ciento de exactitud, pudiéndose demostrar que los resultados por elementos finitos son los que se tiene en el barco en navegación, tanto en picos de tensión en unos puntos, o en deformadas; el problema que se tiene en la realidad tiene un componente dinámico que para el futuro habría que mejorar, posiblemente en el comportamiento en olas todavía nos quede dar un paso adelante.

Es muy difícil trabajar con elementos finitos por el coste que conlleva de tiempo; por ejemplo, para generar la malla de cada uno de los 20 barcos finales con que se ha trabajado se puede tardar unas dos semanas, por lo que es importante hacer pequeños modelos antes de decidirse por las soluciones adoptadas.

Uno de los mamparos más críticos del barco es el que sujeta la quilla; se hicieron dos modelos totalmente distintos en peso aunque la diferencia al final solo fueron 20 kg, pero lo más importante es que se podía controlar la deformada de la quilla por un par de milímetros y eso compensaba en estabilidad del barco. Lo más importante del resultado final es el ángulo que giraban las quillas en sus empotramientos.

El modelo final del barco se hizo con la colaboración del equipo de Antonio Miravete, una de las personas más reconocidas en el mundo en materiales compuestos. El barco parece muy sencillo porque no tiene nada más que 3-4 mamparos, una quilla y poco más, pero el mamparo del palo tiene 40 toneladas de compresión y, por ejemplo, en menos de un palmo por un palmo se está resolviendo 13-14 toneladas que lleva el estay, en las burdas se lleva 8 toneladas simplemente en dos tiritas de las dimensiones de una corbata. Esto puede conseguirse no solo por el hecho de la utilización de unos buenos materiales sino sobre todo por un trabajo bien hecho, en este caso con la Universidad de Zaragoza, habiéndose llegado a descubrir que la modelización de lo que es el núcleo del casco, donde hasta ahora se utilizaban una serie de teorías matemáticas, no eran del todo correctas en nuestro caso; por ello se modelizó el núcleo de todo el barco con elementos volumétricos, lo cual ha sido un gran input. Es decir, el casco en realidad tiene espesor, está modelado de forma que la cortante que se genera en el núcleo se modeliza, ya no se trata solamente de fórmulas matemáticas, sino que está hecho a través de elementos finitos que dan mucho más juego, aunque eso requiere muchas horas de trabajo.

Para todo ello se hizo un trabajo muy serio de ensayos de materiales desde el primer día. El problema principal es saber si la resina o el carbono que vas a usar corresponde a los números que vas a utilizar, por lo que se ha perdido muchísimo tiempo con los suministradores del material para saber que realmente los materiales que se han usado (carbonos, aluminios, titanios) corresponden a lo que se necesitaba; hay carbonos que tienen propiedades de 2.700 MPa de rotura, que no es muy normal encontrar en ingeniería, posiblemente sí en el sector aeronáutico porque se pueden permitir los costes, pero aquí en Copa de América se está muy limitados puesto que fijan un módulo máximo que puede tener el material y hay que jugar con él.

El peso final de la estructura del barco es de 2 toneladas que, sobre un desplazamiento de 25 toneladas, es relativamente poco comparado con cualquier otro tipo de barco.

La extensometría y las mediciones a escala real realizadas por la Universidad de Almunia de Doña Godina ayudaron muchísimo; partiendo de los datos suministrados de navegación que tienen toda las cargas dinámicas ya incluidas, se buscaba el coeficiente de seguridad que permitía la máxima carga dinámica y esa era la que se aplicaba.

La existencia de las cargas dinámicas no sólo se debe al viento sino también a las olas; el problema que está ocurriendo ahora mismo en Auckland es que la ola es muy pequeña pero tiene un periodo muy crítico para estos barcos y los está colocando en una situación bastante delicada; no solamente se ha roto el barco norteamericano sino que el segundo suyo también ha estado muy cerca de romperse. Es decir, que la situación es muy constante

y crítica para los barcos de Copa de América, un Copa America apoyado sobre dos puntos se parte y sabemos que tiene que estar apoyado en la ola para que eso no ocurra.

El problema que ocurrió con el famoso cadenote del *Bravo España* - un diseño bien realizado, que se había testado y calculado de cien maneras, con cálculos de plasticidad y fatiga incluidos, y en el que se invirtió un mes para su diseño -, fue que al final resultó que el material no estaba mal sino que tiene el condicionante de que se corroe internamente bajo tensión en ambiente salino. Es un problema que actualmente está todavía investigandose en teorías matemáticas, y con el problema ocurrido podemos aportar nuestros actuales conocimientos al desarrollo de la tecnología en este campo.

Jordi Brufau (Ingeniero Industrial. Responsable de diseño del mástil)



Explicó brevemente el proceso seguido para el diseño del mástil. Aparte de un diseño inicial se ha seguido un proceso iterativo de elaboración de un modelo de elementos finitos, aplicarle los estados de carga en navegación que se tenían, ver los resultados obtenidos y compararlos con los objetivos que se habían marcado y volver a modificar, rehacer el modelo y volver a calcular.

Para el diseño inicial había básicamente cuatro objetivos, y cuatro puntos a tener muy en cuenta: un peso limitado por la norma, no se puede hacer un palo excesivamente ligero porque la norma no lo permite, es un parámetro fijado y además de conservar ese parámetro se buscaba un mástil muy aerodinámico en dos aspectos, primero que hiciera poca resistencia al viento y, segundo, que interfiera poco en el funcionamiento de la vela; por otra parte, se necesitaba suficiente rigidez longitudinal y lateral; para que tenga rigidez lateral se necesita que el mástil tenga anchura suficiente, bastaba con la anchura mínima que exigía la norma, pero, sin embargo, para obtener la rigidez longitudinal deseada hubo que ir a un mástil mucho más largo de lo normal. La nor-

INGENIERIA NAVAL enero 2000 75

ma daba una dimensión mínima de 300 mm y se ha hecho de 340 mm.

Se han realizado estudios aerodinámicos para comprobar que ensanchando, haciendo un mástil de más canto, de más longitud, no se molestaba a la vela. El resultado obtenido era muy similar pero, sin embargo, la rigidez que se ganaba en las pruebas de las diferentes secciones aconsejó aumentar la longitud. Las características aerodinámicas del mástil del año 95 y las del 99 son muy similares aunque éste último tiene mucha mayor rigidez longitudinal.

Nos hemos ayudado de modelos de elementos finitos, y puesto que un modelo de elementos finitos siempre hay que validarlo con datos experimentales, lo primero que se hizo fue desarrollar un modelo y especificar una serie de ensayos de validación; por ejemplo, para validar el modelo del tubo se partió del tubo del barco anterior, se hizo un modelo y se reprodujo un ensayo de flexión simple tanto en el tubo real como con el modelo matemático elaborado, y se fue corrigiendo el modelo matemático hasta que se obtuvo una buena correlación. Lo mismo se realizó con el modelo del tubo más jarcia del mástil montado en el barco, se aplicaron una serie de tensiones diferentes a las burdas, estays, se establecieron diferentes condiciones de carga y se comprobó midiendo las deformadas en el modelo matemático y en el ensayo real que eran las mismas.

Se han realizado tres tipos de modelos de elementos finitos, uno que representa estrictamente el tubo, es un modelo de placas curvas, en el que cada uno de los cuadros en que está dividido el mástil tiene todas sus propiedades, número de capas de carbono que tiene, en qué dirección están puestas, etc. Hay que tener en cuenta que en la parte baja de mástil, que está sometida a 50 toneladas de compresión prácticamente, hay más de 100 capas seguidas unidireccionales de carbono. Entonces, para cada uno de los elementos del mástil, el ordenador tiene información del número de capas y en qué orientación están.

Un segundo modelo es la implementación a este tubo que ya funciona, un modelo que se corresponde con el tubo real, se le añade toda la jarcia, crucetas, obenques, etc., y se comprueba también este modelo con ensayos reales realizados en el barco.

Hasta aquí se ha aplicado ciencia y algo de matemática y experimentación pero lo más difícil es saber cuales son los esfuerzos reales a los que está sometido el mástil en navegación. Para ello se partió de un código CCD que se utiliza para el diseño de las velas y se han extraído datos intermedios, datos cualitativos de cómo se distribuye la presión aerodinámica en la vela, y después se calculó cómo se transmite esa presión aerodinámica a través de la vela hasta el mástil y se obtuvo una distribución cualitativa de esfuerzos y tensiones sobre el mástil, se calculó la resultante de todas esas acciones y se comparó con los valores conocidos, es decir, con la estabilidad del barco; por ejemplo,

se sabe que navega con 20 grados de escora, se sabe la estabilidad que tiene y, por tanto, se sabe el momento, el par de vuelco al que está sometido el barco en navegación, por lo que se puede definir una corrección cuantitativa a estos datos. Se ha introducido eso en el modelo, y se ha obtenido una serie de datos, tales como la tensión a que están sometidos los obenques, todos esos datos se han comprobado experimentalmente y se ha ido afinando así hasta obtener una correlación buena.

Jordi Brupau mostró un listado de las tensiones a que está sometido cada tramo de la jarcia, en condiciones de navegación con 20 nudos de viento, valores que se han medido experimentalmente con galgas extensiometricas y se ha cotejado siempre que coincide con los que salen del cálculo.

Una vez desarrollada la herramienta ya sólo es cuestión de optimizar, sabiendo primero qué objetivos se tienen, y realizando después las modificaciones y comprobaciones necesarias hasta su consecución.

Los objetivos marcados han sido tener la mínima caída lateral del mástil, la mínima flecha lateral, tener una curva longitudinal suficiente para que el mástil estuviera estable, no pudiera flectarse del revés, pero suficientemente pequeña como para que el diseño de las velas pudiera ser el adecuado, aun con un mástil con el que navegas muy recto se pueden diseñar velas muy planas y por lo tanto cogen un gran rango de vientos. Si se tiene un mástil que navega muy curvado se necesita una vela diferente para cada condición de viento y, por eso, interesaba navegar con el mástil longitudinalmente poco curvado y además que la curvatura esté repartida uniformemente a lo largo del mástil

Brupau mostró la deformada del mástil tanto longitudinal como lateral y debajo las curvaturas, la segunda derivada de la deformada, observándose que la curvatura no tiene demasiados saltos, es una curvatura bastante regular, por supuesto mucho más alta en la parte superior donde el peso es mucho más importante y mucho más recto el mástil en la parte baja

Otra cuestión es el pandeo lateral. Si el mástil estuviera libre en toda su longitud pandearía lateralmente puesto que está muy comprimido. Por eso se disponen las crucetas que son apoyos intermedios que disminuyen la longitud de pandeo. Desde el principio se decidió que el mástil tendría cuatro crucetas y violín y los primeros cálculos confirmaron que esa hipótesis era buena y lo que se ha estado calculando es cuanto tiene que aumentar la compresión en el mástil para que se empiece a producir el pandeo transversal.

El pando transversal quiere decir que el mástil entre crucetas se abomba y se arruga, se baja, perdiendo toda su rigidez, no quiere decir que necesariamente se rompa al pandear porque al bajarse todo se destensa y entonces se vuelve a subir, pero un mástil que está pandeando, cuando se comprime más de lo que pue-

de soportar, se desmonta a cada pantocazo, a cada esfuerzo dinámico todo el plano velico se desmonta, aunque visualmente no se detecta.

Por lo tanto, para poder comprimir fuertemente el mástil para esté quieto y para poder tensar el estay y dar forma adecuada a las velas, se necesitaba que el coeficiente de pandeo lateral fuera muy alto, pero no excesivo.

Otro objetivo que muchas veces no se tiene en cuenta y que ha sido definitivo es el análisis de la respuesta dinámica del mástil. ¿Eso que quiere decir?. Se calculan las frecuencias propias de vibración que están en relación al cociente peso/rigidez del mástil y la importancia que tiene esto en navegación es que un mástil que tiene una frecuencia propia muy alta es un mástil con mucho nervio, que lo definiríamos como la capacidad de recuperación del mismo. Un mástil con mucho nervio vuelve en seguida a recuperar su forma inicial y el plano vélico vuelve a ser óptimo mientras que un mástil con poco nervio tarda mucho en volver a recuperarla.

Si consideramos que hay un pantocazo cada 5 segundos, un mástil con una frecuencia propia de 1 Hz tardará medio segundo en recuperarse mientras que si tiene una frecuencia propia más baja pues tardará 1 segundo; por tanto, si de cada cinco segundos está uno fuera de condiciones de diseño o está medio, el tiempo en el que se está navegando con el empuje máximo cambia mucho.



Para comprobar que se está optimizando el material que se pone, se ve en diferentes condiciones a qué tensión está trabajando cada una de las capas de carbono, desde la más interior hasta la más exterior, y se ve que no hay capas que no trabajen prácticamente, hay alguna que no trabaja, pero se ve que todas las capas están prestando una colaboración.

Los objetivos conseguidos han sido mucha mayor rigidez longitudinal, con lo cual se tiene un mejor control del plano vélico, mayor control de la perilla, la parte alta del mástil cuesta mucho dominarla porque está muy lejos y porque los controles que llegan hasta allí están muy lejanos, se estiran mucho los cabos, y se ha conseguido controlarlo eliminando la burda baja. Los mástiles anteriores tenían back, estay, burda alta, burda media y burda baja, mientras que éste ya no tiene burda baja con lo cual se puede maniobrar mucho más deprisa.

También se ha conseguido mayor rigidez transversal con lo cual se tiene un mejor coeficiente de pandeo, mejor seguridad y más

76 76 INGENIERIA NAVAL enero 2000

posibilidad de tensar, de cazar burda para tensar el estav. Menos caída lateral que en el anterior, se ha bajado un 40 por ciento la caída lateral, o sea que un mástil de 35 metros de altura sólo cae lateralmente, con todos los esfuerzos que tiene, 230 mm y luego se ha conseguido mucha mayor rigidez torsional lo cual favorece un mejor control del plano vélico y que se pueda tener mejor precisión en las medidas electrónicas porque la veleta va en la perilla del palo y, si ésta se va moviendo torsionsalmente todo el tiempo, las medidas electrónicas que se hacen serían bastante pobres y, como se mencionado antes, un palo con más nervio, un palo mucho más estable, que se mueve menos y que cuando lo hace recupera pronto su forma inicial.

En una pequeña comparación con el mástil del 95 se ve que el coeficiente de seguridad a pandeo aumenta más de un 10 por ciento y la respuesta dinámica longitudinal aumenta más del doble. Es decir, este mástil recupera el doble de rápido que el mástil anterior. Uno está el 10 por ciento del tiempo, suponiendo un pantocacazo cada 5 segundos, fuera de sus condiciones optimas, mientras que el otro está el 20 por ciento.

Joaquín Coello (Ingeniero Naval. Director Técnico del Proyecto)

Mencionó que aparte el equipo técnico que estaba presente en la Mesa Redonda, hay otras dos personas que en aquellos momentos se encontraban en Nueva Zelanda: una es Rolf Vrolijk que se ha encargado fundamentalmente de la coordinación del equipo técnico en lo que es fundamentalmente el diseño del barco, y la otra es Javier Pamies, que se ha encargado de la gestión y de la coordinación a nivel empresarial de los diferentes organismos que han participado y que han trabajado en las diferentes áreas del proyecto y después de la construcción. Estas dos personas claves en la organización no han estado aquí pero han tenido y tienen una labor muy importante.

Joaquín Coello señaló que hay que reconocer que la Copa de América va a dejar un poso. El barco que tenemos ahora es significativamente mejor globalmente que el que tuvimos en el año 95, un barco que en el mismo recorrido tarda 7 minutos menos, lo cual es evidentemente bastante menos, pero la cuestión es si es suficiente para ganar y aquí, como alguien ha dicho antes, no es suficiente llegar el segundo.

Haciendo una labor critica constructiva de nuestro propio proyecto, Joaquín Coello señaló que lo que más nos ha vuelto a fallar en relación con el desarrollo del año 95, habiendo mejorado muchísimo, ha sido la puesta a punto. Nos hemos encontrado otra vez, por diferentes razones, incluidas las económicas pero también las de gestión del propio desarrollo, que el barco ha navegado poco y, cuando las regatas se ganan por un minuto ó por 15 ó 20 segundos, evidentemente la puesta a punto tiene una importancia radical. Nos hemos encontrado con diferentes circunstancias, la rotura del cadenote que nos hizo perder más de dos semanas de navegación en Valencia, el barco se construyó tarde a causa del retraso en la disponibilidad de fondos, etc. Las consecuencias es que se ha navegado poco y que ha habido poco tiempo de puesta a punto.

En el 95 fue absolutamente radical y si se compara cómo estábamos respecto a los barcos mejores de la flota en el año 95, en el primer y el último "Round Robin", pues al principio estábamos minutos alejados de ellos y al final estábamos alejados sólo segundos, En estos momentos esto también nos está ocurriendo, hemos tenido un segundo "Round Robin" que no ha sido todo lo satisfactorio en cuanto a la evolución del primero al segundo, de hecho fuimos mejor en el primero que en el segundo, y vamos a ver qué ocurre en el tercero. El problema es que se conoce insuficientemente el barco, no ha sido suficientemente afinado porque no ha habido tiempo para ello.



En cuanto al poso que deja el proyecto, hay tres áreas claras en las cuales se ha aportado tecnología que puede ser utilizada, naturalmente para diseño de barcos de vela, de balandros, pero también para otras aplicaciones. Estas áreas de investigación son, en primer lugar, los ensayos, la metodología del ensayo, de la medición, de la extensometría, conocer cómo se comporta una estructura, naturalmente los ensayos hidrodinámicos.

Los ensayos de canal de un barco normal con propulsión a motor es un problema muy fácil de resolver, una ecuación con una incógnita, un empuje que da la hélice y una resistencia que tiene el casco; pero en los barcos de vela hay que resolver un problema de cinco ecuaciones con cinco incógnitas absolutamente interrelacionadas entre ellas y que solo la aparición del cálculo numérico ha permitido resolver. Estos ensayos tan complicados, donde hay que medir tantos parámetros, han permitido que la metodología de ensayos del Canal de El Pardo haya mejorado muchísimo y también la de la ETSIN. Es decir, que tenemos unos laboratorios hoy en día que se han beneficiado de los esfuerzos hechos para llevar a cabo lo que se ha ensayado en la Copa de América tanto aerodinámica como hidrodinamicamente

En segundo lugar, hay otra área de mejora clara que es el tema de los materiales, es decir, hoy en día en el área de lo que es la fibra de carbono, del comportamiento del carbono y también de otros materiales, hemos mejorado muy sensiblemente. Se ha explicado antes que no es suficiente saber cual es el cálculo y cual es la fuerza en un determinado momento en un determinado punto de la estructura, hace falta saber cómo se va a comportar esa estructura y ahí

estamos llegando ya al comportamiento físico del material en la zona determinada, en la dirección adecuada, etc. Eso evidentemente supone que hay que hacer un ensayo, que hay que tener una experimentación muy adecuada del material que se va utilizar para poder hacer, que en el fondo es lo que interesa, que el coeficiente de seguridad sea bajo, en teoría que sea la unidad.

Y finalmente, la última área en la que se ha mejorado bastante, se tiene bastante más información, y por tanto va a haber tenología disponible, es el diseño de diferentes elementos, de estructuras, del casco, de hidrodinámica de los apéndices, etc.

Al final, el esfuerzo económico realizado a través de los fondos públicos que hemos tenido, a través del Consejo Interministerial de Ciencia y Tecnología, o bien de los esponsores que directamente ha tenido el Desafío, ha permitido crear una tecnología. Según Joaquín Coello, la tecnología creada está disponible, puede servir para esto y para otras cosas y eso supone que el dinero gastado y el esfuerzo invertido no ha sido baldío sino que ha ido en mejora del patrimonio tecnológico del país que es uno de los objetivos, si se quiere indirectos, pero importantes del Desafío.

Como se ha dicho antes hay una componente de suerte, en las regatas gana el que comete menos errores. Al final de cuentas es una cuestión humana, de todos los tripulantes, del funcionamiento, de la elección en un momento defermimjado de una maniobra o de una vela. En este Desafío se puede decir que hemos tenido un barco bueno, se ha tenido la ventaja de haber tenido dinero muy pronto lo que permitió desarrollar tecnológicamente bien el barco, pero no cabe duda de que el resultado final viene influido por otra serie de condicionantes que no son únicamente los tecnológicos. Joaquín Coello terminó agradeciendo públicamente a todas las entidades que han ayudado para que esto fuera posible, ahora hay un equipo que puede diseñar un barco de Copa de América que se ha podido apreciar no es una cola baladí y que tiene bastante importancia desde el punto de vista tecnológico.

La clausura del acto fue realizada por Fernando Casas, Director General de la Marina Mercante, quien señaló que este proyecto es fruto de un trabajo en equipo, mencionando el adagio que dice que "para que un equipo funcione tiene que estar constituido por un mago, un artista, un juez y un guerrero". Se necesita un mago porque tiene que ser una idea original y absolutamente novedosa, tiene que haber en el proyecto un artista porque las ideas de los magos pasan a la realidad cuando hay un artesano que es capaz de transformarlas en una obra tangible, pero también tiene que haber un juez que dice si eso es compatible con las reglas, con el funcionamiento establecido y, finalmente, hace falta el guerrero que es quien lleva a la practica la misión en un mundo competitivo en el cual hay que implantarla. Aquí se ha cumplido perfectamente esta cuádruple asignación de funciones por lo que felicitó a todos los que han permitido llegar a este resultado.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 77 77

Jornada sobre "Las Ingenierías y el Medio Ambiente



El día 4 del pasado mes de noviembre se celebró en Sevilla, en la Escuela Superior de Ingenieros, una jornada sobre "Las Ingenierías y el Medio Ambiente", que fue organizada por el Comité de Medio Ambiente del Instituto de la Ingeniería de España en colaboración con las Asociaciones de Ingenieros y el patrocinio de diferentes instituciones y empresas.

El citado Comité desarrolla una estrategia de difusión del papel de los ingenieros en el campo del medio ambiente.

El objetivo de la jornada era exponer los puntos de vista y realizaciones más sobresalientes de las distintas ramas de ingeniería en el campo medioambiental, tanto desde la óptica de las distintas Asociaciones de Ingenieros como desde la vertiente profesional en diferentes empresas.

La apertura de la jornada contó con la presencia de D. Luís Garrido, Viceconsejero de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, D. José M. Chicot Urech, Presidente del Instituto de la Ingeniería de España, y D. José Vale Parapar, Director de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla.

En la primera parte de la jornada se expuso el punto de vista de las Asociaciones de Ingeniería, interviniendo representantes de las siguientes Asociaciones de Ingenierios: Industriales, Montes, Navales, Telecomunicaciones, Agrónomos Aeronáuticos, Caminos, Defensa, ICAI, y Minas.

La Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos (AINE) estuvo representada por

nuestro compañero Juan Ramón Calvo Amat, Vocal Suplente de la Zona de Sevilla, quien impartió una conferencia en la que, en primer lugar, destacó la existencia de un Comité de Medio Ambiente en la AINE, así como sus objetivos y actividades realizadas.

A continuación habló de los principales problemas medioambientales en la construcción naval, que son los procesos de tratamiento de superficies: chorreado y pintado así como de sus posibles soluciones.

Después pasó a comentar los problemas medioambientales del tráfico marítimo, citando el problema del vertido de petróleo causado por los accidentes de petroleros.

Se analizaron las causas de algunos de los más conocidos accidentes: *Torrey Canyon, Amoco Cádiz, Exxon Valdez* y el ocurrido en la Coruña, mostrándose fotos de uno de estos accidentes y de sus efectos.

A continuación se desccribieron los soluciones que la Ingeniería Naval ha aportado a este problema, principalmente el empleo de sistemas redundantes en los equipos principales y el diseño de petroleros de doble casco como el E3 desarrollado por Astilleros Españoles en colaboración con otros astilleros europeos.

Sobre los logros en medio ambiente conseguidos por los ingenieros navales se mostraron fotos de los modernos buques de crucero que, con un volumen de hasta 3.000 pasajeros, utilizan unos sistemas modélicos de tratamiento de residuos, haciéndose una breve descripción de éstos. Por ultimo, sobre un plano de Europa se mostró la posibilidad de realizar el tráfico de camiones de Almería a Hamburgo y cómo 5.000 camiones podrían sustituirse por un solo buque portaacontenedoress de última generación.

En la segunda parte de la jornada se expuso el punto de vista de las empresas, actuando de moderador nuestro compañero Jesús Casas Rodríguez, Presidente del Comité de Medio Ambiente de la AINE. Intervinieron representantes de las empresas: Abensur, Arthur Andersen, Astilleros de Sevilla, Enresa, Inerco, Grupo MGO, Aesma, Egmasa, Environment Transport & Planing, Instituto Andaluz de Tecnología, Price Waterhouse Cooper, y Sevillana de Electricidad.

El Director de Astilleros de Sevilla, Andrés Sanz de Castro, impartió una conferencia en la que señaló que el astillero consume energía, recursos naturales y materias primas para desarrollar su producto, el buque, y como consecuencia de esta actividad industrial se genera un impacto medioambiental.

A continuación describió las distintas actuaciones que se llevan a cabo para minimizar al máximo dicho impacto a través del desarrollo e implantación de un Sistema de Gestión Medioambiental según la norma ISO 14001.

- Gestión del agua con el control de los vertidos de aguas pluviales y residuales, gestión por gestor autorizado de las aguas de pruebas y sentinas, e instalaciones de barreras antivertido para contener posibles derrames al río
- Gestión de materiales con segregación de los residuos en origen, con sistema de clasificación de cubas de diferente color y gestión de los residuos peligrosos con un almacenamiento temporal adecuado.
- Gestión de la energía con control del consumo y del aire, con medición de las emisiones en las operaciones de granallado y pintado.

A continuación describió las responsabilidades de la Política Medioambiental en la organización del Astillero, así como el sistema de formación y sensibilización medioambiental.

La jornada fue clausurada por D. Rafael Fernández Rubio, Presidente del Comité de Medio Ambiente del Instituto de la Ingeniería de España, y D. José María Bueno Lidón, Presidente de la Asociación de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental.

agenda

LIGHTWEIGHT CONSTRUCTION LATEST DEVELOPMENTS

Febrero 2000 Londres U.K.

Contactar con: Conference Department, RINA, Fax: +44 259 5912

OCEANOLOGY INTERNATIONAL 2000

7 – 10 marzo 2000 Brighton, U.K.

Contactar con: Spearhead Exhibition Ltd. Tel: +44 181 949 9222, Fax: +44 181 949 81 86

Seatrade Cruise Shipping Covention

7-10 marzo 2000 Florida, EEUU

Contactar con: Tel: +1 609 452 9414, Fax: +1 609 452 9374

INEC 2000 Marine Engineering Challenges for the 21st Century

14-16 marzo

Hamburgo, ALEMANIA Contactar con: Laura Crane, Tel: +44 171 481 8493, Fax: +44 171 488 1854

Sea Australia 2000 Congress

20-22 marzo 2000

Brighton Beach, Sydney, Australia Contactar con: Tel +61 2 9290 3366, Fax: +61 2 9290 2444, e-mail: seaaust2000@icms.com.au

SINGAPORT 2000, International Maritime Conference and Exhibition

29-31 marzo SINGAPUR

Contactar con: Chandran Nair, Tel: +65 321 2103, Fax: +65 274 0721

HPMV 2000, 3rd international conference for high-performance marine vehicles

Abril 2000

Shanghai, China

Contactar con: RINA, Tel: +44 0 171 235 4622, Fax: +44 0 171 259 5912

NCT'50, internaional conference on propeller cavitation

3-4 Abril 2000

Newcastle, UK

Contactar con. Tel: +44 0 191 222 8977-6815, Fax: +44 0 191 222 5491, e-mail: nct50@newcastle.ac.uk

SeaJapan 00

5-7 abril

Tokyo, JAPON

Contactar con: Tel: +813 3669 5811, Fax: +813 3669 5820

EXPO-RAPITA, XI Fira Estatal Nàutico Pesquera

29 abril - 2 mayo 2000 Sant Carles de la Ràpita, España Contactar con: Tel: 977 74 01 00, Fax: 977 74 43 87

GNSS 2000 Global Navigation Satellite Systems

1-4 mayo

Contactar con: The Royal Institute of Navigation. Tel: +44 171 591 3130, Fax:+44 171 629 4009

4th International Forum for Aluminium Ships.

Mayo 2000

New Orleans, USA

Contactar con: Giles Clark, Tel: +44 1580 766 960, Fax: +44 1580 766 961

32nd Offshore Technology Conference

1-4 mayo

Houston, Texas, USA

Contactar con: OTC Tel:+ 1 972 952 9494, Fax: +1 972 952 9435

International Conference " SURVEY, SURVEILLANCE, PILOT AND RESCUE CRAFT"

Mayo 2000 Londres, U.K.

Contactar con: RINA, Fax: +44 171 259 5912

IMDC 2000, 7th international marine design conference

21 - 24 mayo 2000 Kyongju, Corea

Contactar con: Fax + 82 52 230 3410, e-mail: imdc2000@hhi.co.kr

ICMES 2000 8TH INTENATIONAL CONFERENCE ON CO-OPERATION ON MAINE ENGINEERING SYSTEMS

22-23 mayo 2000 New York, USA

Contactar con: Tel: +1 860 767 90 61, Fax: +1 860 767 1263, email: mtoyen@seaworthysys.com

SMM 2000

26 – 30 septiembre Hamburgo ALEMANIA Contactar con: Tel: +49 40 35 69 21 46, -21 47, Fax: +49 40 35 69 21 49, e-mail: smm@hamburg-mes-

Hay muchos caminos para tratar de desvelar las oportunidades que ofrece el mercado pero, sólo uno, se llama





Hay muchos caminos posibles para orientar ciertas decisiones comerciales, pero solamente un gestor informático le permitirá realizar análisis y seguimiento del mercado, día a día



Hay muchos caminos para llegar a un armador, un astillero, un buque, una reparación, o un precio, un contrato, o un flete... ... pero sólo uno le lleva a todo





La más amplia cobertura de bancos de datos del sector naval, combinadas en un potente gestor informático. (diseñado para entorno Windows con base de datos en Access de Microsoft Office.)**

Hay muchas consultorías que ofrecen sus servicios, pero... sólo una, ha desarrollado FEDICA*

FERLISHIP

Gestión y consultoría en Marketing Tecnico-Comercial Centro de Negocios Callao Pza. Sta. Mª Soledad Torres Acosta,2. 2ª (28014 Madrid Tel.: 91 531 01 78, 689 01 45 66 Fax: 91 531 01 78

Gestión Medioambiental e ISO 14000



Las Normas ISO 14000 proporcionan a la industria una potente herramienta para gestionar el impacto de sus actividades en el medio ambiente y llevar a cabo sus tareas de una manera menos perjudicial para el entorno. tener una visión general de las normas actualmente publicadas y de las que se encuentran en fase de preparación, así como de los antecedentes relativos a la evolución de dichas normas.

Asimismo, permite conocer y entender los aspectos de la gestión medioambiental abordados por el Comité Técnico de ISO 207 (ISO/TC) Gestión medioambiental, responsable de la elaboración de la familia de Normas ISO 14000.

El contenido del libro es el siguiente:

- Antecedentes del ISO/TC 207 Gestión medioambiental.

- La gestión medioambiental, la razón de ser de ISO 14000.
- Sistemas de gestión medioambiental: el método ISO.
- Auditorías medioambientales.
- Serie de normas ISO 14020 de etiquetado medioambiental.
- Evaluación del comportamiento medioambiental.
- Análisis del ciclo de vida (ACV).
- Posible utilización de las Normas ISO 14001 e ISO 14004 en el sector forestal como apoyo a la gestión forestal sostenible (GFS).

Para pedidos: AENOR, Tel.: 91-4326000; Fax: 91-3104032.

Gestión del mantenimiento

Esta publicación destaca la importancia y las implicaciones de la función de mantenimiento, tanto desde la perspectiva económica como desde la perspectiva de la seguridad de las personas y los bienes.

Esta publicación presenta la serie de Normas ISO 14000 a aquellos lectores que quieran ob-

Analiza las claves de su progreso hacia un mantenimiento de cuarta generación, determinado por la evolución simultánea de métodos y medios, frente a los tradicionales mantenimientos preventivo y correctivo.

El contenido del libro es el siguiente:

- El mantenimiento. Definición e importancia.
- Evolución y cambio del mantenimiento.
- Objetivos imprescindibles y medios de acción.
- Medios relativos al personal.
- Medios en cuanto al suministro y equipamiento.
- Mantenimiento subcontratado.
- Mantenimiento sistemático.
- Mantenimiento condicional.
- Mantenimiento corrector. Elección óptima de los métodos de mantenimiento.
- Optimización del coste global de los equuipos.
- Mejora de la disponibilidad de los equipos.
- Sistemas de información.

Para pedidos: AENOR, Tel.: 91-4326000; Fax: 91-3104032.



Seguridad de las máquinas



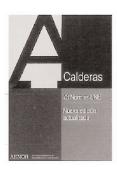
Este manual contiene 15 normas UNE idénticas a normas europeas que constituyen una referencia básica para el cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad

exigidos por la Directiva sobre máquinas. Recoge especificaciones que establecen la situación de los dispositivos de protección, el alumbrado integral de las máquinas y los requisitos de los equipos de protección electrosensibles. Incluye, igualmente, métodos para la valoración de las sustancias peligrosas transportadas por el aire y para la medida de las vibraciones.

Por último, contiene directrices para la determinación de los niveles de potencia acústica y para el control del ruido mediante silenciadores, así como para prácticas recomendadas para el diseño de máquinas y equipos de bajo nivel de ruido.

Para pedidos: AENOR, Tel.: 91-4326000; Fax: 91-3104032.

Calderas



El nuevo manual sobre CALDERAS, versión revisada y actualizada de la anterior edición de 1993, recoge 73 normas UNE sobre diseño, construcción, instalación, ensayos, mantenimiento y revisión de calderas.

Incluye, asimismo, el texto del Real Decreto 769/1999, por el que se dictan las disposiciones de publicación de la Directiva de Equipos a Presión, relativo al diseño, fabricación y evaluación de la conformidad de los equilños a presión y de los conjuntos sometidos a una presión máxima admisible PS superior a 0,5 bar. Las normas contenidas en este manual incluyen especificaciones sobre:

- Calderas.
- Certificados y marcas.

- Chapa de acero.
- Combustibles.
- Conductos y chimeneas.
- Ensayos.
- Funcionamiento y mantenimiento.
- Instalación.
- Soldadura.
- Quemadores.
- Sistemas y dispositivos de seguridad.

Para pedidos: AENOR, Tel.: 91-4326000; Fax: 91-3104032.

Ensayos con modelos propulsados con chorro de agua

Ramón Quereda Laviña, Dr. Ingeniero Naval. Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo

1.- Introducción

2.- Características propulsivas de un "waterjet"

- 2.1. Empuje, T
- 2.2. Velocidad de entrada, V_i
- 2.3. Velocidad del chorro, V_i
- 2.4. Rendimiento propulsivo, $\eta_{\rm w}$
- 2.5. Potencia total, BHP, P_{MP}
- 2.6. Potencia en el eje, SHP, PD
- 2.7. Potencia efectiva, EHP, PE

3.- Ensavos

- 3.1. Remolque
- 3.2. Autopropulsión
- 3.2.1. Resultados de los ensayos
- 3.3. Tracción a punto fijo
- 3.4. Ensayo de la aspiración y difusores 3.4.1. Disposición y procedimiento
- 3.5. Ensayo de las bombas
 - 3.5.1. Generalidades
 - 3.5.2. Características
- 3.6. Cavitación en bombas
- 3.7. Ensavo de la tobera

4.- Criterio de extrapolación

- 4.1. Método alternativo
- 5.- Referencias

Resumen

El uso del sistema propulsivo por chorros de agua está creciendo rápidamente. El buque lleva uno, o varios, orificios en la parte baja del casco por donde se aspira el agua que, después de haber sido acelerada, es expulsada por la tobera.

Los modelos deben ser geométricamente semejantes al buque, aunque el sistema propulsivo que se instala, bomba, no precisa conservar la escala empleada para las formas.

Se presenta un procedimiento de ensayos con el sistema propulsivo por chorros de agua, exponiendo la formulación que permite hallar los rendimientos de los distintos elementos constitutivos de este sistema de propulsión marina.

Para extrapolar los resultados de los ensayos, se ha desarrollado un criterio, que posibilita la definición de las características propulsivas del buque real, para dimensionar, adecuadamente, los elementos de su sistema propulsivo.

1.- Introducción

En los sistemas propulsivos por expulsión de un chorro de agua, el empuje necesario, para que un buque avance con una determinada velocidad, se produce acelerando una masa de agua.

Esta masa de agua es ingerida a través del conducto, cuya entrada es un orificio, "inlet", practicado en la parte baja de la carena del buque. Una bomba, situada en el interior del conducto, aspira agua del mar, y la hace llegar a la tobera donde se acelera, para ser expulsada a una gran velocidad.

La variación de la cantidad de movimiento del flujo de agua, que evoluciona por ese sistema, proporciona la fuerza necesaria, para propulsar los vehículos marinos.

La predicción de las características hidrodinámicas de los buques debe basarse en cálculos, donde elementos como, "inlet", difusor, bomba, y tobera se analizan juntos, para elaborar una predicción con garantías fiables.

Estos cálculos emplean, como datos de partida, los resultados que se obtienen a partir de varios ensayos, realizados con un modelo, fabricado con la escala más adecuada. Al aplicar un criterio de extrapolación válido, se verifica la predicción a escala real.

Esto requiere un análisis teórico de las características de todo el conjunto, para lo cual es necesario, determinar, previamente, las características particulares de cada componente, incluyendo la determinación de sus rendimientos.[1]*

Posteriormente, debe planificarse un procedimiento, para conocer los efectos de la interacción entre los elementos de este sistema propulsivo por chorro de agua.

El estudio de la propulsión con los "waterjets" es más complicado que el caso de una hélice convencional, puesto que los elementos que intervienen, para proporcionar el empuje que necesitan estos barcos, están incorporados en el interior de un conducto, situado dentro de la carena, por donde evoluciona el flujo de agua.

Como consecuencia de ello, los ensayos que deben realizarse, para analizar ese sistema propulsivo, son más numerosos que los de una care-

* Los guarismos que figuran entre corchetes, aluden a referencias enumeradas al final del presente trabajo.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 81 **81**

na, propulsada con una hélice convencional, puesto que tienen que conocerse las características particulares de cada componente del "waterjet", conducto de aspiración, bomba y tobera.

Es preciso comprender, cómo discurre el flujo por el interior del conducto de aspiración. Para ello, debe obtenerse la distribución de velocidades en la entrada del conducto de aspiración.

Posteriormente, se determinará cómo evoluciona el flujo del agua, hasta que llega a la bomba, y después a la tobera, para calcular ambos rendimientos, cuando trabajan en el flujo real, perturbado por el funcionamiento del sistema propulsivo.

Para poder desarrollar un método de extrapolación, válido, basado en los resultados obtenidos, como consecuencia de la realización de los ensayos pertinentes, conviene, exponer los fundamentos que van a utilizarse, para analizar este sistema propulsivo.

La teoría simplificada de la cantidad de movimiento, versión del caso ideal, no es la adecuada, para describir, completamente, las características de este sistema propulsivo, trabajando en fluidos reales, puesto que los efectos de la capa límite, la rotación del flujo por acción de la bomba y la pérdida de energía en cada uno de los componentes, entre otros aspectos, han de considerarse.

No obstante, conviene utilizar esta teoría como punto de partida, incluyendo, posteriormente, las correcciones pertinentes, al ir teniendo en cuenta las diferencias, existentes, con el caso real que se está analizando.

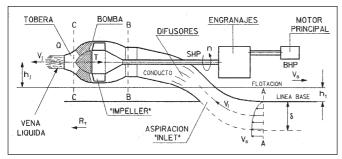


Figura 1. Componentes de un "waterjet"

La figura 1 representa la disposición del sistema propulsivo por chorro de agua, significando los componentes que intervienen para aspirar y expulsar el agua del mar, necesaria para propulsar las embarcaciones rápidas.

El motor principal acciona un eje, transmitiéndole un porcentaje de su potencia, para poner en funcionamiento una bomba, situada en el conducto de aspiración, por el que evoluciona el fluido que proporciona el empuje en este sistema propulsivo.

Se ha representado la distribución de velocidades en el interior de la capa límite a proa del "inlet", orificio de entrada de este fluido al conducto de aspiración. Mediante, h_{l_i} se ha significado la altura del eje de la tobera sobre el nivel del mar, designando h_1 la inmersión del orificio de ingestión, profundidad por debajo de la línea de flotación.

La masa de agua se ingiere con una cierta velocidad, V_i , a través del orificio de aspiración por acción de esa bomba. Acto seguido, pasa a una tobera, por donde es expulsada a una mayor velocidad, V_j , propiciando el empuje de la embarcación.

2.- Características propulsivas de un "waterjet"

El empuje que produce un sistema propulsivo por chorros de agua, tiene su origen en la variación de la cantidad de movimiento del flujo que atraviesa los elementos constitutivos del "waterjet".

Por ello es importante conocer la velocidad de entrada del flujo por el orificio de acceso al conducto de aspiración, su evolución hasta atravesar la bomba y la velocidad de salida por la tobera.

La hipótesis de la continuidad de ese flujo, es decir, considerar que no existe pérdida de masa en su evolución por todo el sistema propulsivo, caudal constante, permite relacionar las velocidades de entrada y salida del fluido en el sistema.

El sistema dispone del motor principal que pone en funcionamiento una bomba, emplazada en el conducto de aspiración, que se encarga de realizar su trabajo, obligando al flujo de agua a evolucionar por el sistema propulsivo.

Las pérdidas de energía se ponen de manifiesto mediante diversos parámetros que identifican el rendimiento en las diferentes zonas del sistema propulsivo.

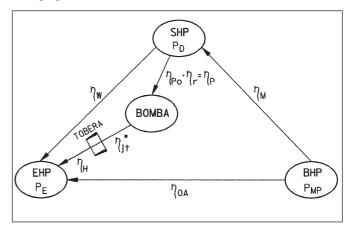


Figura 2.- Rendimientos en un "waterjet"

La figura 2 presenta un esquema que manifiesta la potencia en los diferentes elementos del "waterjet", detallando los rendimientos en las distintas zonas por las que va evolucionando el flujo.

El empuje, la velocidad del flujo que circula por el sistema, el rendimiento y potencia en los elementos del "waterjet" se exponen a continuación en epígrafes que incluyen la nomenclatura empleada en la figura 2, precedente.

2.1. Empuje, T

El empuje, generado por un sistema propulsivo por chorro de agua, emana del incremento de la cantidad de movimiento, proporcionada al flujo que atraviesa el sistema en la unidad de tiempo.

La cantidad de movimiento de la masa de ese fluido que se expulsa por la tobera menos la que lleva esa masa de agua, al entrar por el orificio del conducto de aspiración, permite obtener el empuje que produce este sistema.

$$T = \iint_{\Lambda_i} \rho \, V_j^2 \, dS - \iint_{\Lambda_i} \rho \, V_i^2 \, dS$$

En la teoría simplificada este empuje puede calcularse por medio de una expresión muy sencilla, obtenida, al aplicar la hipótesis de que el agua que está atravesando una sección perpendicular a la dirección de ese flujo, lleva la misma velocidad en todos sus puntos, siendo constante el caudal.

Empuje bruto, T_G.

$$T_G = \rho Q(V_i - V_i)$$

Siendo V_i la velocidad en la entrada del conducto de aspiración, V_j la velocidad en la salida de la tobera, mientras Q representa el caudal de agua que evoluciona por el sistema.

Resistencia de momento, R_m.

$$R_{m} = \rho Q(V_{s} - V_{i})$$

82 82 INGENIERIA NAVAL enero 2000

Equivale a la fuerza precisa, para acelerar una masa de agua para que pueda ser ingerida por el orificio de aspiración. Para ello, debe alcanzar la velocidad del buque, $V_{\rm s}$.

Empuje neto, T_N.

$$T_N = \rho Q(V_j - V_s) - C_{D_i} - \frac{1}{2} - \rho V_a^2 - A_i$$

Siendo C_{Di} el coeficiente de la resistencia debida a la fricción en el "inlet", r, la densidad del líquido que evoluciona por este sistema propulsivo, V_{av} la velocidad de aproximación del flujo al orificio de aspiración, y, A_{i} , la sección del orificio de entrada al conducto de aspiración en dirección normal a la velocidad del flujo, ya empleado en la relación 1.

Resistencia de remolque, R_T

La fuerza resistente ofrecida por el agua, cuando una embarcación se desplaza, R_T , se conoce como resistencia de remolque. Equivale a la fuerza que se precisaría ejercer sobre ese buque, para poder remolcarlo a la velocidad considerada. Su valor puede obtenerse, realizando pruebas de remolque.

2.2. Velocidad de entrada, V_i

En la teoría simplificada, la velocidad de entrada del flujo por el orificio de acceso al conducto de aspiración, puede obtenerse, considerando el caudal, Q, que evoluciona por el sistema.

Si se supone que toda la masa de agua aspirada, es empleada para la propulsión, es decir, no hay pérdida de líquido, el caudal del fluido, al pasar por el "inlet", permite calcular esta velocidad.

$$V_i = \frac{Q}{A_i}$$

Según la rigurosidad que se desee utilizar en los cálculos, V_i , velocidad de entrada, puede determinarse con distintos criterios, según sugieren diversos investigadores que publican sus trabajos sobre estos sistemas propulsivos.[2]

Utilizan magnitudes basadas en el conocimiento de la capa límite a proa del orificio de aspiración. Aunque no hay un acuerdo claro sobre cuál es la velocidad correcta, para definir esta velocidad de entrada, la más utilizada resulta ser la velocidad de momento.

La velocidad del flujo aspirado puede definirse por su velocidad media, la velocidad de momento, ó, la velocidad de energía, cuyas expresiones se presentan a continuación.[3]

Velocidad media, V_i = V.

$$V = \frac{\delta}{y} \int_{\delta}^{y} {u \choose V_{s}} d{y \choose \delta}$$

Velocidad de momento, $V_i = V_m$.

$$\frac{V_m}{V_s} = \frac{V_s}{V} \frac{\delta}{y} \int_{\delta}^{y} (\frac{u}{V_s})^2 d(\frac{y}{\delta})$$

Velocidad de energía, V; = V*.

$$\left(\frac{V^*}{V_s}\right)^2 = \frac{V_s}{V} \cdot \frac{\delta}{v} \int_{\delta}^{v} \left(\frac{u}{V_s}\right)^3 d\left(\frac{v}{\delta}\right)$$

La distribución de la velocidad, "u", en el interior de la capa límite puede definirse como una función del espesor, " δ ".

$$\frac{u}{V_s} = (\frac{y}{\delta})^{\frac{1}{n}}$$

El exponente, n, toma un valor diferente, según se trate de capa límite en modelos, o en buques reales, lo cual debe considerarse para desarrollar correctamente el criterio de extrapolación.

2.3. Velocidad del chorro, V_i

Considerando la continuidad del flujo, teniendo en cuenta que no existe pérdida de masa en su evolución por el sistema propulsivo, el caudal, relación 5 escrita anteriormente, referida al orificio de entrada al conducto de aspiración, puede considerarse al salir de la tobera. En esta condición, el caudal adquiere la siguiente expresión.

$$Q = A_i V_i$$
 10

Para determinar la velocidad que lleva el flujo, al ser ingerido en el "inlet", algunos autores utilizan el factor de estela, "w", "volumetric wake fraction".[4]

$$V_i = V_s(1 - w)$$

Introduciendo estas dos relaciones, 10 y 11, en la fórmula 2, que hace referencia al empuje bruto, se puede escribir su expresión en función de las velocidades del flujo en distintos puntos y del area del orificio de salida de la tobera.

$$T_G = \rho \Lambda_j V_j [V_j - V_s (1 - w)]$$

Operando convenientemente, se observa que esta expresión responde a una ecuación de segundo grado, siendo la variable V_{j} , velocidad de salida del líquido por la tobera del "waterjet". Esta ecuación presenta dos soluciones posibles.

$$V_j^2 - V_j(1-w)V_s - \frac{T_G}{\rho A_j} = 0$$
 13

Teniendo en cuenta que la resolución matemática de esta ecuación ha de ser válida, solo es posible adoptar una solución positiva, por lo cual puede concluirse que la expresión de la velocidad del flujo, al salir de la tobera, está obtenida en función del empuje proporcionado por este sistema propulsivo.

$$V_{j} = \frac{1}{2} V_{s} (1 - w) + \frac{1}{2} - V_{s}^{2} (1 - w)^{2} + \frac{4 T_{G}}{\rho A_{j}}$$
 14

Es fácil comprobar que el segundo término de esta expresión tiene mayor valor que el primero, debido a que el segundo sumando del radicando es, obviamente, positivo.

De acuerdo con la expresión 14, y, una vez conocido el valor del empuje, $T_{\rm G}$, necesario para propulsar esas embarcaciones, se puede determinar la velocidad de salida del chorro por la tobera.

Una vez determinada esta velocidad del chorro, se puede precisar el caudal requerido, al introducir su valor, $V_{\rm j}$, en la expresión 10, escrita anteriormente.

Utilizando el caudal, así determinado, puede procederse a definir la bomba que debe ser instalada, para que este sistema propulsivo por chorro de agua opere adecuadamente en el buque.

2.4. Rendimiento propulsivo, η_w

El rendimiento propulsivo de los "waterjets", relación entre el trabajo útil suministrado por la máquina y la energía que recibe, puede expresarse como producto de diferentes rendimientos de los elementos que intervienen en este sistema propulsivo.[1]

$$\eta_{w} = \eta_{H} \ \eta_{\mu}^{*} \ \eta_{p_{u}} \eta_{r}$$

Siendo η_H el rendimiento del casco, η_{Po} , rendimiento de la bomba en

INGENIERIA NAVAL enero 2000 83 **83**

flujo ideal, hr, rendimiento rotativo-relativo y significando mediante h^*_{jt} el rendimiento del chorro, cuyo valor se determina mediante la siguiente fórmula.

$$\eta_{ji}^{*} = \frac{2 \mu^{*} (1 - \mu^{*})}{1 + \Psi - (1 - \zeta) \mu^{*2} + \frac{2 g h_{j}}{V_{j}^{2}}}$$
16

Habiendo empleado, ψ , como coeficiente de pérdidas en la tobera, z, para considerar las pérdidas en el conducto de aspiración, mientras que, g, representa la aceleración de la gravedad, siendo h_j la altura del eje de la tobera sobre el nivel de la superficie del líquido.

El parámetro μ^* permite relacionar las velocidades en la entrada en el "inlet" y la salida de la tobera, siendo calculado su valor mediante una expresión en la que se considera que, V_i , velocidad de entrada, se determina según la relación 11.

$$\mu^* = \frac{V_i}{V_j} = \frac{(1 - w)V_s}{V_j}$$
17

Algunos autores, [5], definen la velocidad del flujo, perturbado por el movimiento de avance del barco, al considerar la influencia debida al factor de estela. Se designa mediante, $V_{\rm a}$, la velocidad del fluido en el exterior del conducto de aspiración.

$$V_a = (1 - w) V_s$$

En estos casos, se utilizará un coeficiente, IVR, para relacionar la velocidad del flujo en la entrada de la aspiración, con la que lleva el flujo, V_a .

$$IVR = \frac{V_i}{V_a} = \frac{V_i}{(1-w)V_s}$$
19

Este parámetro ha sido denominado coeficiente de velocidad en la aspiración, "inlet velocity ratio".

Puede deducirse fácilmente, que, si se considera la hipótesis de que la velocidad de entrada del flujo en el "inlet" está afectada por el factor de estela, w, y se desprecian los efectos de capa límite, el factor IVR adquiere el valor unidad, es decir, resulta que $V_i = V_{a\prime}$ y la expresión 11 permanece válida.

Por el contrario, si este parámetro IVR no tiene el valor unidad, la expresión 11 quedará alterada, por lo cual, al considerar este coeficiente de velocidad en la aspiración, la velocidad que lleva el flujo a la entrada de su conducto de aspiración, va a adquirir la siguiente expresión.

$$V_i = V_s(1-w) - IVR$$

Con esta consideración, la expresión 17 se transforma, al variar el valor de la velocidad a la entrada del conducto de aspiración. Si se mantiene el concepto con el que se ha definido el parámetro \mathfrak{m}^* , la expresión mediante la que debe calcularse su valor, adopta la forma siguiente.

$$\mu^{\bullet} = \frac{V_a}{V_j} = \frac{(1-w)V_s}{V_j}$$
 21

Como puede comprobarse, la fórmula que permite el cálculo de este parámetro no se altera, debido a que la velocidad de aproximación del flujo al orificio de aspiración, en este caso $V_{\rm a}$, se expresa en función del factor de estela.

No obstante, hay que resaltar, que en estas condiciones tiene que considerarse la diferencia existente entre la velocidad del flujo que se aproxima al "inlet", Va, y la velocidad del líquido cuando penetra por el orificio de aspiración, Vi, relación que ha sido puesta de manifiesto en

la fórmula 19, por medio del coeficiente de velocidad en la aspiración.

Si en la expresión 16, anterior, se tiene en cuenta la influencia de los efectos de fricción en el conducto de aspiración, así como la influencia de la presión en el orificio de aspiración, podría escribirse la expresión del rendimiento del "jet" de la siguiente manera.

$$\eta_{jt}^{*} = \frac{2 \mu^{*} (1 - \mu^{*}) - C_{D_{i}} \mu^{*^{2}} / IVR}{1 + \Psi - (1 - \zeta) \mu^{*^{2}} + \frac{2 g h_{j}}{V_{j}^{2}} - \frac{C_{p} \mu^{*^{2}}}{(1 - w)^{2}}}$$
22

Habiendo incluido la relación 19, significando al coeficiente de resistencia mediante, C_{Di} , puesto de manifiesto en la relación 4, y el coeficiente de presión, C_{p} , cuya fórmula de cálculo tiene la siguiente expresión.

$$C_{p} = \frac{P_{oA} - \rho g h_{1}}{\frac{1}{2} \rho V_{s}^{2}}$$
23

En esta relación se emplean los parámetros, P_{oA} , presión estática en el orificio de entrada al conducto de aspiración, mientras que h_1 representa la inmersión del "inlet".

La distribución de presión en la parte baja de la carena está muy influenciada por la acción del orificio de entrada del flujo, que actúa como un sumidero.

2.5. Potencia total, BHP, P_{MP}

El motor principal pone en funcionamiento una bomba, situada en el conducto de aspiración, que realiza su trabajo sobre el flujo de agua que evoluciona por el sistema propulsivo.

La potencia, suministrada por el motor principal, permite ingerir un caudal de agua, Q, que va a producir el empuje necesario para la propulsión del buque.

$$P_{MP} = \frac{\rho g Q H}{\eta_{P_o} \eta_r \eta_M}$$
 24

Habiendo utilizado este parámetro, P_{MP} , para definir la potencia del motor principal, habitualmente designada "BHP", significando con h_{M} el rendimiento mecánico y $\eta_{P0}\eta_{r}$ el rendimiento de la bomba.

El factor "H" ha sido utilizado en esta expresión de la potencia, para definir un término de presión, designado "HEAD", medido como m. de altura. Su valor se define mediante la siguiente relación.

$$H = (1+\Psi) \frac{V_j^2}{2g} - (1-\zeta) \frac{V_i^2}{2g} + h_j$$
 25

Este parámetro permite deducir la energía que debería suministrar la bomba para que el flujo alcance la velocidad $V_{\rm j}$ en el orificio de salida de la tobera, habiéndose considerado las pérdidas que se producen en los diferentes elementos por los que discurre este fluido, al evolucionar por el sistema propulsivo.

Algunos autores, [6], prefieren emplear el valor definido con la expresión 8, para representar la velocidad del flujo que penetra en el conducto de aspiración, por lo que de acuerdo con ello, la expresión anterior puede escribirse de la siguiente manera.

$$H = \frac{1}{\eta_N} \frac{V_j^2}{2g} - \eta_i \frac{V^{*2}}{2g} + h_j$$
 26

Designando mediante η_N el rendimiento en la tobera, mientras que h_i representa el rendimiento en el conducto de aspiración.

Si se consideran efectos de la presión en el orificio de entrada al conducto de aspiración, P_{oA}, utilizando de nuevo el parámetro, h₁, que

84 84 IIIGENIERIA NAVAL enero 2000

representaba su inmersión respecto a la superficie libre del fluido, y designando P_j la presión en la salida de la tobera, la expresión 25 queda alterada, adquiriendo la siguiente forma.

$$H = (1 + \Psi) \frac{V_j^2}{2g} - (1 - \zeta) \frac{V_i^2}{2g} + h_j + \frac{P_j}{\rho g} - (\frac{P_{oA}}{\rho g} - h_i)$$
27

La consideración de esta corrección tiene una ligera influencia en la potencia que debe suministrar el motor principal, puesto que, de acuerdo con la expresión 24, se producirá una variación en el numerador con respecto al valor que habría tenido, usando la relación 25.

2.6. Potencia en el eje, SHP, PD

El motor principal suministra la potencia necesaria para que una embarcación pueda navegar por el mar a una determinada velocidad. Para ello se precisa, accionar una bomba, que realiza el trabajo de aspiración y aceleración del flujo de agua en los "waterjets".

La transmisión se verifica por medio de un eje, que une el motor principal con esta bomba, aunque existe cierta pérdida de energía en las conexiones de ambos elementos, debido a los mecanismos que regulan el acoplamiento.

Sólo una parte del trabajo, realizado por el motor, se aprovecha en el eje, lo cual se pone de manifiesto, al considerar el valor del rendimiento mecánico.

$$P_{\rm D} = P_{\rm MP} - \eta_{\rm M}$$

Habiendo utilizado el parámetro, P_D , para definir la potencia que el motor principal de este sistema propulsivo entrega al eje, que sirve para que la bomba de aspiración se ponga en funcionamiento, como puede observarse en la gráfica 1.

Esta potencia en el eje, habitualmente designada "SHP", puede ser expresada en función de la magnitud "H", si se sustituye el valor de la potencia del motor principal, expresado en la fórmula 24.

$$P_D = \frac{\rho g Q H}{\eta_p}$$

El denominador representa el rendimiento de la bomba, cuando está trabajando en un flujo real, perturbado por el desplazamiento del buque antes de ser ingerido en el conducto de aspiración.

Puede definirse mediante el producto de dos factores, rendimiento de la bomba en flujo ideal, η_{po} , y rendimiento rotativo-relativo, η_{r} , para considerar la influencia de la perturbación que adquiere el fluido, antes de llegar a la bomba.

$$\eta_p = \eta_{p_0} \eta_r$$

El valor del rendimiento de la bomba en flujo ideal, η_{po} , depende de las características particulares de sus componentes. Tiene que ser suministrado por el fabricante.

Para poder determinar ese rendimiento, $\eta_{po'}$ deben realizarse unos ensayos similares a los de propulsor aislado, que se realizan con una hélice convencional. El ensayo se realiza en flujo libre, sin perturbar, en las instalaciones adecuadas.

Sin embargo el rendimiento rotativo-relativo, $h_{\rm r}$, cuyo valor está próximo a la unidad, se determina, cuando se realizan los ensayos en flujo real, perturbado al funcionar el sistema propulsivo.

La expresión 29 permite determinar la potencia, requerida en este eje, para que la bomba pueda realizar su trabajo, al suministrar la energía que precisa el líquido que está evolucionando por este sistema propulsivo.

2.7. Potencia efectiva, EHP, P_E

Potencia necesaria para que un buque pueda navegar a la velocidad $V_{\rm s\prime}$ venciendo la resistencia al avance, que ofrece el fluido que soporta su desplazamiento.

$$P_E = R_T - V_S$$
 31

La potencia efectiva está relacionada con la potencia en el eje, lo cual se pone de manifiesto, al considerar el rendimiento del sistema propulsivo, $\eta_{\rm w}$.

Su expresión se puede obtener, al detraer las pérdidas existentes en todos los elementos, que intervienen en estos propulsores por chorro de agua, interacción con el casco, conducto de aspiración, incluyendo los difusores, bomba y tobera.

El rendimiento propulsivo incluye los rendimientos de todos estos elementos, por lo que la fórmula que permite su cálculo, responde a la siguiente expresión.

$$P_E = P_D - \eta_w$$
 32

Si se pretende relacionar con la potencia de su motor principal, habrá que considerar el rendimiento mecánico. Si en la expresión 32, anterior, se introduce la igualdad manifestada por medio de la relación 28, se puede establecer, qué rendimientos relacionan ambas potencias.

$$P_E = P_{MP} - \eta_M \eta_w$$
 33

El producto de estos dos rendimientos, propulsivo, h_w , y mecánico h_M , puede agruparse en un único rendimiento que incluye todos los elementos que intervienen en este sistema propulsivo, comúnmente significado como, η_{OA} , "overall efficiency".

$$\eta_{\scriptscriptstyle OA} = \eta_{\scriptscriptstyle M} - \eta_{\scriptscriptstyle w} \qquad \qquad 34$$

Introduciendo en la relación 34, anterior, la igualdad expresada por la ecuación 15, se pone de manifiesto, cómo este coeficiente sirve, para aglutinar a los rendimientos de todos esos elementos que trabajan en los "waterjets", figura 2.

$$\eta_{OA} = \eta_H \ \eta_{jt}^* \ \eta_{P_o} \eta_t \eta_M$$

Si este coeficiente, manifestado en la relación 34, se introduce, ahora, en la expresión 33, que relaciona la potencia efectiva con la potencia del motor principal del sistema propulsivo por chorro de agua, se establece el rendimiento global de un "waterjet".

$$P_E = P_{MP} - \eta_{OA}$$

Es conocido como "overall efficiency", rendimiento global de un sistema propulsivo por chorro de agua. Representa el rendimiento de todo el conjunto de elementos que intervienen en este tipo de propulsión. Su valor se determina, según se deduce de la relación 35, a partir de los rendimientos de cada elemento.

3.- Ensayos

Para definir las características de los propulsores por chorro de agua, se pueden aplicar diferentes métodos, dependiendo del grado de exactitud que se pretenda conseguir.

Las razones económicas son muy poderosas a la hora de decidir, qué procedimiento conviene adoptar. Sin embargo, la realización de ensa-yos con modelos, fabricados a escala, resulta ser la más ventajosa.

Un programa completo incluiría la realización de ensayos con una ca-

INGENIERIA NAVAL enero 2000 85 **85**

29

rena y con el sistema propulsivo, puesto que, siempre, resulta conveniente, analizar la evolución del flujo por el interior del conducto de aspiración y conocer el rendimiento de los elementos que intervienen en la propulsión por chorro de agua.

Ello obliga a tener acceso a las instalaciones adecuadas, siendo exigible la disposición de un canal de aguas tranquilas y túnel de cavitación, resultando conveniente disponer de un taller para la fabricación de modelos.

El objetivo de la realización de los ensayos sería la obtención, a escala del modelo, de los diferentes parámetros que intervienen en la propulsión de una embarcación, con el fin de establecer las condiciones de navegación de los buques rápidos, propulsados por chorro de agua.

Para ello es necesario, aplicar un criterio de extrapolación que esté basado en la semejanza entre el modelo y el buque, así como las características geométricas de los elementos de los sistemas propulsivos por chorro de agua.

El modelo debería ser lo suficientemente grande, para evitar los efectos de escala que pudieran ser impredecibles, como ocurriría, si la capa límite, desarrollada en la carena, o estabilizadores, fuese total, o parcialmente, laminar.

El tamaño mínimo del modelo depende del rango de velocidades que se van a ensayar y de los dispositivos adoptados, para conseguir una capa límite turbulenta.

El máximo tamaño tiene relación con la sección transversal del canal, para evitar los efectos de bloqueo, así como reflexiones en las paredes laterales y fondo, que puedan afectar al modelo.

Si las dimensiones del canal son lo suficientemente grandes, el tamaño mínimo del modelo, a menudo, se determina en función del número de Reynolds, para poder alcanzar un valor de 5×10^6 con la menor velocidad que vaya a utilizarse en los ensayos, cuando no se coloquen los estimuladores de turbulencia en la carena. En casos que este valor del número de Reynolds no pueda alcanzarse, deberán utilizarse estimuladores de turbulencia, para garantizar un régimen turbulento en la capa límite.

El modelo debe fabricarse de manera que el orificio del conducto de aspiración, el propio conducto y la tobera se verifiquen con la misma escala que la carena.

El modelo, también, debe ir equipado con los accesorios precisos, para medir la fuerza de remolque, empuje, par y revoluciones del impulsor de la bomba y trimado del modelo durante la realización de los ensayos.

No es obligatorio que la bomba que se instale, mantenga el mismo factor de escala, pero, deberá producir el caudal que se requiere en el orificio de acceso al conducto de aspiración y en la salida de la tobera del "waterjet", para que este sistema propulsivo del modelo sea similar al del buque.

$$Q = A_i V_i - A_j V_j = IVR - A_i V_a$$

El caudal, al no haber pérdidas en las conducciones del sistema, permanece constante durante toda su trayectoria, desde que entra por el "inlet", hasta que se expulsa por la tobera.

Los ensayos, que convendría realizar con la carena, para adquirir la información necesaria para extrapolar resultados, incluyen los de remolque y de autopropulsión que serían realizados en un canal de aguas tranquilas.

Para analizar el sistema propulsivo, en conjunto, es conveniente determinar las características de sus elementos, individualmente, "inlet", difusores, bomba y tobera.

Es conveniente considerar en estas embarcaciones, propulsadas por

chorros de agua, que el empuje se consigue mediante la variación de la cantidad de movimiento de una gran masa de agua que circula por los diferentes elementos de su sistema propulsivo, por lo que será necesario, precisar el caudal.

Como se deduce de la expresión 37, el caudal se puede determinar en cualquier sección de su recorrido, por lo cual es conveniente medir, con rigurosidad, la distribución de velocidades en la zona que sea seleccionada, ya sea al entrar o al salir de este sistema propulsivo.

Para conseguir un resultado satisfactorio, al predecir el empuje del buque, es importante, calibrar, con rigurosidad, los equipos de medida del flujo en la entrada del conducto de aspiración, así como a la salida de la tobera durante el ensayo de autopropulsión que se realiza con el modelo en el canal de aguas tranquilas.

Para la obtención del perfil de velocidades, en proa del orificio de aspiración, puede emplearse un sistema láser o tubos de Pitot.

Para determinar, adecuadamente, el caudal de agua que sale de la tobera, pueden emplearse los siguientes equipos de medida:

- "Venturi pressure taps" en la salida de la tobera.
- "Paddle wheels" en la salida de la tobera.
- Recoger el flujo del agua expulsada a través de la tobera, en un recipiente calibrado, situado detrás del modelo.

Este último procedimiento no podría ser utilizado, si una parte del agua que es expulsada por la sección de salida de la tobera, fuese arrojada en el interior, o al mismo nivel, de la superficie libre del agua del canal de ensayos.

3.1. Remolque

Para definir la resistencia al avance, es necesario, realizar los ensayos de remolque. Para ello el modelo estará dispuesto con el orificio de entrada, al conducto de aspiración, "inlet", cerrado.

El peso del agua que circula por este sistema, en cada instante, junto al peso del equipo, debe ser incluido en el desplazamiento, y considerado, para determinar la posición del centro de gravedad del modelo.

El modelo tendrá libertad de movimiento para el trimado y cabeceo durante la realización de los ensayos de remolque, pero se fijará al carro remolcador, para evitar movimientos de balance, guiñada, deriva y vaivén, según puede observarse en la figura 3.

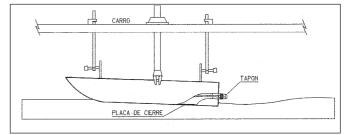


Figura 3. Disposición del ensayo de remolque

Los ensayos de remolque se realizarán con modelos sin apéndices, por lo que su influencia será calculada, teóricamente, para ser considerada cuando se verifique la predicción para el buque real, con objeto de obtener, de una manera correcta, la resistencia al avance.

La resistencia de remolque del casco sin apéndices se extrapolará con la hipótesis de Froude. La resistencia de los apéndices y las fuerzas aerodinámicas del buque serán estimadas, para añadirlas.

$$C_{TS} = C_{TM} - C_{FM} (R_{nm}) + C_{FS} (R_{ns}) + C_{A}$$
38

En esta relación se han empleado los coeficientes adimensionales, C_{TS} , coef. de resistencia total del casco desnudo del buque real, C_{TM} , de resistencia total del casco desnudo del modelo.

86 86 INGENIERIA NAVAL enero 2000

$$C_{F} = \frac{0.075}{(\log_{10} R_{\rm B} - 2)^{2}}$$

 $C_{\rm FM}$, de resistencia de fricción por viscosidad basada en la línea de fricción de ITTC-57, seleccionando el valor de $C_{\rm A}$, de acuerdo con la experiencia de los canales de ensayos hidrodinámicos.

C_{FS}, de resistencia de fricción del buque real.

R_n representa el número de Reynolds de modelo (m) y buque (s).

La resistencia residual $R_{\rm R}$, de acuerdo con el criterio de Froude, se halla, al sustraer la resistencia de fricción a la resistencia total.

El coeficiente de resistencia residual, C_R , es igual en el modelo y en el buque, mientras esta resistencia se extrapola con el cubo de la escala.[7]

$$C_{RM} = C_{TM} - C_{FM} (R_{nm}) = C_{RS}$$

 $C_{RS'}$ coeficiente de resistencia residual del buque real. $C_{RM'}$ coeficiente de resistencia residual del modelo.

Los coeficientes se adimensionalizan, al considerar la superficie mojada, para lo que se recomienda realizar fotografías submarinas en cada una de las velocidades ensayadas.

$$C_{TM} = \frac{R_{TM}}{\frac{1}{2} \rho_M |V_M^2| S_{mojada}}$$

41

La fuerza del tiro en remolque deberá estar aplicada al final del emplazamiento del eje de la tobera, en dirección del chorro, para conseguir, durante cada carrera, un trimado similar al que tiene en el ensayo de autopropulsión.

Es muy importante que el trimado del modelo, mientras se realizan los ensayos de remolque y autopropulsión, coincida, debido a que ejerce gran influencia en el cálculo del coeficiente de succión.

Para cada desplazamiento y posición del centro de gravedad, deben medirse estas magnitudes: Resistencia total en la dirección del tiro, ángulo de trimado con respecto a la linea base, la posición vertical del centro de gravedad relativa a su situación estática, para las velocidades ensayadas. Velocidad de remolque. Superficie mojada en cada velocidad de ensayo, para lo cual será conveniente tomar fotografías submarinas de cada ensayo.

Además de la resistencia de la carena, también, debe determinarse el coeficiente de presión, C_p , en la zona del orificio de entrada del flujo de agua, parte baja del casco.

$$C_{p} = \frac{P_{\text{oA}} - \rho g h_{1}}{\frac{1}{2} \rho V_{s}^{2}}$$

En esta relación se emplean los parámetros, P_{oA} , presión estática en el orificio de entrada al conducto de aspiración, mientras que h_1 representa la inmersión del "inlet".

La distribución de presión en la parte baja de la carena está muy influenciada por la acción del orificio de entrada del flujo, que actúa como un sumidero.

La distribución de velocidades en la capa límite se medirá a proa del "inlet", si van a realizarse ensayos de autopropulsión. Estas medidas se verifican, mientras el orificio está cerrado, evitando la perturbación que ocasiona el funcionamiento de la aspiración.

3.2. Autopropulsión

El propósito fundamental que se persigue, realizando este ensayo, es clarificar la interacción que hay entre el sistema propulsivo y la carena,

para poder, determinar el rendimiento y, establecer la potencia necesaria, para propulsar a esos buques a determinada velocidad.

En el caso de los propulsores por chorro de agua, debe conocerse, también, la influencia que se ejerce, sobre la resistencia, por la alteración de la presión en la parte baja de la carena.

Por tanto, se necesita medir el trimado de estos modelos en cada velocidad de ensayo, preciso para determinar, correctamente, el coeficiente de succión, t.

Para que este valor del coeficiente de succión pueda ser empleado con garantía, los ensayos que sean realizados con el modelo, para determinar la resistencia de remolque y el empuje, es decir, los ensayos de remolque y de autopropulsión, deben verificarse en una misma condición de trabajo.

Cuando el flujo que penetra a través del orificio de aspiración, es grande en comparación con la velocidad del buque, se origina una fuerte depresión en el "inlet", provocando la creación de una fuerza vertical, en sentido descendente.

Esto da lugar a un aumento del asiento en la popa de esos buques, por lo que se produce un incremento del trimado. Debido a la alta velocidad de navegación de estas embarcaciones, se puede originar una fuerza sustentadora, distribuida por la plancha del fondo del casco que tiende a levantar la carena, disminuyendo su calado.

La fuerza de sustentación resultante, generada por efecto de las aspiraciones de las bombas, puede exceder un 5% el desplazamiento de estos barcos de alta velocidad. La fuerza de sustentación será mayor, en ese caso, al peso del sistema propulsivo. Esto da lugar a una reducción del calado; consecuentemente, la resistencia del buque disminuye.

El empuje necesario para que los buques así propulsados, naveguen a la velocidad establecida, también decrecerá. Esto justifica que el coeficiente de succión pueda adquirir valores negativos.

Cuando ese caudal en el "inlet" sea pequeño, al ser comparado con la velocidad del barco, la fuerza de sustentación que se origine, será mucho menor, con lo cual, el calado podría ser incrementado, aumentando la resistencia al avance.

El proyecto de la aspiración es muy importante, para alcanzar un rendimiento óptimo. Los sistemas de propulsión por chorro de agua ofrecen mayores ventajas que las hélices convencionales para los buques de alta velocidad, superiores a 30 nudos.

Considerando que el orificio de entrada del fluido opera en flujo potencial, se facilitan los cálculos. Por ello conviene estudiar, también, la influencia que tiene esta hipótesis, al analizar este sistema propulsivo.

El empuje no se mide directamente en los modelos que se propulsan por este sistema. Es preciso calcular la variación de la cantidad de movimiento del flujo que evoluciona por el "waterjet". Por eso el procedimiento de medida difiere del método tradicional que se emplea en los ensayos realizados con modelos propulsados con una hélice convencional. Algunas magnitudes, que deben medirse, están relacionadas con el fluido ingerido por la actuación de la bomba.

Los ensayos que se realizan, deben ser útiles, para predecir, con rigor, la resistencia del "inlet" D_i , el perfil de velocidades en el interior de la capa límite, el caudal, Q_i , el trimado del barco en condiciones operativas y el desplazamiento efectivo, para cada velocidad, con el sistema propulsivo en funcionamiento.

La realización de este tipo de ensayos de autopropulsión incluye, en este caso, dos fases diferentes:

- a) Medida del caudal que evoluciona por el sistema.
- b) Medida del perfil de velocidades a proa de la aspiración.

Se debe considerar que, si fuese utilizado un sistema propulsivo, lo suficientemente grande, para obviar los efectos de escala, el tamaño del

INGENIERIA NAVAL enero 2000 87 87

modelo preciso, para realizar los ensayos, resultaría prohibitivo. Así mismo, la velocidad que tendría que alcanzar ese modelo, limitaría la realización de ensayos de autopropulsión.

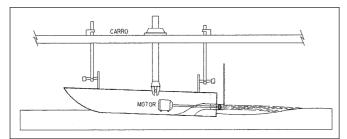


Figura 4.- Disposición del ensayo de autopropulsión

Para evitar todos estos problemas, conviene emplear un modelo con dimensiones moderadas. Si se proyectan, correctamente, el "inlet" y el conducto de aspiración, el chorro de propulsión proporciona buenas condiciones propulsivas, acoplando un "dummy jet", ya que la bomba no precisa mantener la escala del modelo.

El modelo debe fijarse al carro de tal manera que puedan evitarse los movimientos de balance, guiñada, vaivén y deriva, pero dejando libertad para el trimado y cabeceo del modelo, como se manifiesta en la figura 4.

Para conseguir en los ensayos de autopropulsión que la carga del propulsor sea la correspondiente a la del buque real, se aplicará al modelo una fuerza de arrastre que compense la diferencia entre la resistencia de modelo y buque, llamada deducción de fricción.

$$F_{A} = [C_{FM} - (C_{FS} + C_{A})] \frac{1}{2} \rho_{M} V_{M}^{2} S_{mojada}$$
43

siendo $V_{\rm M\prime}$ la velocidad del modelo mientras se realiza el ensayo, representando mediante $S_{\rm mojada\prime}$ la superficie mojada.

Esta fuerza de arrastre, aplicada al modelo, incluye los efectos debidos a la diferencia en el número de Reynolds, la resistencia de los apéndices y a la diferencia de rugosidad.

En cada ensayo, se acelera el carro con el modelo, hasta alcanzar la velocidad deseada, a continuación, se ajustan las revoluciones del motor de la bomba hasta que la fuerza producida, coincide con el valor de la resistencia de remolque.[8]

Una vez haya sido fijada la condición de ensayo, debe procederse, a medir el caudal de agua expulsado por la tobera de este sistema propulsivo, aplicando alguno de los métodos expuestos. Utilizando la expresión 2 se determinará el empuje.

En la segunda fase, se reproducen las condiciones de este ensayo, velocidad de la carena y rpm del eje de la bomba, para verificar, a continuación, las medidas del perfil de velocidades en la capa límite, a proa del orificio del conducto de aspiración.

Este perfil de velocidades se puede comparar con la distribución de velocidades, obtenida con el orificio cerrado. Este análisis permite, establecer la influencia debida a la aspiración, lo cual es necesario, para determinar la velocidad de entrada del fluido en la aspiración, definida mediante el parámetro Vi, y permitirá calcular el caudal que circula, cada instante, por este sistema.

Estos ensayos, también, se utilizan, para predecir la interacción "carena-waterjet", mientras que las características de su sistema propulsivo conviene que se determinen en un túnel de cavitación de superficie libre, incluso con un "waterjet" de gran tamaño.

Una vez determinada la deducción de fricción para cada velocidad de ensayo, y calculado el caudal, que permite obtener el empuje, puede averiguarse el coeficiente de succión.

Algunos autores, en ocasiones, para evitar realizar los ensayos de autopropulsión, han empleado datos estadísticos, para definir el coeficiente de succión.[9]

Si uno de estos valores se estima por otro procedimiento, efectos de escala, trimado, influencia del número de Reynolds, etc, serán empleados, para hallar, correctamente, el coeficiente de succión.

El error cometido en la determinación del coeficiente de succión tiene influencia en el cálculo del rendimiento del casco, $h_{\rm H}$, que incide en el valor del rendimiento propulsivo del sistema, según manifiesta la expresión 15.

Empleando datos estadísticos de fabricantes de "waterjets", para considerar las características propulsivas del sistema, el empuje de proyecto se puede determinar con un margen de error del 5 al 7 %, a partir de los resultados del ensayo de remolque. Ese error está motivado por estimar el valor del coeficiente de succión con los datos estadísticos, al no realizarse los preceptivos ensayos de autopropulsión.

$$T_{\text{mod}} = \frac{R_{\text{mod}} \cdot F_{\Lambda}}{1 - t_{\text{est}}}$$

$$44$$

Habiendo significado, mediante test, el coeficiente de succión que puede deducirse estadísticamente. Para eso es necesario, disponer de una amplia base de datos con los resultados de pruebas de mar, realizadas con buques de similares características.

La mayor dificultad que puede encontrarse, para poder determinar, correctamente, el empuje a partir de la resistencia al avance del modelo, $R_{\rm mod}$, se debe, principalmente, a la diferencia que existe entre el trimado que lleva el modelo en los ensayos de remolque, con respecto al que tiene en el ensayo de autopropulsión.

Otra alternativa será, estimar directamente el empuje de proyecto del buque, mediante la extrapolación de la resistencia al avance, aunque el margen de error sería del mismo orden, al mantener este criterio, para obtener el coeficiente de succión.

$$T_{\rm ship} = \frac{R_{\rm ship}}{1 - t_{\rm est}}$$
 45

Mediante $R_{\rm ship}$ se significa la resistencia al avance de un buque, obtenida a partir de los resultados de los ensayos de remolque, realizados con su modelo correspondiente.

No realizándose ensayos de autopropulsión, no pueden determinarse los trimados correctos del modelo a cada velocidad en los ensayos de remolque, por lo cual la resistencia al avance de este modelo no se obtendrá con la precisión requerida, como consecuencia del error cometido, al definir la superficie mojada.

Por ello se considera importante la toma de fotografías, durante todas las carreras, tanto en los ensayos de autopropulsión, como en los de remolque. Realizar vídeo de estos ensayos tiene grandes ventajas, para poder analizar los resultados.

Mientras se realizan los ensayos de autopropulsión, es necesario medir las siguientes magnitudes: Velocidad del modelo, fuerza de arrastre y calado en proa y popa.

Referente al sistema propulsivo del modelo, se medirá el caudal, la distribución de presión en la entrada del "waterjet", delante y detrás de la bomba, así como el par y rpm. de su propio eje.

La medida del caudal que sale de la tobera, puede ocasionar algún problema, fundamentalmente, si va parcialmente sumergida, durante la realización del ensayo de autopropulsión.

3.2.1. Resultados de los ensayos

Se parte de la hipótesis de que el coeficiente de succión, t, sea el mismo en el modelo y en el buque.

88 88 INGENIERIA NAVAL enero 2000

Una vez determinados, en el ensayo de autopropulsión, los valores del caudal y el perfil de velocidades, se calcula la magnitud del empuje, velocidad del chorro y la velocidad de entrada del flujo de agua en el orificio de aspiración del modelo.

Para determinar el empuje en el modelo, se utiliza el teorema del impulso mecánico, significando, V_{inl}, como parámetro, para definir la velocidad del líquido, al penetrar por el orificio de entrada al conducto de aspiración, instalado en el modelo.

$$T_{\text{mod}} = \rho_{\text{m}} Q_{\text{m}} (V_{\text{jm}} - V_{\text{inl}})$$

$$46$$

En esa expresión se ha empleado el caudal, $Q_{\rm m}$, que evoluciona por el sistema propulsivo por chorro instalado en el modelo, obtenido como resultado del correspondiente ensayo de autopropulsión.

La velocidad de salida por el orificio de la tobera, V_{jm} , deberá ser hallada a partir del valor del caudal, para el modelo.

$$V_{jm} = \frac{Q_m}{A_i}$$
 47

En el caso de que el ensayo sea realizado, midiendo esa velocidad de salida, la expresión 47 será empleada, para obtener el caudal de agua que sale de la tobera cada instante, $Q_{\rm m}$.

El otro parámetro que interviene en la relación del empuje, viene definido en el orificio de entrada al conducto de aspiración, con la particularidad de que, al no haber ninguna pérdida de líquido en esos conductos, el caudal que atraviesa la sección de entrada, sigue siendo el mismo, $Q_{\rm m}$.

$$V_{inI} = \frac{Q_m}{1.3 - b - h}$$
 48

El denominador representa la sección perpendicular a la dirección del flujo en el orificio de entrada. La magnitud "b" representa la anchura, ó diámetro si la sección fuese circular. Es aumentada en un 30%, al considerar la sección de succión más amplia que la sección real, según se deduce, al analizar los resultados de los ensayos del flujo, realizados con pinturas, y cálculos obtenidos con programas de CFD.[10]

La otra dimensión, h, representa la altura del chorro del fluido ingerido, cuyo valor será calculado, a partir de la distribución de velocidades, u(z), en la capa límite a la entrada del "inlet".

$$Q_m = 1.3 b \int_0^h u(z) dz$$

En esta relación, la ordenada "z" representa la profundidad desde el casco hasta cualquier punto en el interior de la capa límite.

Esta distribución de velocidades en el interior de la capa límite se puede representar, analíticamente, mediante una función de la profundidad, cuyo exponente se determinará a partir del resultado del correspondiente ensayo.

El valor n=7 define bastante bien las velocidades en el interior de la capa límite de los modelos, mientras que n=9 representa con buena aproximación la distribución de velocidades para el buque.

$$u(z) = V_o \left(\frac{z}{\delta}\right)_n^1$$

Siendo V_o la velocidad del flujo libre, en el exterior de la capa límite, mientras que el espesor, δ , puede ser expresado como una función del número de Reynolds local, R_{nX} , ecuaciones 88 y 90.

$$\delta_{\text{(mod)}} = \frac{0.37 \ X_{\text{(mod)}}}{R_{nX_m}^{1.5}}$$
51

Esta expresión, válida con estos parámetros para el modelo, puede escribirse de una manera similar para el caso del correspondiente buque real.[11]

$$\delta_{\text{(ship)}} = \frac{0.27 \ X_{\text{(ship)}}}{R_{\text{n.x.}}^{1/6}}$$
52

Habiendo adoptado el parámetro X para significar la distancia que separa la proa de la embarcación hasta la posición de la entrada al conducto de aspiración, donde se obtiene el espesor de la capa límite. Con la longitud X se calcula el número de Reynolds local.

Una vez determinada la resistencia al avance de este modelo, como consecuencia de la realización del ensayo de remolque, y conocido el empuje necesario, para propulsar este modelo a una determinada velocidad, se puede obtener el coeficiente de succión, t.

$$t = 1 - \frac{R_{\text{mod}} - F_A}{T_{\text{mod}}}$$
53

Habiendo representado mediante F_A la fuerza de arrastre, conocida como deducción de fricción, aplicada a los modelos en los ensayos de autopropulsión, para representar la diferencia de resistencia entre cada buque y su modelo, debido a efectos de viscosidad. $R_{\rm mod}$ es la resistencia de remolque medida en el correspondiente ensayo con el modelo

Este cálculo tendrá que realizarse para cada velocidad de ensayo, puesto que el trimado puede variar, lo que origina una alteración de los parámetros que intervienen en la expresión anterior.

Para el proceso de predicción, se debe considerar que las mayores diferencias, existentes entre el modelo y el barco real, se deben a la capa límite, siendo, relativamente, más delgada en el buque real, resultando tener menor espesor.

Para determinar el coeficiente de estela en el modelo, w_{m} , deberá considerarse la velocidad del flujo a su entrada por el orificio de aspiración, V_{inl} , obtenido mediante la expresión 48.

El coeficiente de estela se define mediante la relación entre la disminución de velocidad, experimentada por el flujo, al penetrar por el conducto de aspiración, con la velocidad del flujo libre.

$$w_{m} = \frac{V_{o} - V_{in1}}{V_{o}}$$
 54

Una vez obtenido este coeficiente de estela, se puede determinar el rendimiento del casco, necesario, para calcular el rendimiento propulsivo, según puede deducirse, al observar la ecuación 15 del presente trabajo.

Considerando los datos disponibles para el modelo, el coeficiente de estela, w_{m} , y el coeficiente de succión, t, cuyo valor se hace coincidir con el del buque, se puede escribir el rendimiento del casco para el modelo, significándolo mediante η_{Hm} .

$$\eta_{H_m} = \frac{1-t}{1-w_m}$$

Para calcular el rendimiento del casco del buque real, es preciso determinar el coeficiente de estela, w_{s} , para lo cual se necesita conocer la velocidad que lleva el flujo, al entrar en el conducto de aspiración del sistema propulsivo del buque. Su valor se puede obtener con una expresión similar a la 54.

A partir de la distribución de las velocidades en el interior de la capa límite, considerando el espesor deducido en la expresión 52, y empleando el exponente adecuado para los buques, es decir, utilizando el valor n=9 en la expresión 50, se puede determinar la velocidad de entrada en el conducto de aspiración del sistema propulsivo del buque real con una relación similar a la 48.

INGENIERIA NAVAL enero 2000

Una vez se ha procedido a los cálculos que se indican en los dos párrafos anteriores, se puede escribir el rendimiento del casco para el buque, significándolo mediante $\eta_{\rm Hs}$.

$$\eta_{\rm Hs} = \frac{1-t}{1-w_{\rm s}}$$
 56

Conocido el rendimiento del casco del modelo, η_{Hm} , de la ecuación 55, debe determinarse el rendimiento propulsivo, η_{wm} , del modelo, de acuerdo con la expresión 15.

En la relación 15 interviene, η^*_{jt} , el rendimiento del chorro para el modelo que depende, según manifiesta la expresión 16, de otros parámetros que identifican pérdidas en el conducto de aspiración, en la tobera y el rendimiento de la bomba que gobierna el fluido que evoluciona por el "waterjet".

Para calcular el valor de estos parámetros, conviene realizar los correspondientes ensayos a escala de modelo con los elementos del sistema propulsivo.

(Continuará en el próximo número)

90 90 INGENIERIA NAVAL enero 2000

Método de predicción de la erosión debida a cavitación en propulsores (*)

Jaime Masip Hidalgo, Ingeniero Naval Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR)

(*) Trabajo presentado en las XXXV Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval, celebradas en Vigo durante los días 13-14 de mayo de 1999.

1.- Introducción

La cavitación es un fenómeno físico conocido que produce erosión en las máquinas hidráulicas.

La pérdida de rendimiento, debida a erosión, de una máquina hidráulica puede llegar hasta el 2% o el 3% - incremento de la rugosidad superficial - lo que hace que la producción eléctrica disminuya, en el caso de las turbinas, o que se reduzca la velocidad o aumente el consumo de combustible en el caso de los buques.

Se estima que el coste anual de reparaciones, debidas a cavitación, en máquinas hidráulicas en la UE es superior a 15 MECU y del orden de 6 MECU en el caso concreto de las hélices sin tener en cuenta la parte correspondiente a los gastos generales de estancia en dique.

Existe una relación entre el ruido radiado por el propulsor y la erosión lo cual puede influir de forma notable en las capturas de un buque pesquero.

La construcción de modelos y su observación en los túneles de cavitación han servido y sirven actualmente para evaluar los tipos de cavitación, su extensión, posición e intensidad lo cual, unido a la resistencia que los materiales presentan a la erosión, permite una primera evaluación del riesgo de erosión.

La utilización de pinturas recubriendo las palas permite predecir con mayor seguridad las zonas con mayor riesgo de erosión, coincidiendo con aquellas en las que la pintura desaparece durante el ensayo. Este procedimiento predice las zonas en donde la erosión va a iniciarse, pero no permite establecer una función que relacione el tiempo de exposición con la pérdida de masa. Hoy en día tampoco existen métodos teóricos que nos relacionen satisfactoriamente el tiempo de funcionamiento de un propulsor, con la erosión.

Una correcta predicción de la erosión permitiría:

- Optimizar los proyectos, conocer la vida útil de la máquina, mejorar su rendimiento y disminuir los gastos de mantenimiento.
- Disminuir los costes de producción, ya que al poder predecir la vida útil de los materiales pueden seleccionarse aquellos de menor coste que cumplan con los requisitos exigibles.
- Realizar las reformas oportunas en las máquinas en funcionamiento, conocer sus condiciones óptimas de trabajo y prever sus reparaciones

Estas consideraciones condujeron a la formación de un consorcio de empresas con objeto de desarrollar la investigación "Prediction of Erosion due to Cavitation in Hydraulic Machineries" en el marco del programa europeo "Brite Euram".

Este programa de investigación ha sido desarrollado por ocho socios: productores de electricidad (EDF- Francia, ENEL- Italia), constructores y proyectistas de bombas hidráulicas (KSB- Alemania) y turbinas (RIVA HYDROART- Italia), laboratorios de investigación en mecánica de fluidos (ACB-CERG-Francia) o en hidrodinámica (CEHIPAR-España) y Universidades (DTU:Darsmstadt Technical University-Alemania y EPFL:Instituto Federal de Tecnología de Lausana-Suiza).

Los objetivos de la investigación fueron:

- Establecer una metodología de predicción de la erosión debida a cavitación en la fase de proyecto de máquinas hidráulicas.
- Establecer una metodología que permitiera detectar la erosión, durante el funcionamiento, en las máquinas hidráulicas.

Indice

- 1.- Introducción
- 2.- Descripción técnica
 - 2.1. Metodología de predicción de la erosión
 - 2.2. Definición de la agresividad
 - 2.3. Medida de la agresividad
 - 2.4. Leyes de semejanza y extrapolación de la agresividad
 - 2.5. Predicción de la erosión del propulsor a partir del conocimiento de los parámetros de la agresividad a escala real
- 3.- Validación del método
- 4.- Conclusiones
- 5.- Agradecimientos
- 6.- Referencias

INGENIERIA NAVAL enero 2000 91

- Demostrar la validez de estos métodos mediante ensayos con modelos y pruebas a escala real.

2.- Descripción técnica

2.1. Metodología de predicción de la erosión

Puesto que no es posible predecir la erosión del propulsor de un pesquero, a partir del conocimiento de las características del flujo y de la geometría de la hélice, resulta necesario definir un parámetro, "Intensidad Hidrodinámica de Cavitación" HCI (Hydrodinamic Cavitation Intensity), que represente la intensidad-agresividad de dicho flujo. La medida de este parámetro en el modelo nos permitirá conocer posteriormente su valor en el buque.

De esta forma, la predicción de la erosión se divide en dos partes, como se ilustra en el diagrama $n^{\rm o}\,1$:

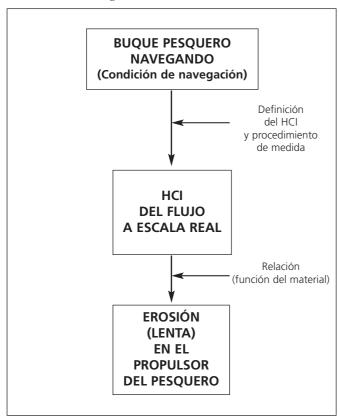


Diagrama nº 1

- Determinación del HCI del flujo (problema hidráulico)
- Relación entre el HCI y la erosión (problema hidráulico y del material)

En el diagrama $n^\circ\,2$ se representa cómo se puede obtener el HCI del buque a través de ensayos con modelos:

- Realización de ensayos con modelos en condiciones semejantes a las del buque.
- Medida del HCI a escala del modelo.
- Predicción del HCI a escala real mediante la extrapolación de los resultados obtenidos con modelos.

Por último, en el diagrama $n^{\rm o}$ 3, se muestra cómo puede obtenerse la erosión (lenta) en el propulsor del pesquero a partir del conocimiento del HCI a escala real:

- Se reproduce en el laboratorio, Caversim (Cavitation Erosion Simulator), un flujo cavitante cuyo HCI sea igual al que se predijo en el flujo real.
- En el Caversim se utilizan probetas del material de la hélice del pesquero. El HCI se reproduce de forma acelerada por lo que la erosión se produce rápidamente.
- De la erosión obtenida sobre la superficie de la probeta puede, por último, conocerse la erosión en el propulsor en función del tiempo.

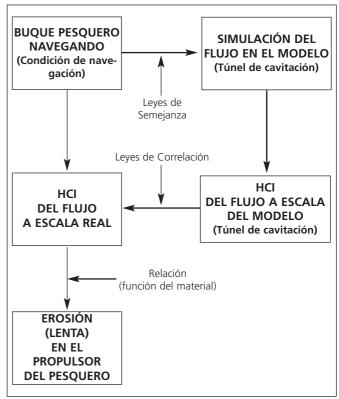


Diagrama nº 2

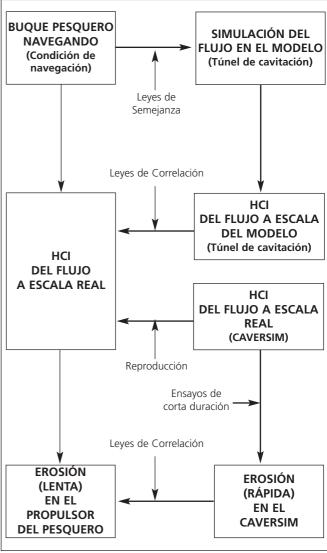


Diagrama nº 3

92 92 ingenieria naval enero 2000

De lo dicho anteriormente se deduce que para poder aplicar el método de predicción será necesario:

- Conocer de forma precisa las condiciones de trabajo del propulsor.

- Definir el HCI
- Medir el HCI.
- Definir unas leyes de semejanza adecuadas.
- Simular la erosión de forma acelerada.

2.2. Definición de la agresividad

Se puede decir que el HCI es la carga que ejerce el flujo sobre la pala de la hélice (sobre una pared en general) debido a la presencia de cavitación con independencia de la respuesta del material.

Si se desprecia la fricción, el HCI puede definirse como el campo de fluctuaciones de presión que actúa sobre la superficie de la pala. Estas fluctuaciones de presión, que son la causa de la erosión, son pulsos de presión instantáneos que impactan sobre la superficie.

La agresividad puede expresarse en un punto x como la distribución estadística de los pulsos de presión por unidad de superficie y por unidad de tiempo.

Los pulsos pueden cuantificarse mediante tres parámetros:

- P: máxima presión durante el pulso.
- r : longitud característica de la superficie de impacto.
- Dt : duración del pulso.

$$HCI(x) = d_x(P, r, \Delta t)$$
 (1)

2.3. Medida de la agresividad

En la actualidad existen dos procedimientos de medida directa de la agresividad, la medida de los pulsos de presión utilizando sensores de presión y la medida de las deformaciones plásticas sobre el material originadas por dichos pulsos, "medición de huellas" (pit counting)

El método de "medición de huellas", desarrollado por Knapp Daily y Hammit (1), entre otros, es la técnica adoptada en el túnel de cavitación del CEHIPAR para la medida del HCI en propulsores. Una huella "pit" es una forma de medir la agresividad puesto que es una marca que indica que se ha producido un pulso de presión. El tamaño de la huella indica la superficie de aplicación del pulso y está relacionado con la presión.

Para que se produzca una deformación permanente la presión debe superar el límite elástico del material, lo cual significa que la técnica de "medición de huellas" no suministra información de los pulsos cuya presión esté por debajo de dicho límite. Para solucionar en parte este problema fue necesario seleccionar un material blando adecuado a las características de la instalación, túnel de cavitación, que tuviera una respuesta rápida y adecuada a los impactos debidos a cavitación.

En el túnel de cavitación del CEHIPAR se estudió la respuesta de cuatro materiales - bronce, metal blanco, latón y aluminio puro (99.5% mínimo) - a los pulsos de presión producidos por cavitación. Los ensayos se llevaron a cabo con once modelos de propulsores fabricados en bronce y metal blanco y un timón al que se cubrió sucesivamente con distintas capas de latón y de aluminio. Se analizaron las deformaciones plásticas obtenidas demostrándose la idoneidad del aluminio puro para los ensayos de "medición de huellas".

Antes de comenzar el ensayo, las placas de aluminio se sitúan en las palas del modelo del propulsor, fabricado en bronce por lo general, en aquellas zonas en las que se prevén erosiones (las zonas de posible erosión fueron estudiadas anteriormente mediante ensayos de observación de cavitación y/o ensayos con pinturas). La unión de los materiales puede hacerse de diversas formas - soldadura, tornillos, pegamentos especiales... - lo importante es que la superficie de la placa reproduzca la forma de la pala y no perturbe el flujo.

Para cada condición de trabajo del propulsor ha de realizarse un nuevo ensayo de "medición de huellas", situando cada vez placas nuevas sobre las palas del modelo. En la fig.1 puede observarse un modelo

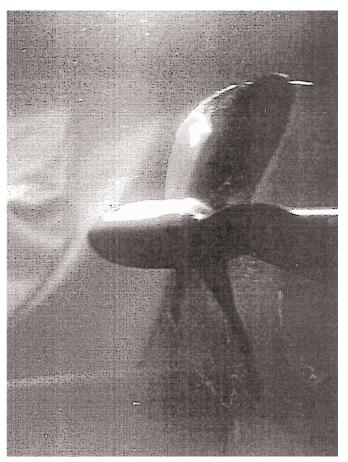


Figura 1

durante un ensayo con pinturas. La fig.2 muestra un ensayo con placas de aluminio situadas en las palas del modelo.

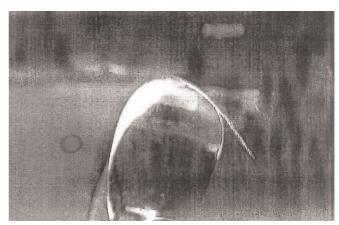


Figura 2

El tiempo de duración de los ensayos será el adecuado para cada caso. Una duración excesiva de los ensayos originaría una superposición de las huellas y sería imposible su análisis individualizado; por el contrario, si el tiempo es corto, la densidad de huellas podría ser tan pequeña que dificultaría un estudio estadístico de los resultados.

Las huellas se miden con un equipo láser UBM 200 - medida sin contacto- analizándose sus características. En los histogramas se analizan tres parámetros; el volumen total de huellas por unidad de área y unidad de tiempo V_{str} el radio medio R_m y la profundidad media H_m .

Volumen total de huellas por unidad de área y de tiempo:

INGENIERIA NAVAL enero 2000 93 93

$$V_{st} = \frac{\sum V_i}{ST} \tag{2}$$

Profundidad media de las huellas:

$$H_{m} = \frac{\sum V_{i} H_{i}}{\sum V_{i}} \tag{3}$$

Radio medio de las huellas:

$$R_{m} = \frac{\sum ViR_{i}}{\sum V_{i}} \tag{4}$$

Siendo V_i , H_i , R_i , el volumen, la profundidad y el radio correspondiente a la huella "i".

2.4. Leyes de semejanza y extrapolación de la agresividad

Para optimizar un ensayo y poder extrapolar convenientemente, es necesario un modelo físico, unas instalaciones adecuadas, el establecimiento de unas leyes de semejanza apropiadas y unas fórmulas que nos extrapolen los resultados obtenidos.

En los ensayos de predicción de la erosión por cavitación interviene una serie de parámetros adimensionales que es conveniente valorar y seleccionar debido a la imposibilidad de que se cumplan las leyes de semejanza en su totalidad. En algunos casos, es la propia instalación - el túnel de cavitación - quien lo impide y, en otros no resulta posible establecer la semejanza de dos parámetros simultáneamente. El grado de incertidumbre experimental puede disminuir notablemente, para una instalación determinada, mediante una buena elección de las condiciones de ensayo, además del establecimiento de fórmulas adecuadas de extrapolación de los resultados del modelo al buque.

Masip en (2) hace una valoración de las condiciones de semejanza en los ensayos de erosión con modelos analizando la importancia y la posibilidad de reproducir en el ensayo cada parámetro adimensio-

A modo de resumen se puede decir que existen unas condiciones de semejanza básicas que es importante mantener durante los ensayos.

- La semejanza geométrica.
- Igualdad del coeficiente de empuje.
- Semejanza a la predisposición de cavitación (igualdad del número de cavitación del modelo y del prototipo).

Aun siendo básicas estas condiciones muchas veces no se cumplen en un sentido estricto. Por ejemplo; siendo la semejanza geométrica muy importante resulta a veces aconsejable aumentar exageradamente la rugosidad superficial del modelo con objeto de compensar el efecto del número de Reynolds, menor en el túnel que en el buque. Esto puede tener otros efectos como es el aumento de núcleos, actuando la rugosidad como generador de los mismos.

Existen otras condiciones de semejanza como es el caso de la semejanza del número de Reynolds y de Weber. Ambos requieren que el modelo sea ensayado a mayor velocidad que el prototipo. Las instalaciones en general, y el Túnel de El Pardo en particular, no permiten cumplir esta condición. La imposibilidad de que el número de Reynolds no pueda hacerse igual al del buque es muy importante, por lo que ha de procurarse que durante el ensayo sea lo más alto posible, con el fin de disminuir su diferencia con el del buque y evitar, en lo posible, una predicción poco realista de los fenómenos de cavitación y sus efectos en la erosión.

La semejanza del número de Mach implica que la relación entre la velocidad del flujo y la del sonido en el agua sea igual en el modelo y en el buque, lo cual significa, en la práctica que la velocidad del ensayo sea similar a la del prototipo debido a que las velocidades del sonido en el túnel y en el agua de mar tienen valores próximos.

La predicción de la agresividad a escala real se obtiene a partir de los resultados de los ensayos con modelos

Una vez realizados los ensayos en el túnel de cavitación de acuerdo con las condiciones de semejanza fijadas es necesario proceder a la medida de las huellas y a su extrapolación (obtención del HCI del buque partiendo de los datos del HCI del modelo). Se procede de la siguiente forma:

- a) De los ensayos con modelos se obtienen los valores V_{STss} , R_{mss} , y H_{mss} vs U. Los subíndices se indican que se trata de medidas realizadas sobre el modelo.
- b) Los valores $V_{STss,}R_{mss}$, yH_{mss} son transformados en los parámetros adimensionales V_{ST}^* , $R_m^*yH_m^*$.

$$V *_{ST} = \frac{V_{ST}}{II} = \text{cte.}$$
 (5)

$$R*_{m} = \frac{R_{m}}{L_{ref}} = \text{cte}$$
 (6)

$$H *_{m} = \frac{H_{m}}{L_{\text{pof}}} = \text{cte}$$
 (7)

siendo U la velocidad del flujo y L_{ref} una longitud de referencia.

Puede considerarse que la presión de los pulsos es proporcional al producto de la impedancia acústica del fluido y la velocidad del (pc)_fU. Teniendo en cuenta el comportamiento elástico del material, se puede afirmar que sólo una parte de esta carga se transmite al material. El parámetro adimensional P representa la interacción fluido-mate-

$$\Pi = (\rho c)_f C_t \frac{U}{R_{0,2}}$$
(8)

- $(\rho c)_f$ es la impedancia acústica del fluido.
- Ct es el coeficiente de transmisión del sonido entre el agua y el ma-
- $R_{o,2}$ es el límite aparente de elasticidad con deformación remanente de 0.2%.

$$C_{t} = \frac{(\rho c)_{mat}}{(\rho c)_{f} + (\rho c)_{mat}}$$
(9)

La validez de estos parámetros fue estudiada por Dorey (3) y comprobada experimentalmente por Lavigne y Retailleau (4) durante el desarrollo del programa de investigación Brite-Euram mencionado. La realización de ensayos con modelos de distintos materiales y a distintas velocidades (4) permitió encontrar la relación entre los valores V_{ST}^* , $R_m^* y H_m^* y \Pi$.

c) Se calcula el valor Π_{fs} para el buque.

$$\Pi_{fs} = \frac{(\rho c)_f \cdot (\rho c) mat}{(\rho c)_f + (\rho c)_{mat}} \frac{U_{fs}}{R_{0.2}}$$
(10)

El subíndice fs indica valores para el buque.

- d) De las curvas V_{ST}^* , R_m^* H_m^* en función de Π , se obtienen los valores V_{STfs} , R_{mfs} y H_{mfs} .

 e) Finalmente los valores V_{STfs} , R_{mfs} y H_{mfs} pueden obtenerse de las
- fórmulas (5), (6) y (7).

Estos pasos se muestran esquemáticamente en la fig.3.

94 94 INGENIERIA NAVAL enero 2000

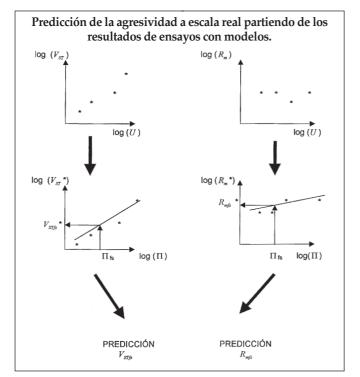


Figura nº 3

2.5. Predicción de la erosión del propulsor a partir del conocimiento de los parámetros de la agresividad a escala real

El Caversim (Cavitation erosion simulator) es una instalación en circuito cerrado capaz de reproducir el HCI de diferentes flujos cavitantes y erosionar materiales muy duros de forma rápida.

Una descripción detallada del Caversim puede encontrarse en (5).

El CERG llevó a cabo ensayos con diferentes materiales para distintas condiciones de ensayo aplicando la técnica de medición de huellas (6). Los ensayos mostraron muy poca variación en las medidas de $R_m y H_{m\nu}$ obteniéndose valores altos de V_{ST} a pesar de la corta duración de los ensayos (entre 30 y 80 horas).

Si se ensaya en el Caversim una probeta del material constitutivo del propulsor hasta obtener unos valores similares $R_m y H_m a$ los valores calculados del HCI del propulsor, la curva $Z_{CAV}(T_{CAV})$ obtenida en el ensayo del Caversim, puede extrapolarse al buque:

$$Z_{fs}(T_{fs}) = Z_{CAV}(T_{CAV})$$
 (11)

donde:

 Z_{fs} , Z_{fs} , T_{fs} , T_{CAV} son las erosiones y los tiempos a escala real y en el Caversim.

 T_{fs} puede expresarse en función de T_{CAV} :

$$T_{fs} = T_{CAV} \cdot \frac{V_{STCAV}}{V_{STfs}} \tag{12}$$

En otros casos, y de forma general, teniendo en cuenta los valores de R_m la correlación puede expresarse:

$$Z_{fs}(T_{fs}) = Z_{CAV}(T_{CAV}) \cdot \frac{R_{mfs}}{R_{mCAV}}$$
(13)

donde:

$$T_{fs} = T_{CAV} \cdot \frac{V_{STCAV}}{V_{STfs}} \cdot \frac{R_{mfs}}{R_{mCAV}}$$
(14)

Lo cual significa que la curva Z_{CAV}^{**} (T_{CAV}^{**}) es igual a la curva Z_{fs}^{**} (T_{fs}^{**}) siendo:

$$Z^{**} = \frac{Z}{R_m} \tag{15}$$

$$T^{**} = \frac{TV_{ST}}{R_m} \tag{16}$$

 $Z^{**}y$ T^{**} son los dos parámetros adimensionales, Lavigne, Retailleau y Woillez (6), que nos permiten conocer en función del tiempo la erosión Z de las palas del propulsor de un buque para una situación determinada.

De los ensayos con el material de la hélice (Caversim) se obtienen los valores $T^{**} vs Z^{**}$

Finalmente se obtienen los valores Z_{fs} en función de T_{fs} .

$$T_{fs} = T ** \frac{R_{mfs}}{V_{STfs}} \tag{17}$$

$$Z_{fs} = Z ** R_{mfs} \tag{18}$$

3.- Validación del método

Cualquier método de predicción necesita ser validado para su utilización con ciertas garantías en la industria.

En el caso de los propulsores marinos el método de predicción ha sido revisado en (7) comparando la erosión medida en las palas del propulsor de un carguero, fig (4) y fig (5), y los resultados de los ensayos, a dos escalas diferentes en el túnel de cavitación del CEHIPAR.

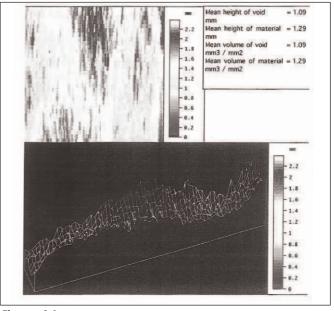


Figura nº 4

La fig (6) representa la curva de predicción obtenida.

Comparando la profundidad de la erosión a escala real, 1,42 mm., después de 17.520 horas de navegación, con la calculada 0,46 mm. aplicando el método de predicción de la erosión, para el mismo periodo de tiempo, pudo concluirse, que para el caso estudiado, el método de predicción resultó satisfactorio.

Un barco navega en situaciones diferentes que no son responsables en la misma medida de la erosión que se produce en su propulsor. Cuando se realizan los ensayos con placas en el modelo, con el fin de

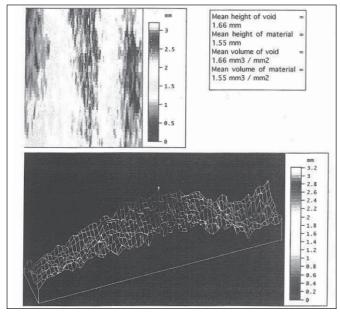


Figura nº 5

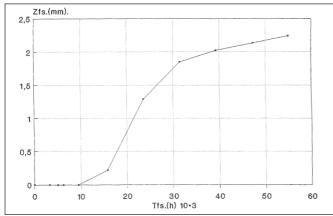


Figura nº 6

validar el método de predicción de la erosión, no resulta posible reproducir todas las situaciones del buque por lo que resulta necesario proceder a una selección de las mismas. Esta selección y el desconocimiento de algunas situaciones –maniobras...- introducen, evidentemente, incertidumbres en la validación del método de predicción.

4.- Conclusiones

- Se ha establecido un método de predicción de la erosión debida a cavitación en propulsores marinos.
- Se ha seleccionado un material blando aluminio puro que por sus características físicas y su respuesta experimental ha resultado idóneo para la medida de la agresividad del flujo en el túnel de cavitación del CEHIPAR.
- En el futuro deben hacerse nuevas comprobaciones del método de predicción de la erosión comparando las medidas de las erosiones de los propulsores de los buques con los resultados de los ensayos con modelos en el túnel.

5.- Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado por la Unión Europea en el marco de un programa de investigación Brite Euram. El autor ha querido realizar una síntesis del método de predicción de la erosión agradeciendo el trabajo y la colaboración del resto de los socios: EDF- Francia, ENEL- Italia, KSB- Alemania, RIVA HYDROART- Italia, ACB-CERG Francia, Instituto Federal de Tecnología de Lausana-Suiza y Universidad de Darsmstadt – Alemania.

6.- Referencias

- 1. Knapp, Daily and Hammit, 1970. "Cavitation", Mc Graw Hill.
- 2. Masip, 1990. "La erosión en propulsores Marinos", Tesis Doctoral.
- 3. Dorey, 1994. "Synthesis on similitude laws". T. R. Brïte Euram 4158.
- 4. Lavigne Retailleau y Woillez, 1993. "Transposition laws of HCA" . T. R. Brite Euram 4158
- 5. Lavigne, Pauchet y Retailleau ,1992. "HCI of cavitation vortices". T. R. Brïte Euram 4158
- 6. Lavigne y Retailleau, 1995. "Synthesis on the prediction of cavitation erosion for venturi test sections". Brïte Euram 4158.
- 7. Masip, Quereda y Pangusión. "A prediction of erosion method due to cavitation applied to the erosion damage measured on a ship propeller"1998. Third International Symposium on Cavitation. Grenoble. Francia.

96 96 INGENIERIA NAVAL enero 2000

Los clubes de protección e indemnización y su influencia sobre la construcción y explotación naval (*)

Carlos Bienes Pesqui, Doctor Ingen. Naval Profesor Titular de la E.U.P. de Las Palmas

(*) Continuación del Número anterior

4.- Especificación de diversas partes del buque desde el punto de vista de la defensa de los intereses de los Clubes de P & I

Después de todo lo visto hasta ahora y basándonos en las Reglas de los Clubes, sus estadísticas y a lo que prestan más atención en sus inspecciones, intentaremos esbozar qué partes del buque están relacionadas con los riesgos cubiertos por ellos, con independencia de las cualidades que deban poseer para dar cumplimiento a los diversos reglamentos de MARPOL, SEVIMAR, etc., y a los de las Sociedades de Clasificación.

La definición de todas las partes del buque involucradas en los riesgos cubiertos por los Clubes de P & I, sería tan prolija como la confección de los Reglamentos de las Sociedades de Clasificación. Sin embargo, tendría importancia que se redactasen unas reglas que unificasen y sistematizaran todas las regulaciones y recomendaciones hoy dispersas en innumerables reglamentos, así como toda la experiencia de los Clubes, sobre la multitud de aspectos constructivos relacionados con los riesgos por ellos cubiertos.

Sólo esbozaremos aquí cuáles son los elementos que deberían ser objeto de observación y regulación.

4.1. Puente de gobierno

El puente de gobierno tiene una gran importancia desde el punto de vista que nos interesa. Se encuentra involucrado en decisiones importantes que se deben tomar a bordo y que de ser erróneas pueden dar lugar a grandes reclamaciones.

El reglamento de abordajes, las ayudas a la navegación, los equipos electrónicos y de comunicaciones ya están regulados. Sin embargo y sólo como un ejemplo que muestre lo que se quiere decir, podemos indicar que no creemos que exista en ningún reglamento la obligación de llevar a bordo una simple cámara fotográfica. La enorme fuerza probatoria de una fotografía puede resolver a favor del buque una grave reclamación y ahorrar, si ha lugar, una suma importante de dinero. Algunos Clubes recomiendan la existencia a bordo de una cámara de vídeo, con baterías y cintas listas para su uso. No cabe ninguna duda de su gran utilidad. Es más, para grandes buques y en zonas de mucho tráfico, sería importante la existencia de una cámara de vídeo móvil y orientable desde el puente, similar a las que existen en las oficinas bancarias. Queremos recoger aquí la información de que algunos organismos ya están indicando la conveniencia de instalar una especie de "Caja negra" en estos tipos de buques.

Aunque la visibilidad que exista desde el puente esté reglamentada en el SOLAS, en la actualidad quedan aún muchos buques ya existentes en el momento de su publicación, que la incumplen, y otros muchos que transportan grandes cubertadas que la limitan enormemente y rozan su incumplimiento. Sin embargo, ésta tiene una gran importancia para la prevención de abordajes, u otro tipo de colisiones.

Un ejemplo de los elementos que en el puente deberían tenerse en cuenta desde el punto de vista de los Clubes podrían ser:

Equipos

- Una cámara fotográfica. Preferiblemente del tipo Polaroid, o normal con fecha.
- Una cámara de vídeo, con batería cargada y cintas.(Estructural y giratoria en ciertos buques).
- Una fotocopiadora de mesa (No es necesario esté en el puente).

La disposición estructural de los diversos elementos de puente ha ido adquiriendo cada vez más importancia. Se ha visto que gran parte de

Indice

- 1.- Introducción
- 2.- Los Clubes, historia, reglas y cobertura que ofrecen
- 3.- Distribución y costo de las reclamaciones a los Clubes de P&I
- 4.- Especificación de diversas partes del buque desde el punto de vista de la defensa de los intereses de los Clubes de P&I
- 5.- Recomendaciones a armadores y tripulaciones desde el punto de vista de la mejor defensa en P&I
- 6.- Bibliografía

INGENIERIA NAVAL enero 2000

los incidentes, como las colisiones o embarrancadas, son debidas a error humano. Todos los aspectos que se dirijan a paliarlos son los que se deberán tener en cuenta. El puente es un lugar en que se pasan muchas horas de guardia, por lo que su disposición no debe favorecer la somnolencia ni producir excesiva fatiga. Sobre todo si el buque tiene una tripulación muy reducida y sólo se van a encontrar en él una o dos personas. Todos los elementos deben ser fácilmente accesibles y operables. Los aspectos más importantes que deben ser objeto de estudio son:

- Visibilidad
- Disposición ergonómica de los elementos

Por ejemplo, si un radar se encuentra mal situado, o si desde la derrota o la posición del VHF, no hay una buena visibilidad, puede ocurrir que la persona que en esos momentos esté en dichos lugares, no pueda apreciar la existencia de una pequeña embarcación que cruza su rumbo. Tal vez aquí esté la causa de tantas colisiones sin explicación, dado que se produjeron con personal de ambos buques en el puente y con unas buenas condiciones de visibilidad.

4.2. Espacios de habilitación

En los espacios de habilitación son de aplicación ciertas partes de los convenios de SEVIMAR y de la O.I.T., además de una dispersa reglamentación sobre volúmenes mínimos y otros aspectos. Estos espacios, donde las personas tienen que convivir, son el lugar donde los accidentes, que como hemos visto pueden dar lugar a cuantiosas reclamaciones, se producen en mayor medida. Concretamente, los sitios donde más frecuentemente se producen, son como en las viviendas, en la cocina y en los baños. En los buques, la situación empeora, porque se mueven y hay escaleras que pueden llegar a estar verticales.

Algunos elementos a los que se presta muy poca importancia y que sin embargo pueden evitar graves accidentes, son:

Cocina:

La cocina es uno de los lugares donde se producen un gran número de accidentes y uno de los puntos más significativos de comienzo de incendio. Podemos indicar los siguientes puntos de atención:

- Disposición de los elementos de Cocina en dirección Br/Er.

Su finalidad es la de evitar la caída de elementos calientes sobre el cocinero en el caso de balances intensos. Puede tenerse en cuenta lo peligroso para el cocinero de un recipiente con un líquido ardiente en un mar con oleaje.

- Colocación de extintores en sus accesos.
- Si la Cocina es de gas-oil, el tanque y el macho de cierre deberán estar fuera.

Si se produce un incendio en una cocina de gas oil o de gas, debe existir en su exterior un macho de cierre de combustible, pues de nada serviría situarlo sobre la misma.

- Alarma y sistema seguridad para la apertura de la gambuza.

Son frecuentes los casos de personas atrapadas en el interior de una gambuza frigorífica, por lo que un solo sistema de seguridad no es suficiente. Desde luego, la puerta debe poder abrirse por el interior, pero una alarma, en todas sus cámaras, es también necesaria.

- Verificación del estado de limpieza del filtro de la campana extractora.

El aceite acumulado en el filtro de la campana extractora situada sobre la cocina puede arder con cierta facilidad, provocando un incendio. En las inspecciones debe observarse la limpieza de este elemento.

Baños:

Son uno de los lugares en que se pueden producir accidentes y daños a las personas con cierta frecuencia. Debe prestarse atención durante el

proyecto a las medidas para evitarlos, eliminando esquinas y aristas que puedan causar daño en una caída. También deben dotarse de elementos de sujeción cuando hay balances. Los puntos más importantes a tener en cuenta serían:

- Agarraderas en duchas
- Suelos antideslizantes.
- Elementos de materiales blandos y sin aristas.
- Disposición de los elementos.

Este último punto tiene su importancia, especialmente con mala mar. Un inodoro colocado en la dirección Br-Er puede ser no ya simplemente molesto, sino peligroso en un temporal. Los resbalones, tanto en el baño como en la ducha, son también otro peligro no sólo debido a la mala mar.

La existencia de portillos operables en los aseos también da lugar a controversia, dada la facilidad de dejarlos abiertos y olvidarse de cerrarlos cuando existe temporal, constituyendo un importante punto de inundación, especialmente para buques pequeños como son los pesqueros.

Resto:

Otros puntos que pueden dar lugar a accidentes son:

- Iluminación

No cabe la menor duda de que la falta de una iluminación adecuada puede dar lugar a golpes o caídas de nefastas consecuencias y altos costes. Los lugares de paso y muy especialmente aquellos de no muy frecuente uso, son generalmente los puntos que deben requerir una mayor atención.

- Escaleras y pasamanos

Hay que tener en cuenta su utilización, no cuando el buque está atracado, sino cuando está navegando con mala mar y fuertes balances. El perfil de los pasamanos debe ser ergonómico y no presentar aristas o desconchones, especialmente por su parte inferior. Es escaso el número de buques en los que ésto se haya tenido en cuenta durante su construcción, especialmente en pequeñas embarcaciones y pesqueros. Proliferan escaleras que serían de muy difícil utilización en tierra y por lo tanto no digamos en la mar.

- Planos e instrucciones.

En un gran número de embarcaciones, los planos de construcción entregados con el buque han ido desapareciendo a lo largo del tiempo, por lo que la información existente a bordo es francamente escasa cuando se necesita. No puede pensarse que siempre estarán en el astillero constructor o en la Sociedad de Clasificación, porque, al cabo de no muchos años, son archivados o destruidos, sin posibilidad de que aparezcan.

Día a día se está prestando mayor interés por todos los Organismos, a que a bordo esté toda la información necesaria, más aún si se tiene en cuenta que actualmente las tripulaciones se renuevan cada muy pocos meses.

- Ruidos.

Aunque exista una determinada reglamentación sobre el asunto, es un tema mal tratado y cuya importancia no se tiene en cuenta con la necesaria seriedad.

Se ha visto que una de las causas más importante de accidentes es el fallo humano. ¿Cuántos de ellos no habrán sido causados por el enorme desgaste que supone un ruido excesivo durante períodos prolongados?.

La medicina actual está comenzando a comprobar los efectos demoledores que un ruido excesivo y prolongado tiene sobre el organismo humano. En los buques debe tenerse en cuenta que los tripulantes pueden estar sometidos a él durante semanas seguidas,

98 98 INGENIERIA NAVAL enero 2000

lo que mermará sus reflejos y aumentará su agresividad, haciéndolos mucho más proclives a cometer errores fatales.

- Rutas de escape.

Las rutas de escape deben ser reales y operables en la práctica y no meramente para cumplir un trámite. Cuánta gente se habría salvado si realmente hubiera sido así.

- Tamaño mínimo de portillos.

En muchos casos de incendio o abandono de emergencia, se han encontrado tripulantes fallecidos atrancados en un portillo que era demasiado estrecho. Un par de cm más y hubieran salvado la vida.

- Cuadro Orgánico y supuestos de Emergencia claramente expuestos.

Todo lo referente a esto está reglamentado, aunque no vemos se le preste la debida importancia. En muchísimas ocasiones, los cuadros mostrando los elementos de Salvamento y las Rutas de Escape, si existen están tan viejos y tan descoloridos que no puede verse nada. Otras veces ha desaparecido la cartulina obligatoria del Cuadro Orgánico que debe existir en lugar visible en cada camarote.

- Las señales de salida a botes, chalecos, etc., deben estar presentes.

En todos los buques es obligatoria la existencia de estas señales, mostrando las rutas de escape a los botes y balsas, etc. Aunque no son excesivamente caras, carecen de ellas innumerables buques. Lo peor es que nadie a bordo parece prestarles mucha atención. Todo el mundo piensa que conoce perfectamente las salidas. No piensan en la enorme desorientación que se produce en total ausencia de luz o metido en una masa de humo.

- Varios.

Debe prestarse especial atención a las conexiones provisionales entre diversos equipos, como radios, televisores, etc., que tienen un alto riesgo de incendios. Gran cantidad de fuegos se inician en acomodaciones, por la conexión de aparatos de audio en los camarotes de la tripulación.

4.3. Cubierta

La cubierta es el lugar del buque en que más accidentes se producen. Los elementos involucrados serían prácticamente todos y, que yo sepa, no se ha diseñado una sola teniendo en cuenta que una persona puede resbalarse por las causas que ya se han indicado y dar con la cabeza en un barraganete u otro elemento semejante. Es más, casi con toda seguridad, si alguien se resbala se dará en alguna parte del cuerpo con alguno de estos elementos duros y cortantes y se producirá serias heridas.

No quiero decir que deba variarse toda la concepción de la estructura de una cubierta. Lo que sí indico es que normalmente nadie tiene nada de ésto en mente cuando se diseña y que con muy poco esfuerzo se podrían eliminar muchos accidentes.

Los puntos más significativos serían:

- Pintura antideslizante

Evitaría bastantes costos por accidentes y es lo que menos costaría.

- Eliminación de derrames de aceite (bandejas o recogedores)

La existencia de aceite proveniente de los latiguillos de pistones hidráulicos, maquinaria, etc., da lugar a resbalones de fatales consecuencias, tanto de tripulantes como de estibadores o inspectores. Un estudio meticuloso de los puntos donde se producen y la instalación de pequeñas bandejas resolvería este problema.

- Escalas, tecles y accesos

Solamente reglamentaciones locales de diversos países tienen muy

en cuenta estos aspectos, normalmente por presión sindical. Como ejemplo indicaremos que la mera separación entre sí de los nervios de un tecle en una grúa, tiene mucha importancia para no doblarse un tobillo o caerse, produciendo una reclamación por lesiones.

- Casco obligatorio y botas de seguridad.

En cualquier Astillero que se precie, se exige a todos los operarios el uso del casco y de las botas de seguridad hasta el mismo momento de la entrega del buque. Pero a partir de ese momento nunca más se exigirá a nadie el uso de ningún elemento de seguridad a bordo. Jamás hemos visto que en un buque cuando está navegando, nadie lleve casco, salvo excepción de los buques japoneses donde todos los tripulantes lo llevan.

- Manguerotes y Cortafuegos.

El estado de ambos denota muy bien el interés que armador y tripulación tienen por el buque. Se presta un buen interés normalmente en las inspecciones, por lo que no insistiremos en ellos.

- Escalas de acceso al buque y planchadas.

Uno de los puntos menos estudiados en los buques, y por el que casi nadie, salvo las tripulaciones y los Prácticos se ocupan, es el de las escalas de acceso a bordo con el buque fondeado. Es francamente impresionante no ya subir, sino sobre todo bajar del buque a un pequeño bote que se mueve con las olas y al que al final hay que arrojarse desde cierta altura, para que, al subir éste con la ola, no te fracture las piernas. Lo más curioso es que, como no existe otro medio, no sólo lo utilizan expertos Prácticos y marinos jóvenes, si no la madura esposa del Capitán, o la joven y con tacones de un nuevo oficial.

En buques grandes ya existen ascensores retráctiles y no creo que un sistema similar y con buenas defensas fuera ni muy caro ni muy complicado para la mayoría de los buques. No obstante muchos Prácticos siguen prefiriendo el tradicional para saltar de/a la lancha.

- Tomas de combustible: - Respiros - Bandejas - Comunicación con Máquinas.

La recomendación de que todos los reboses de combustible se desvíen a un tanque específico, dotado de alarmas y seguridades, la comunicación con máquina y el entrenamiento de la tripulación, siguen siendo importantes.

También se suelen producir ciertas reclamaciones a los Clubes como defensa ante las Cías. suministradoras por mala calidad de los combustibles. Por eso, desde el punto de vista del armador, tiene importancia exigir la entrega de muestras selladas y la existencia de un ligero laboratorio de análisis a bordo.

Los perjuicios causados pueden ser de la máxima importancia. No sólo debemos tener en cuenta los terribles daños ocasionados a un motor por un combustible con Sodio-Vanadio, sino, por ejemplo, las consecuencias de suministrar un combustible diferente al pedido. La mezcla de un gas-oil con un IFO 180 para obtener un IFO 30 no funciona en ocasiones si, en vez de mezclarse con gas-oil, se utiliza un Marine Diesel Oil, que es algo más viscoso. Si la mezcla no está bien realizada y se precipitan los componentes, se produce un problema serio. Otro caso, por ejemplo, es el que en vez de un IFO 30 suministren, por error, un IFO 150. Si el buque no dispone de calefacción de tanques el problema para volver a sacarlo es grande.

- Plumas, grúas, cables y eslingas.

Afectan fundamentalmente a daños a las personas y a la carga. Los daños suelen producirse fundamentalmente por la rotura de elementos, fundamentalmente cables.

- Comunicaciones.

El sistema de comunicación de puente con los puestos de la manio-

INGENIERIA NAVAL enero 2000 99

bra de proa y popa debe estar en perfecto uso para evitar accidentes al maniobrar. Creemos debería considerase su duplicidad, manteniendo un sistema fijo y otro portátil.

- Elementos de amarre y maniobra.

El estado de los guiacabos, panamás, etc., dará una idea de cómo trabajan los cabos. Su rotura puede causar serios problemas, tanto a las personas como al propio buque. Mucha gente ha muerto o ha quedado seriamente mutilada al ser alcanzada por un cabo roto cuando estaba sometido a tensión.

- Equipos específicos.

En el caso de buques para transporte de cargas concretas como Tanques, Quimiqueros, Frigoríficos, etc., sus equipos específicos deben estar en buenas condiciones de uso y ser objeto de la máxima atención para que no se produzcan daños a la carga o a las personas.

4.4. Escotillas

Uno de los puntos más conflictivos de casi todos los buques mercantes son las tapas de escotilla.

Por las escotillas entra el dinero al buque, pero también sale de él. Desde luego su estudio está fundado principalmente para que facilite la ganancia, pero su diseño no está bien conseguido para que luego no salga, en la forma de reclamaciones por daños a la carga.

Las escotillas presentan fundamentalmente dos grandes problemas: maniobra y estanqueidad. Ambos son difíciles de solucionar y tienen mala solución durante el período de explotación.

Otros problemas como acumulación de suciedad, restos de carga, etc., dan lugar posteriormente a oxidación. Esta, hoy en día, es en general más sencilla de evitar si se tiene en cuenta el abaratamiento del acero inoxidable, como ya se ha comentado anteriormente.

Los puntos más interesantes de observación serían:

- Cierres, mecanismos, juntas, trincas,
- Metales no oxidables.

4.5. Bodegas

Las bodegas son la razón de ser del buque de carga. Es el recipiente que transporta una carga, al que hay que colocarle un casco para que flote, instalarle una máquina para que se traslade, y construir una vivienda para alojar al personal que debe operarlo.

Las bodegas podrían ser observadas bajo todos los ángulos de las reglas de los Clubes, tanto desde el punto de vista de los accidentes, como del de la protección de la carga.

Los aspectos más significativos a tener en cuenta serían:

- Escalas de acceso

Sirve lo dicho con anterioridad para la generalidad de las escalas. Las caídas desde la escala de cualquier bodega representa un riesgo mortal en la gran mayoría de los casos. En el caso de buques que transportan materiales con gran poder de oxidación, la corrosión de algunos peldaños puede traer funestas consecuencias y el uso del acero inoxidable debería estar reglamentado. Como ya se ha comentado antes, cuando se hablaba de las escalas en general, algunas reglamentaciones que exigen un máximo de tramo en vertical y defensas posteriores representa un buen modelo a generalizar internacionalmente.

- Tapas de tanques

Como ya se ha indicado, gran parte de los daños a la carga se producen por pérdidas de las tapas de tanques. Una mínima pérdida puede contaminar decenas de toneladas de carga, fundamentalmente si es Fuel Oil. - Tubos de sonda y aireación

También los tubos de aireación y sonda son culpables de muchos daños a la carga. Hace no mucho tiempo pude observar la rotura de un tubo de aireación de un tanque de Fuel Oil en la bodega de un panamax que transportaba habas de soja. La cantidad de líquido vertido a la bodega sería de unos cuantos cientos de litros, pero la pérdida fue de varios cientos de toneladas de carga.

Creemos no sería un gran coste, aislar con una cajera estos tubos de sonda y aireación, o, en caso de ser factible, su desvío fuera de las bodegas de carga.

- Pinturas

Para buena parte de los graneles y muchísimas otras cargas, una contaminación por óxido conlleva una gran reclamación de carga. Por otro lado, la exigencia de una bodega limpia y bien pintada es necesaria en casi todos los fletes, el buen estado de la pintura de las bodegas indica mucho del buque y de la Cía.

- Estructura (Pies de cuaderna, esloras, bulárcamas)

Como ya se ha indicado, lo más importante en un buque como transportador de carga son sus bodegas. Por las bodegas, al igual que por las escotillas, entra el dinero al buque y también sale de él. Es la razón de ser del buque. La solución ideal, será, como siempre, una de compromiso, entre la completamente "BOX", y la de máximo volumen. En cada caso, se deberá estudiar la solución óptima. Sin embargo desde el punto de vista de los Clubes esa no es su preocupación, su inquietud estará más en función de sus posibilidades de generar accidentes o averías de carga. Todos los puntos que claramente pudieran inducir a un accidente deben ser eliminados.

Ya dijimos que, hoy día, para ser un buen proyectista, no solo hay que escantillonar muy bien, sino que debe tenerse en cuenta la facilidad de entrada y salida de la carga y su protección contra diversas agresiones durante el transporte. Por ejemplo, en un granelero no deben consentirse puntos de acumulación masiva de restos de carga, como esloras, palmejares o consolas de pie de cuaderna con faldilla.

- Iluminación

La iluminación de las bodegas y su posterior mantenimiento en buen uso no es normalmente un tema sencillo.

En los grandes buques graneleros, por ejemplo, la solución más sencilla y más eficaz suele ser la instalación de proyectores en las esquinas de las escotillas. Sin embargo, en los buques con entrepuentes y escotillas más pequeñas suele ser necesario la instalación de iluminación en la bodega. En estos casos el problema es su mantenimiento, debido a las averías que suelen sufrir por la carga y las máquinas que la manipulan. Un buen diseño, que las empotre y las defienda es fundamental. No debe olvidarse que la iluminación representa una buena medida para paliar los accidentes en las bodegas.

- Achique

El sistema de sentinas y achique, así como el estado de los filtros, tiene una gran importancia. En el caso de una vía de agua, el achique de sentinas sería lo único capaz de salvar un buque. Sin embargo, en la mayoría de los buques es escasa la atención que se le presta, pues la obstrucción de los pocetes y tuberías es general.

Por otro lado, el mal estado de las válvulas de sentina puede hacer que la entrada de agua en otro compartimiento se propague a otras bodegas.

- Equipos

La existencia a bordo y en uso, de máscaras de gas para acceso a bodegas en caso de que se sospeche fermentación o pérdida de productos, es de la máxima importancia. Conocemos numerosos casos de

100 100 INGENIERIA NAVAL enero 2000

tripulantes muertos al bajar a bodegas que transportaban granos, al haberse producido una fermentación dentro de las mismas.

4.6. Cámara de máquinas

Como corazón del buque, también se centran en ella muchos de los aspectos de riesgos cubiertos por los Clubes. Sólo citaremos como ejemplos los siguientes:

- Estado de limpieza

No hay duda de que el estado de limpieza de una Cámara de Máquinas indica muchísimo sobre el estado de sus elementos. Todos los inspectores conocen que cuando entran en una máquina, si está limpia y bien pintada, existen grandes posibilidades de que casi todo funcione correctamente, ya que la tripulación tiene tiempo de su mantenimiento.

Lógicamente si se encuentra limpia y aseada habrá muchas menos posibilidades de resbalarse y que se produzca un accidente, que si estuviera sucia y llena de derrames de aceite.

También hemos de añadir que las posibilidades de encontrar un respeto determinado en un momento, son directamente proporcionales al estado de arranchamiento del buque.

- Iluminación

Tiene una gran importancia en la prevención de accidentes e influye en el estado de conservación de la Máquina. Naturalmente deben existir puntos más iluminados que otros, pero todos son necesarios en especial los de difícil acceso.

- Sistemas de extinción de incendios

Están plenamente reglamentados, por lo que no insistiremos en ellos. La realidad es, que salvo el gas inerte por disparo, el resto no suelen ser eficaces y ni siquiera son usados en la práctica, salvo para pequeños conatos de incendio. La formación de las tripulaciones en la lucha de forma práctica contra el fuego, suele ser bastante deficiente.

- Ventiladores, paradas a distancia y disparo de tanques

Como hemos dicho, los sistemas de actuación a distancia son con mucho los más eficaces por ser los más usados. Normalmente están ya muy bien estudiados y centralizados. Otra cosa muy diferente es cómo están mantenidos.

- Aislamiento de escapes

Generalmente no se le da toda la importancia que merecen. Gran cantidad de incendios se producen en escapes defectuosos o reparados. Una falta de aislamiento, o el desprendimiento de éste, debe ser reparado en la primera ocasión.

- Salidas de emergencia

Su importancia es primordial para el salvamento de vidas humanas.

- Ruidos (cascos)

Las tripulaciones de máquinas ya se van acostumbrando a la utilización de cascos para amortiguar los ruidos. Este punto, que ya se comentó con anterioridad, es de muchísima más importancia de lo que algunos pudieran considerar. En nuestra opinión es un señalado causante del tan mencionado error humano.

- Pisos antideslizantes

Ya se ha se comentado antes al tratar de la cubierta que con un mínimo coste se ahorraría dinero y se podrían evitar accidentes. Cuando se proyecta una Cámara de Máquinas debería estudiarse la seguridad de los tripulantes, especialmente navegando con fuertes bandazos. Consideramos que el uso de materiales antideslizantes en los tecles de

máquinas es un aspecto aún no bien desarrollado.

- Calderas/ Calderetas

Se debe vigilar su buen estado, así como los niveles, válvulas de seguridad y manómetros. Los incendios en los quemadores y los retrocesos de llama son otro de los puntos causantes de incendios en la máquina y de graves accidentes a las personas.

- Separador de sentinas

Está reglamentado ampliamente y por ello no nos extenderemos más en este punto, pero sí debemos recalcar que la vigilancia antipolución es cada día más severa y más eficaz en casi todos los mares.

- Pérdidas de combustible en alta y baja presión

Tenemos noticias de gran cantidad de incendios producidos por la rotura de las tuberías de combustible de baja, pero sobre todo de alta presión. Un combustible ya caliente y a alta presión, que cae sobre una culata o un escape, es un incendio seguro y normalmente alcanzará muy altas proporciones. La vigilancia de estos aspectos es de suma importancia.

- Alarmas de sentinas y/o arranque automático de bombas

Las alarmas que indican el nivel que alcanzan las sentinas son vitales. Por el contrario, el arranque automático de bombas de achique ya es un tema de mayor controversia pues pueden retrasar la detección de una vía de agua.

Sin embargo, un asunto de bastante importancia es facilitar el acceso y las posibilidades de inspección de las sentinas, sobre las que no hay mucho dicho y menos obligado.

- Bandejas de recogidas de perdidas de combustible en tanques de diario, etc.

Está claro que no debe consentirse que las pérdidas o purgas de tanques puedan desparramarse por la máquina, e incluso ir a las sentinas, sino a un tanque de lodos.

5.- Recomendaciones a armadores y tripulaciones desde el punto de vista de la mejor defensa en P & I

Hemos estudiado las recomendaciones que varios Clubes de P & I dirigen a sus miembros y conjuntamente con la síntesis de todo lo expuesto anteriormente, veremos a continuación una serie de instrucciones síntesis de las recomendaciones realizadas por los Clubes a sus miembros y que deberían aplicarse en la explotación naviera, para disminuir notablemente los riesgos y los costes de las reclamaciones por Protección e Indemnización.

5.1. Documentación

Cuando se produce un siniestro, como es lógico, el Club necesita para poder defender los intereses de sus asociados, la mayor documentación posible. La tramitación de un expediente puede llevar mucho tiempo, tal vez años, y es esencial, por tanto, que las notas y los documentos estén a mano y sean conservados, pues, pasado cierto tiempo, solamente aquello que está escrito o documentado es lo que permanece. En consecuencia, toda Cía. Naviera debería redactar y enviar a su flota un manual de procedimientos para casos de accidente.

En estas "Instrucciones al Capitán", se deberán dar normas escritas para toda clase de contingencias, desde el abordaje, hasta la existencia de polizones a bordo y también recomendaciones sobre los puertos situados en las cercanías de la ruta de los buques, indicando los que eran más apropiados para el caso de una arribada y por qué.

Una de las aplicaciones más interesantes de estas instrucciones es la de recordar al Capitán cuál es la documentación que debe reunir en determinados incidentes. Por ejemplo, en el caso de producirse una Avería Gruesa, nunca se debe olvidar ninguno de los muchos documentos ne-

INGENIERIA NAVAL enero 2000

cesarios para su liquidación. Debido a su enorme utilidad, todos los Clubes, algunas Cías. de Seguros y Comisariados de Averías, suelen realizar una variante de estos manuales.

Por ser de la máxima importancia, indicaremos que, en caso de accidente, se deben seguir estos procedimientos, tanto por parte del Capitán como de los Oficiales involucrados, debiendo por lo mismo encontrarse a mano y actualizados.

Deberán, por lo tanto, existir a bordo, estar perfectamente cumplimentados y realizar en ellos las anotaciones pertinentes, los libros y la documentación que se relaciona a continuación:

- Diario de Navegación, Cuaderno de Bitácora, Diario de Máquinas, Libro de Elementos de Carga, etc.
- Partes de Navegación y puerto, análisis de aceites, Partes Consumos, etc.
- Partes oficiales de Accidentes.
- Protestas de Averías.
- Certificados Estatutarios.
- Certificados de Clasificación.
- Fotografías.

Toda documentación específica del tipo de buque que se trate, etc.

5.2. Visitantes y Polizones

Es de la máxima importancia realizar un severo control de todas las personas que suben a bordo. La mayoría de los Clubes clasifican a los visitantes en las siguientes categorías.

- 1. Agentes, inspectores, abogados, expertos, fletadores, receptores, etc., que pueden actuar a favor o en contra nuestra.
- Funcionarios de Puerto, incluidos de Sanidad o de Seguridad, aduanas e inmigración, autoridades Gubernamentales, etc.
- Familiares, amigos, o huéspedes, cuyo movimiento debe ser exclusivamente autorizado por las zonas no operacionales del buque.
- Estibadores, trabajadores de talleres y técnicos, prácticos y personal de remolcadores, provisionistas, etc.
- 5. Intrusos, ladrones, cambulloneros, traficantes de drogas, etc.

Obligatoriamente se debe identificar a toda persona que suba a bordo y establecer con la máxima claridad a quien representa. Especialmente se debe estar seguro de dicha representación y por qué está a bordo todo inspector, abogado, u otro experto. En caso de duda, se debe contactar inmediatamente con la Cía. Armadora, o con los representantes del Club.

A los expertos del propio Club, se les debe prestar toda la asistencia precisa y suministrar la documentación necesaria, restringiendo a la vez el movimiento de cualquier visitante extraño o no muy claro y prohibirle realizar fotografías, que no sean de lugares que legítimamente puedan concernirle.

Los inspectores deben ser acompañados en todo momento por un Oficial, lo que es absolutamente preciso para su seguridad y para la del buque. A los inspectores ajenos, sólo se les debe permitir el acceso a aquellos lugares que les pueda concernir. Por ejemplo, si se presenta a bordo un inspector de la carga, nunca se permitirá su acceso a máquinas, pues puede estar buscando alguna excusa para achacar al buque un daño aparecido en la carga que se transporta.

El concepto general que debe tener a bordo la tripulación, que debe estar muy claro y de esta forma trasmitido, es que, salvo las personas perfectamente identificadas que nos consta que están de nuestra parte, absolutamente todas las demás, no vienen a defender los intereses del buque.

Resulta también de importancia que se den instrucciones claras a la tripulación de que se limite a mostrar el camino o mostrar los daños al experto que corresponda, pero se abstenga en absoluto de realizar comentario alguno. Muchas veces, estos comentarios, tal vez sin ningún fundamento sirven para desarrollar hipótesis altamente perjudiciales para el buque. El realizar una completa inspección a todas las partes del buque en que pudieran haberse introducido polizones, siguiendo para ello la lista de comprobación que para tal fin suministran la mayoría de los Clubes, es de la máxima importancia.

Como ya se ha indicado, algunas navieras han dotado a sus buques de aparatos de detección de personas por medio de CO_2 o infrarrojos, y otras de camarotes especiales, acolchados y con cierres especiales.

Existen varios países donde es muchísimo más probable la existencia de polizones. Estos suelen subir a bordo con los estibadores y otros trabajadores, por lo que es muy necesario, en todos esos puertos, realizar un buen fondeo antes de la salida y anotar el resultado en el diario de navegación. En el caso de encontrar polizones a bordo poco después de dejar un puerto es conveniente comunicar con las autoridades del mismo y comprobar que los polizones serán nuevamente aceptados en el puerto de llegada. Los polizones son uno de los grandes problemas de muchos buques que operan en puertos africanos. La mayoría de las veces son profesionales que suben a bordo sin ninguna documentación, e incluso sin ropa, para no poder ser ni identificados ni probado de que país son, y así evitar ser repatriados. Cuando el buque toca un puerto con polizones declarados, las Autoridades los recogen, los mandan a un lugar custodiado y los reintegran a bordo cuando el buque sale, previo pago de una sustanciosa factura. Otras ni siquiera permiten que toquen tierra y organizan su custodia a bordo. Algunas veces, la estancia de los polizones a bordo suele ser enormemente dilatada, constituyendo una auténtica pesadilla.

Para las tripulaciones son en muchas ocasiones un verdadero peligro. Hace poco tiempo se produjeron graves incidentes en la ciudad de Ceuta entre emigrantes ilegales (Polizones de Tierra) y la población civil. Afortunadamente, existían fuerzas de Policía que pudieron controlar la revuelta. Además, debemos tener en cuenta que la proporción entre estos emigrantes y la población era de uno a mil. ¿Qué puede pasar en un buque cuando la proporción es casi de uno a uno, o uno a dos, en numerosas ocasiones, y no existen fuerzas de policía?.

5.3. Revisiones antes de cargar

Los que reclaman daños a la carga, frecuentemente alegan la existencia de problemas o defectos en el buque antes de cargar. Ordinariamente, la tripulación ha tomado todas las medidas pertinentes antes de efectuar dicha carga y seguido los procedimientos establecidos pero, una vez realizada, no ha quedado ninguna prueba de ello. Por eso, una de las más importantes piezas de convicción para defenderse de este tipo de reclamaciones es la anotación de los trabajos realizados en un libro de mantenimiento de cubierta, en que se detallan los trabajos llevados a cabo. En él se deben anotar los detalles del mantenimiento de las escotillas, bodegas, limpieza de tanques, pintados y rutinas ordinarias en los espacios de carga, tales como limpieza y mantenimiento. En los casos de pintura de bodegas, es importante detallar el sistema y forma de pintado. (De acuerdo con las instrucciones del fabricante).

La limpieza de la bodega antes de cargar es de la máxima importancia, pues si los restos del producto contaminante por el que nos rechazan una determinada mercancía, es justamente el último transportado, poco podremos alegar. Hay que tener en cuenta que la limpieza de una bodega puede ser una labor complicadísima en determinados buques. Labor que hay que repetir después de cada carga/descarga en la mayoría de los casos en buques "tramp" de graneles sólidos. Por ello, y aún perdiendo gran capacidad de carga en muchos casos se ha optado por la opción de una bodega formada por un doble casco para que sea completamente "box". En cualquier caso todos los elementos necesarios para la citada limpieza desde escalas de mano a cáncamos y cinturones de seguridad deben estar disponibles a bordo.

Otro tipo de información que es muy conveniente anotar es la siguiente:

- Prueba de tuberías y mangueras, aspiración de sentinas, tuberías de descarga de gas C.I., prueba de sistemas de frío y congelación, etc.
- Copias de inspecciones realizadas antes de cargar, tanto del buque como de la carga. Para algunas cargas como siderúrgicos, esto es esencial.

102 102 INGENIERIA NAVAL enero 2000

- La condiciones pedidas por los fletadores para la condición y preparación de las bodegas.
- Verificación del equipo, luces, escalas, detectores de incendios, estanqueidad rutinaria o específica para el cargamento, eslingas y cables, trincas, etc.
- Planes específicos de mantenimiento, incluyendo las tapas de escotilla (gomas, trincas, mecanismos, etc.).

Naturalmente esta lista no es excluyente y en cada buque y para cada tipo de carga o viaje debe particularizarse. Los petroleros, o buques que transporten cargas peligrosas, como explosivos, tienen sus rutinas particulares en función de los acuerdos internacionales.

5.4. Carga y descarga

En el transporte marítimo se espera que el buque cargue, estibe y descargue el cargamento en las mismas condiciones en que se recibió. Además es necesario comprobar que las operaciones portuarias ocurren sin retrasos considerables, daños, desgobierno u otros problemas. El primer oficial es la persona normalmente encargada de las operaciones de "Carga - Descarga". Durante ellas se producen gran cantidad de incidentes que producen averías a la carga, o que influyen en que se produzcan más tarde. Por ello, el control de todo el proceso es muy importante y deben anotarse gran cantidad de datos que sirvan para el análisis de posteriores reclamaciones.

Los detalles que deben ser anotados son los siguientes:

- Operaciones de lastrado: tanques utilizados, tiempo de comienzo y de terminación. Anotación en los Cuadernos de Bitácora y Máquinas.
- Horas de apertura y cierre de escotillas, incluyendo el tiempo empleado y la causa de retrasos, si los hubiese.
- Anotaciones regulares del estado del tiempo y precauciones tomadas contra el mal tiempo en cargas especiales (p.e. Se ve aproximarse una tormenta en el Radar). Precauciones tomadas para casos de posibles averías, como por ejemplo, tripulación de guardia, eslingas preparadas, bombas hidráulicas en stand-by, etc.
- Copias de partes del tiempo y telefaxes.
- Tiempos de trabajo de los estibadores, grúas y máquinas empleadas, incidentes, etc.
- Anotación en el diario de la utilización de cables de seguridad, accesos restringidos, etc.
- Anotación de la carga, cantidades, hileras, control, etc. En el caso de contenedores frigoríficos, situación, temperatura, funcionamiento del equipo, etc.
- Anotación de daños y condición antes de cargar. Daños descubiertos u ocurridos en el momento de la carga.
- Copias de los planos de estiba, verificaciones de estabilidad, calados medidos y planos de carga y estado de lastres y otros pesos.
- Precauciones tomadas con mercancías peligrosas.
- Segregaciones y separaciones de carga.
- Fotografías tomadas durante la carga y descarga mostrando la condición, estiba y, si es relevante, disposición del equipo de puerto.

5.5. Carga - Travesía

Normalmente se alega, por los receptores de la mercancía, que los daños sufridos por ella, lo son durante su permanencia a bordo en la travesía. Algunas veces los daños son exagerados, u ocurrieron fuera del ámbito del buque. En estas ocasiones las reclamaciones son frecuentemente rechazadas sobre la base de la documentación que pueda existir a bordo.

Esta documentación debe consistir en la anotación de los siguiente conceptos:

- Sondas de tanques de lastre, sentinas, y tanques de combustibles y agua dulce.
- Ventilación de la carga, temperatura y humedad. (CO₂, etc. si se dispone de equipo).
- Condiciones atmosféricas, detalles de la travesía y de la mar.
- Comprobaciones del estado de tapas, bodegas, puertas estancas, etc.
- Comprobación del equipo C.I. y anotación de los ejercicios de SEVI-MAR realizados.

- Comprobación del equipo de trincaje y seguridad.
- Temperaturas (calefacción o refrigeración), sistema de gas inerte. En frigoríficos, desescarche y control de temperatura.
- Temperatura del F.O. en tanques bajo cargas delicadas.

De todas formas, como se ha observado en las estadísticas del Club U.K., una de las causas más usuales de daño a la carga es la mojadura por entrada de agua a través de las juntas de las tapas de escotilla, de las tapas de tanques o de los tubos de aireación y sonda. La revisión y perfecto estado de mantenimiento de estos elementos evitaría una cantidad muy notable de daños a la carga y queremos insistir en que una pequeña cantidad de agua puede producir averías de muchos millones.

5.6. Daños al y por el buque

Muchos de los puntos que podrían encontrarse involucrados en estos incidentes, se han indicado ya en las ANOTACIONES. Naturalmente la prevención y el cómo proceder después de grandes incidentes, como son las colisiones, varadas, incendios, etc., están reflejadas en todos los manuales e instrucciones suministrados por los Armadores, Clubes, Comisariados, etc. En estos casos, el armador debe ser informado inmediatamente, para que pueda avisar al Club.

La evidencia y la documentación más conveniente puede variar de un caso a otro, pero desde los más pequeños incidentes, hasta la embarrancada en una roca o el tocar fondo durante la carga, incluyen una información que esencialmente consiste en:

- Asiento en el Diario de Navegación, Cuaderno de bitácora y Cuaderno de Máquinas.
- Declaración de oficiales, tripulantes, prácticos, etc., que deberán tomarse solamente con el asesoramiento de un abogado o representante cualificado de la Cía. Armadora o del Club.
- Cartas en las que esté marcado el rumbo, correcciones, etc., del día del sinjestro
- Lista de las publicaciones náuticas apropiadas al caso, con sus referencias.
- Estado atmosférico, corrientes y estado de la mar.
- Relación de daños, con fotografías y croquis.
- Protesta de Averías. Cualquier documento que se firme debe incluir la nota "Recibido sin prejuicio o admisión de culpabilidad" (Recived Without Prejudice or admisión of liability)
- Las conversaciones mantenidas con estaciones costeras, otros buques, etc., deben ser anotadas.

5.7. Daños personales - Lesiones

Existen muchos casos de lesiones a las personas que deben ser y son compensadas apropiadamente por los Clubes. Sin embargo se dan otras en las que el buque no es en absoluto responsable, o que han sido injustamente exageradas. No obstante la seguridad a bordo o en la vecindad del buque debe tener la máxima prioridad. Esto es importante en todos los puertos, pero muy especialmente en los Estados Unidos.

La prevención de accidentes requiere la máxima responsabilidad por parte de la tripulación. Obviamente, cubiertas con derrames de aceite, restos de equipos, cables tirados y accesos deficientes a las bodegas o habilitaciones, son muy peligrosas. El calzado conveniente y la obligatoriedad de la utilización de casco para trabajos en cubierta, bodegas, o tanques sería de gran ayuda. La seguridad está recogida en numerosos manuales internacionales o nacionales como los de la O.I.T., SEVIMAR y otros pero, en cualquier caso, los Clubes necesitan las mejores evidencias para la defensa de sus miembros y estas incluyen:

- Realizar los Partes de Accidentes, detallando la persona, incidente y lesión producida. Describir cualquier primera ayuda o tratamiento médico aplicado y detalles de como la víctima fue movida del lugar del accidente y por quienes.
- Datos relativos al accidentado y especialmente si existe motivo de sospecha de que ejercitará acciones legales, p.e. amigos de pasajeros o compañeros de marineros. En el caso de accidente de un pasajero, las declaraciones de algún tripulante son muy convenientes.

INGENIERIA NAVAL enero 2000

- Fotografías de la zona donde ocurrió el accidente, así como del equipo empleado, etc.
- Asiento en el diario de navegación o cuaderno de bitácora.
- Si se comprueba que el reclamante, o alguna persona de su parte, se acerca al buque o sus proximidades, debe ser comunicado al Capitán o representantes de la Cía. Armadora para que pongan sobre aviso de ello a sus abogados.
- El informe de los inspectores, si existe.
- Informes o recomendaciones del comité de seguridad del buque o de los oficiales.
- Debe mantenerse en lugar seguro cualquier pieza o elemento que pueda ser requerido como elemento de prueba, incluso años más tarde.

5.8. Seguridad a bordo, contrabando y drogas

La seguridad del buque es cada día un problema más arduo. El terrorismo, la piratería, los robos, el contrabando, o el tráfico de drogas, se incrementan todos los años, al igual que las correspondientes reclamaciones. La prevención de esos incidentes requiere un esfuerzo especial de vigilancia por parte del buque.

La documentación del buque podrá probar los esfuerzos realizados para combatirlos y debería incluir los siguientes conceptos:

- Referencia a las medidas de control y seguridad a la entrada al puerto.
- Comprobación de que se encuentran guardados con cerradura o candado todos los pañoles y gambuzas, así como camarotes no usados.
 Verificación de que están intactos elementos fáciles de robar como, por ejemplo, las provisiones de los botes.
- Reducir al mínimo compatible con la seguridad del buque, el número de entradas a habilitación y máquinas, manteniendo el resto cerradas con candados.
- Vigilancia continua sobre la escala real, o planchada de acceso al buque durante todo el tiempo de atraque. En puertos con reconocida fama de robos, retirarla al finalizar las operaciones de carga.
- Vigilancia sobre el costado contrario al muelle, e iluminarlo por la noche
- Es muy conveniente la colocación de un cartel prohibiendo el acceso al buque a toda persona no autorizada.
- Realizar rondas de seguridad.
- Se deberán tomar precauciones extras en aguas con riesgo de piratería, según se dan en publicaciones Internacionales. Estas precauciones consisten generalmente en rondas y puestos de vigilancia, iluminación extraordinaria, dejar abiertas las bocas de las mangueras C.I. y las bombas funcionando y posicionarlas en lugares estratégicos. Por supuesto cada tipo de buque deberá adoptar las medidas más convenientes, pero la primera es tomar conciencia de que en varios puntos del globo, la piratería continua aún más activa que en el siglo XVII.
- El problema de las drogas hoy en día puede ser gravísimo. Como ejemplo daremos el de un buque que llevaba un contenedor cerrado en el que apareció, al descargar en New Orleans, una partida de drogas. De acuerdo con la U.S. Anti-Drug Abuse Act 1.986, se le impuso al buque una multa de 100 millones de dólares.

Cuando un buque trafica con los EE.UU. es muy importante que firme la "The sea carrier initiative agreement", dirigida al departamento de Aduanas de los citados EE.UU. Este es un compromiso de colaborar con las Autoridades en la lucha contra las drogas que puede reducir mucho las multas impuestas.

5.9. Tomas de combustible

Los problemas asociados a la toma de combustible son fundamentalmente:

- Polución producida por un derrame.
- Suministro de un fuel-oil distinto al solicitado.
- Diferencias en cuanto a la cantidad tomada.

Para poder disminuir los problemas de un derrame involuntario, el jefe de máquinas debe estar seguro de que el personal involucrado en la toma conoce tanto la instalación como el procedimiento y es capaz de reconocer cuáles son las válvulas, sondas respiros, niveles y alarmas del tanque que se está llenando. El buque debería disponer de procedimientos de Consumos escritos y plastificados, indicando todas las precauciones que deben adoptarse antes y durante la toma, así como las acciones que deben tomarse en caso de derrame. Este procedimiento debería incluir los que se citan a continuación, amén de cualquier otro paquete de instrucciones aprobado, o específico para un buque determinado:

- Verificar, antes del comienzo de la toma, que no existen bolsas de fuel u obstrucciones en el sistema.
- Sondar todos los tanques, antes y después de la toma, para comprobar la cantidad recibida. Utilizar las tablas de corrección por trimado y por temperatura.
- Establecer la comunicación directa entre máquinas y el lugar de la toma. Verificar que funciona y que las instrucciones son correctamente entendidas.
- Verificar que las válvulas están en posición correcta.
- Cegar los imbornales, comprobar que la purga de la bandeja está cerrada, verificar los colectores,
- Comprobar que las bandejas bajo los respiros tienen las purgas cerradas, etc. Comprobar que las mangueras son suficientemente largas y pueden absorber los movimientos del buque, así como que las conexiones estén bien realizadas.
- Sondar frecuentemente durante la toma y pedir que se reduzca la velocidad de bombeo al final de ella, que es cuando se producen la mayoría de los derrames.
- Pedir la colaboración del primer oficial para obtener los calados y el asiento del buque.
- Asegurarse de que los libros de Hidrocarburos están escrupulosamente rellenados hasta el día de la fecha.

Muchos problemas son ocasionados por la toma de productos de baja calidad, o diferentes al solicitado. Esto puede causar graves problemas a bordo. Por ejemplo si se suministra un fuel pesado a un buque que carece de calefacción en tanques, el problema puede ser de una envergadura inconcebible.

Para poder defenderse adecuadamente es necesario:

- Antes de proceder a la toma, comprobar que la gabarra, o los tanques de tierra no tienen agua, que la calidad del producto es la solicitada y compatible con la que hay a bordo.
- Si es posible, cargar los nuevos combustibles en tanques vacíos y no usarlos o mezclarlos con los de a bordo hasta que los análisis se hayan terminado.
- Cuando se hace un pedido es preferible realizarlo utilizando un estándar aprobado, como por ejemplo BSMA 100, mejor que exclusivamente por una viscosidad, como IFO 180.
- Si el producto se está suministrando por mezcla a pie de buque, tener mucho cuidado de que ésta sea la indicada y tomar muestras para poder verificar que la mezcla se está produciendo convenientemente.
- En cualquier caso, se deben tomar muestras a intervalos regulares en la purga de la toma y firmadas por el Jefe de Máquinas y el suministrador. Al finalizarse deberán tomar dos muestras idénticas y mantenerse una a bordo hasta que se ha verificado que el combustible recibido se ha quemado sin problemas.
- Resulta muy conveniente que el buque disponga de un maletín laboratorio de análisis de combustible. En ese caso, un análisis de las tomas es muy conveniente. Si existen dudas sobre el combustible recibido, es prudente esperar a tener los resultados de un laboratorio de tierra antes de utilizarlo.

5.10. Polución

La protección al medio ambiente es un empeño encomiable. Numerosas normas de ámbito local nacional e internacional, han sido dictadas sobre esta materia. Por esta causa es importante que antes de que un buque realice una operación que pueda causar polución, conozca la normativa, tanto local como internacional que le pueda afectar.

Las causas más comunes de polución son las siguientes:

- Desastres de mar, como varadas, hundimientos, o colisiones.

104 104 INGENIERIA NAVAL enero 2000

- La toma o transferencia de combustible, o residuos, o la descarga de lodos y restos del agua de sentinas.
- Operaciones con tanques, como la carga, descarga, limpieza o lastrados.
- La descarga de agua de sentinas o tanques de lastre en buques no petroleros.
- En puerto, la contaminación del aire por excesivo humo en las chimeneas y la carga o descarga de materias polvorientas o tóxicas.
- La limpieza de cubiertas con restos de cargas o restos de aceite proveniente de la maquinaria hidráulica.
- La descarga a la mar de restos de cocina o de cualquier otro tipo.

Para evitar las multas y reclamaciones por polución, se deben establecer procedimientos para los supuestos descritos anteriormente. Estos procedimientos deben conservarse en un lugar apropiado a bordo y ser conocidos por toda la tripulación, para, de esa forma, evitar que el desconocimiento de un equipo, o un acto no meditado, den lugar a un caso de polución. Antes de comenzar las operaciones del buque en un puerto desconocido, es conveniente enterarse por los consignatarios, de cualquier requerimiento especial o legislación local respecto a polución y consideramos de gran importancia que los Libros de Hidrocarburos, Diario de Navegación, Cuaderno de Motores etc., se encuentren rellenados y en orden hasta el día de la fecha, de forma que puedan servir de evidencia si ocurre cualquier incidente.

En caso de ocurrir un incidente de polución, se deben tomar acciones inmediatas, tales como:

- La detención inmediata de las operaciones que la están produciendo, como disminuir la presión de las líneas o tanques si es necesario.
- Contactar con las Autoridades locales y con el consignatario, por VHF si es posible, al objeto de que los operativos locales antipolución sean puestos inmediatamente en acción.
- El capitán y el primer oficial deben trabajar y colaborar con las Autoridades locales durante la subsiguiente limpieza.
- Tomar cualquier posible acción para contener la polución hasta que llegue la asistencia. No obstante, se debe tener en cuenta que, en casos de derrames de hidrocarburos, sólo están autorizados unos tipos determinados de detergentes y emulsionantes.
- Detener inmediatamente cualquier trabajo que desprenda calor a bordo o en sus inmediaciones.
- En cuanto sea posible, se debe comunicar, tanto al armador como al Club y darles noticias de cualquier hecho que se produzca.
- Estimar la cantidad de agente contaminante involucrado.
- Anotar todos los datos del incidente, incluyendo las medidas tomadas por todas las partes.

En caso de que se produzca un derrame de hidrocarburos en las inmediaciones de un buque, se debe avisar inmediatamente a las Autoridades locales y a los consignatarios, anotando los hechos en el diario de navegación, con detalles que incluyan el nombre del tripulante que primero advirtió la polución, así como el nombre de los buques vecinos. Si se observa que el viento o la corriente dirigen la mancha de combustible hacia nuestro buque, dando lugar a que las Autoridades pudieran achacarnos la polución, es muy necesario para evitarlo la anotación de las características del tiempo, dirección del viento, marea, etc., pues estos datos pueden ser posteriormente de mucha utilidad.

Para casos graves de polución, todos los Clubes, tiene unas instrucciones que envían a sus asociados con recomendaciones muy precisas, en gran parte dirigidas a que el Capitán, además de seguir las instrucciones detalladas anteriormente, no debe realizar declaraciones. Además se debe aleccionar al Capitán y tripulantes sobre las primeras reacciones de hostilidad que van a recibir.

6.- Conclusión

Como hemos visto, desde el punto de vista de la empresa Armadora, la importancia de los aspectos tratados es mucha. Es ella quien tiene que tomar las medidas necesarias para que los costos de los riesgos en cuestión sean los menores posibles.

Para ello se deberían seguir dos caminos:

- Prestar la máxima atención para que, al adquirir un buque nuevo, éste recoja la mayoría de las medidas que se han descrito con anterioridad y que tienen como objeto la disminución de incidentes. Para ello deberían ser los Clubes los que emitan unas Reglas como las emitieron en su día las Sociedades de Clasificación y que obliguen a los astilleros a tenerlas en cuenta cuando se construye un buque.
- Profundizar en la redacción, en colaboración con los Clubes y Asociaciones de Armadores, de una serie de Instrucciones muy concretas a los Capitanes, así como un manual, en el que se recojan todos los posibles incidentes y se den normas precisas de actuación.

Es decir, el armador debe ejercer su influencia para que, tanto durante la construcción como en la explotación, se preste la máxima atención a los problemas que estamos tratando.

7.- Bibliografía

- The Britannia Steam Ship Insurance Association Limited Reglas de la Clase 3. Protección e Indemnización Reglas de la Clase 6. Flete Demora y Defensa. Londres 1994.
- 2. Newcastle Protection Indemnity Association. Rules, Correspondents & Circulars. Londres 1994.
- 3. The Britannia Steam Ship Insurance Association Limited Convention on limitation of Liability fior Maritime Claims 1976 (notes 1987).
- 4. The Standard Steamships Owners Protection & Indemnity Association (Bermuda) Ltd.

A guide to P & I Cover Safety and Loss Control Lession from Claims. Procedures Checklist.

5. The United Kingdom Mutual Steam Ship Association (Bermuda) Ltd.

Analysis of Major Claims.

6. The West of England Ship Owners Mutual Association (Luxembourg). P & I Claims.

- 7. The Britannia Steam Ship Insurance Association Limited TOVALOP AND CRISTAL.
- 8. The Britannia Steam Ship Insurance Association Limited Informes del Comité. Años 1992 1994.
- J. Mª Peñalba Hernando.
 Seguros de Protección e Indemnización.
 Master de Transportes.
 (Madrid 29 de mayo de 1989).

10. Mª Concepción Hill Prado

Los Clubes de Protección e Indemnización en el campo del Seguro Marítimo.

J. M^a Bosch Editor, S.A. (Barcelona 1992).

11. Manuel Clavero Ternero Clubs de P & I IEEM (Distribuido por Editorial Civitas) (Madrid 1992).

12. Convenio Internacional para la Seguridad de la vida humana en la mar.

I.M.O. (Londres 1986) y enmiendas posteriores.

13. Convenio Internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas de mar por hidrocarburos. I.M.O. (Londres 1969) y enmiendas posteriores.

INGENIERIA NAVAL enero 2000 105

14. Convenios y recomendaciones sobre el trabajo Marítimo. O.I.T. (Ginebra 1988).

15. Inspección de las condiciones de trabajo a bordo de buques. Directrices sobre procedimientos O.I.T. (Ginebra 1990).

16. Conferencia sobre la constitución de un Fondo Internacional de Indemnización de daños causados por la contaminación de hidrocarburos. 1971.

I.M.O. (Londres 1971).

17. Conferencia Internacional sobre limitación de responsabilidad nacida de reclamaciones de derecho marítimo. I.M.O.L (Londres 1977).

18. MARPOL 1973/78 I.M.O. (Londres 1978).

 $19.\,Marine$ Insurance Forms and Protection and Indemnity Club Rules. New York 1982 (2 volumenes).

20. Hazel Wood, Steven J. P and I. Club Law and Practice (Londres 1989).

21. Hazel Wood Hill. C. Robertson An Introduction to P. and I. (Londres 1988).

22. South Tyneside College/ North of England P & I A.L. A training course.

23. North of England P $\&\,$ I Association Ltd. Loss Prevention Guides. The Nautical Institute.

106 106 ingenieria naval enero 2000

La hipoteca naval en España en su estado actual (*)

José Luis Goñi. Abogado Ex-Presidente de la AEDM. Miembro de Honor. Miembro Titular del CMI. Ex-miembro de su Comité Ejecutivo

(*) Ponencia presentada en el Congreso Nacional sobre la Legislación marítima española, celebrado en Madrid durante los días 18-22 de octubre de 1999

La empresa de navegación marítima, y comprendo en este término la dedicada tanto a la actividad de transporte como a cualquier otra actividad, cuenta con un doble sistema de financiación, peculiar y específico para ella, que están basados en la aptitud que, como garantía real, presenta el buque como bien comercial de estimable valor.

El buque es solo un medio de realización de la actividad que ofrece en el comercio, pero siendo un medio necesario y de gran valor, lo más visible de la empresa, no es de extrañar que se haya llegado a hacer girar la responsabilidad de la empresa marítima no en el titular de la actividad, como es lo correcto desde un punto de vista técnico jurídico, sino en la titularidad del buque, de manera que observamos que en los ordenamientos jurídico marítimos, y debido en gran medida también a la obsolescencia de sus técnicas jurídicas tradicionales, se traslada la idea de lo que representa el buque como garantía de la empresa, garantía patrimonial de su actividad, en buena medida azarosa y arriesgada, a la consideración del buque como sujeto, más o menos encubierto, de la responsabilidad empresarial por esa actividad en que consiste la navegación, ya sea con fines de transporte, que es lo más usual, ya sea con otra finalidad (recreo, científica, etc.).

Esa confusa traslación es debida en gran medida también a la obsolescencia de las técnicas jurídicas tradicionales utilizadas en las regulaciones marítimas. No se puede olvidar que los usos y costumbres marítimos, las recopilaciones de esos usos y la normativa legal que tímidamente los fue sustituyendo al socaire del nacionalismo legislativo, tiene junto a la grandeza de la tradición y por el carácter pionero de la normativa marítima como adelantada en el campo del comercio, y precisamente por ello, un sabor de arcaicismo, sin duda muy presto para el romanticismo que se vuelca sobre el Derecho marítimo, arcaicismos y obsolescencias que se revelan sobre todo en una técnica jurídica muy poco depurada.

Cuando uso el término obsolescencia lo hago como homenaje al Profesor Girón Tena, que tanto gustaba de ese término en el área del Derecho marítimo, y también al Profesor Polo Díez, al que debemos magistrales intervenciones sobre tradición y modernismo en el Derecho marítimo.

Estos dos sistemas de financiación a que me refiero, son la hipoteca naval, de un lado, y los privilegios marítimos de otro.

Los privilegios marítimos, al igual que ocurre con la avería gruesa, y con tantas otras instituciones del Derecho marítimo, se pierden en la noche oscura, quizá de las navegaciones fenicias o griegas o cartaginesas, y se desarrollan y ganan carácter en el totum revolutum de la Edad Media, en esa avanzada del Derecho comercial y del ius mercatorum, de un mercado ya entonces globalizado, que suscita la navegación marítima. (1)

Tienen su origen en la venta del barco al final del viaje para pago de acreedores, la liquidación de la empresa-viaje, en cuya venta se establecía una preferencia de determinados acreedores.

La hipoteca naval, por el contrario, es relativamente muy reciente, de finales del siglo pasado, y entra por la puerta falsa de hacer pasar el buque por la ficción de considerarlo un bien inmueble, retorciendo así su esencia de bien movible y móvil, y creando con ello fricciones legales y políticas, de política económica (si fuera distinta de la política a secas) a las que luego me referiré.

Así como la hipoteca, como he dicho en alguna otra ocasión, representa un crédito estático, a largo o medio plazo, que se constituye tras un estudio pausado de la situación financiera y negocial del armador como deudor hipotecario, los privilegios constituyen una fuente de financiación dinámica, a corto plazo, facilitando comúnmente el crédito inmediato al buque en los puertos de escala para facilitarle su viaje, o como dice la Exposición de Motivos del Código de comercio, ofrecien-

INGENIERIA NAVAL enero 2000 107 107

do a los que en los puertos contratan con el buque la garantía real que constituye el propio buque, como objeto de realización forzosa preferencial.

Ambas figuras, hipoteca naval y privilegios marítimos, se caracterizan por constituir, como digo, dos grandes sistemas de financiación de la empresa de navegación, de la empresa marítima, y que, desde un punto de vista jurídico, responden a una naturaleza común. La naturaleza jurídica de la hipoteca y los privilegios, consiste en encuadrarse ambas figuras en el concepto más amplio de derechos reales de garantía, derechos reales de garantía que recaen sobre el buque como objeto de esa garantía, en cuanto es un valor económico realizable para satisfacer el crédito garantizado.

Recordemos brevemente que la garantía, en sentido estricto, consiste en que una persona distinta del deudor se constituye en deudor adicional de esa misma deuda, lo que constituye la garantía personal, en tanto que en la garantía real, un bien queda afecto al cumplimiento de una obligación, con exclusión o con preferencia respecto de cualesquiera otros acreedores. El bien suele ser del mismo deudor, en cuyo caso, esa primacía o exclusividad es lo relevante, aunque puede ser de un tercero que afecta su buque en virtud de un pacto con el deudor ajeno a la garantía.

Voy a ceñirme a la hipoteca naval, objeto de mi ponencia, pero no en el estudio en sí de la institución, sino, como requiere este Congreso, en el estado actual de este magnífico instrumento de crédito.

La legislación hipotecaria

La Ley de Hipoteca naval, es contrariamente a lo que ocurre con los privilegios marítimos, de muy reciente creación. Como es bien sabido, es posterior a nuestro Código de comercio vigente. Después de dos proyectos de ley frustrados, el tercer proyecto de ley, fue finalmente aprobado por las Cortes en 1893: el 21 de agosto de 1893 concretamente.

Creo que fue un notable jurista, González Revilla, el promotor de la Ley de Hipoteca Naval, ya que publicó un libro antes y otro después, el primero promoviendo y el segundo lamentándose de muchos aspectos del texto definitivo.

El caso es que la Ley se vio obligada a superar un viejo perjuicio, voy a llamarle así: el de que la hipoteca sólo puede imponerse sobre bienes inmuebles, olvidando que se trata de un problema más bien de índole terminológica, ya que cabe equiparar perfectamente la hipoteca a la prenda sin desplazamiento de posesión, y olvidando también que lo importante es la susceptibilidad de determinados bienes para ser registrados y beneficiarse de ese modo de los beneficios propios de un Derecho registrar.

Así pues, la Ley de Hipoteca naval acudió al innecesario subterfugio, declarado ya en su artículo primero, de que para "el sólo efecto" de poder ser objeto de hipoteca, de la hipoteca que se establece y regula en esa Ley, se considerarán los buques como bienes inmuebles.

Y éste es, ni más ni menos, el problema que arrastramos hasta nuestros días, como desarrollaré más adelante para fundar algunas conclusiones a las que podríamos llegar en este Congreso Nacional en esta específica materia.

Se trata de un problema de doble cara. Por una parte parece establecerse que el buque es mueble y a su vez inmueble. Sería, en una concepción estricta, un bien mueble hipotecable "como si" fuera un inmueble, o porque lo es para esos efectos exclusivamente, lo que resulta de aquella expresión legal de que "para el solo efecto de la hipoteca" se considera el buque como inmueble.

Por otra parte, y con estrecha vinculación, está el tema registral. La hipoteca no es concebible sin un registro que dé seguridad al tráfico, a la vez que al acreedor hipotecario, y sin una regulación legal adecuada, es decir, la reglamentación hipotecaria.

La Ley de hipoteca naval salva estos dos escollos de una manera cier-

tamente imperfecta, según lamentablemente se ha revelado más tarde. Como registro utiliza el Registro Mercantil, ya regulado en el Código de comercio. Pero este Registro es un registro híbrido, básicamente pensado para la titularidad empresarial, los sujetos del comercio, es decir los comerciantes y las sociedades mercantiles, en el que se inserta con mucha dificultad la inscripción de bienes, específicamente de los buques, al que dedica el Libro de Buques. No obedece por tanto a un concepto unitario.

Ciertamente, el art. 22 del Código de comercio, en su número tercero, ya establecía que en el Libro de Buques del Registro se inscribirá "la imposición, modificación y cancelación de los gravámenes de cualquier genero que pesen sobre los buques", lo que supone que se trata también de un registro de derechos reales sobre el buque.

Quiero dejar claro que en esta ponencia me refiero exclusivamente al Registro Mercantil del buque, registro con significación jurídica civil, y dejo aparte el Registro administrativo de buques, que tiene otra significación bien distinta, aunque a veces se utilice, inadecuadamente, como un registro de derechos sobre el buque.

Pero, por otra parte, la Ley, ante la necesidad de una reglamentación más cumplida y más desmenuzada de la hipoteca y todo lo que ello lleva consigo, así lo reconoce expresamente en su artículo 52, en el que anuncia que el Gobierno deberá preparar y aprobar "los reglamentos necesarios para la ejecución de la presente Ley". Y seguidamente establece que, en tanto no se pongan en vigor los necesarios reglamentos, regirá el Reglamento, a su vez interino, de 21 de diciembre de 1885, en cuanto no se oponga a los preceptos de la misma. Algo análogo se hace en el propio precepto respecto a las tarifas regístrales por la inscripción, modificación, cancelación de los asientos, etc. Este era el Reglamento interino del Registro Mercantil, y baste de momento decir que, tras sucesivas modificaciones, el vigente Reglamento del Registro Mercantil es a estos efectos el derogado de 14 diciembre de 1956, que deja vigente, sin embargo su Título V, dedicado al Libro de buques.

Este Título V del Reglamento de Registro Mercantil dedica bajo el epígrafe "De la inscripción de los buques", los arts. 145 a 176 a esta materia. Y estas normas, supervivientes del radical cambio de concepto operado en el Registro Mercantil, constituyen la legislación específica sobre esta delicada materia, junto naturalmente con la Ley hipotecaria naval.

Sin embargo, la disposición transitoria 4ª de ese Reglamento Mercantil, establece como supletorio el Reglamento hipotecario, es decir, entiéndase bien, el Reglamento regulador de la hipoteca inmobiliaria a la que aquí habremos de llamar hipoteca terrestre para contraponerla a la hipoteca naval.

He aquí algo que conviene señalar. Los Registradores mercantiles, se ven abocados a utilizar constantemente, no como derecho supletorio, sino más bien como derecho base en la materia, la normativa, y a su vez la doctrina y la jurisprudencia, referida a la hipoteca terrestre. O más exactamente al Derecho registrar inmobiliario común.

Se dijo en el momento histórico de la creación legislativa de la hipoteca naval, a finales del siglo pasado, como hemos visto, que ésta debería constituir un instrumento ágil y exento de minuciosidades legales, como corresponde a un instrumento del tráfico mercantil. Esa tentación de exigir agilidad jurídica o legal, ya lo sabemos, es muy frecuente entre quienes creen, en cierta manera, que el Derecho sirve para complicar las cosas (y no digamos ya los abogados o los juristas en general). Y sin embargo la práctica se encarga de dar respuesta a esa pretensión, por lo demás bienintencionada. La agilidad y eficacia de un instrumento jurídico, como es la hipoteca naval, radica fundamentalmente en que descanse en concepciones jurídicas rigurosas y en una normativa muy acrisolada. A esto ha de añadirse, en el caso del Derecho registrar, que quienes lo apliquen, esto es los registradores, han de ser muy técnicos en la materia.

Me estoy anticipando a una premisa anterior a tal conclusión, cual es que el Derecho hipotecario marítimo, no se limita a la institución de la hipoteca. Al igual que lo que ocurre con la hipoteca terrestre, y según

108 108 INGENIERIA NAVAL enero 2000

ha proclamado claramente la doctrina, el Derecho hipotecario es un Derecho registral en el sentido de que afecta a todo el sistema de derechos reales, principiando por la propiedad, y no solo a la hipoteca y alguna de sus derivaciones o consecuencias.

En este sentido, ha de considerarse muy desafortunada la expresión de la Ley de hipoteca naval, en su artículo primero, al decir, como ya hemos visto, que el buque se considera inmueble "al solo efecto de la hipoteca". No. No cabe en modo alguno considerar el buque como mueble, en general, y a la vez como inmueble para algunas cosas, es decir la hipoteca y derivaciones, porque la necesaria protección registrar de la hipoteca exige y requiere todo un sistema de inscripciones de la propiedad y otros derechos reales, con absoluta vocación de conformarse como un sistema registrar total.

Surge de inmediato la observación, que a nadie se escapará, que si el derecho registral inmobiliario o terrestre requiere un sistema tan tecnificado como es el relativo al Registro de la propiedad, con referencia a los bienes inmobiliarios, las fincas, el Derecho registral marítimo, esto es el referente al derecho de propiedad, la hipoteca, y demás derechos reales sobre un buque, ha de gozar, por lo menos, del mismo o mejor rigor técnico, que aquél.

En efecto, a los problemas que determinan la complejidad del Derecho hipotecario terrestre, han de añadirse muy importantes problemas adicionales.

En una enumeración que salta a la vista, el buque es un bien no ya movible, como contrario al inmueble, sino llamado por su propia naturaleza a moverse. Y sus desplazamientos implican no solo riesgos físicos muy importantes que afectan a su integridad como bien, y a su valor, y entre ellos a su valor como garantía hipotecaria, sino también, que cuando no se limitan a las costas nacionales, según es lo normal, sino que visitan y recalan en otros países, implican el constante contacto con otros ordenamientos jurídicos y otros foros judiciales.

Los derechos reales sobre los buques quedan así con frecuencia sometidos a otros derechos nacionales y a otras jurisdicciones. Esto es especialmente cierto con relación a la ejecución hipotecaria, a la creación y exigencia judicial de privilegios marítimos de distinto signo, a los embargos preventivos, o, más ampliamente, a la paralización de los buques nacionales en el extranjero, quizá por largo tiempo. Ha de tenerse en cuenta que simplemente los abordajes, los salvamentos, el derrame de hidrocarburos, etc., y en general los accidentes de mar, pueden generar responsabilidades que demandan como solución inmediata la realización del valor del buque, por vías de responsabilidad real u otras de tipo coyuntural.

No se puede dejar de mencionar a estos fines, los posibles cambios de bandera del buque, a través de su venta al extranjero, etc., con el consiguiente cambio de registro, y todo lo que ello conlleva de cancelación de derechos en el registro y la paralela inscripción de derechos en el nuevo.

Lamento por tanto tener que disuadir a quienes querrían, con la mejor intención, no lo niego, un derecho hipotecario relativo a los buques que fuera sencillo, o muy comercial, y esto es así y tiene que ser así porque los problemas propios de un registro de buques son todavía más complejos que en el Derecho hipotecario común o terrestre, y requieren un sistema y un rigor en consonancia.

Quiero llegar a la conclusión de que como vengo apuntando, si se quiere dar soluciones adecuadas a esa complejidad, y hacer un derecho registral marítimo que satisfaga las aspiraciones del comercio, plegándose a las necesidades reales del tráfico y del comercio, deberían llevarse a sus últimas consecuencias las anteriores observaciones, que son por lo demás bien sabidas, y bien sufridas con frecuencia, por los que nos enfrentamos habitualmente a estos problemas. La sencillez vendrá dada por una legislación clara y rigurosamente planeada.

A mi modo de ver, y creo que puede encontrarse un amplio consenso, la consecuencia es que el Derecho hipotecario y registral marítimo, ha de aprovechar toda la técnica del Derecho registral inmobiliario terrestre, y dejarse en manos de los registradores avezados en esa técnica, lejos de llevarse a registros de nueva invención. Y no digamos ya de ceder a la idea de establecer cuerpos registrales de nueva planta.

Lamentablemente, estamos corriendo el riesgo de que ocurra exactamente lo contrario, por lo menos en cuanto se refiere a la creación de registros de nueva planta y de reglamentación conjunta respecto de bienes que poco o nada tienen que ver, a estos efectos, con los buques.

Este peligro ha alcanzado ya reflejo legislativo. Y si no avanza más es porque afortunadamente tenemos juristas e hipotecaristas, que ya han advertido el error en que se podría caer. ENRIQUE ALBERT.

Me estoy refiriendo al cambio operado en el Registro Mercantil y sus consecuencias. Como es bien sabido, el nuevo Reglamento del Registro Mercantil, de 19 de julio de 1996 (²), está basado sobre el concepto de un Registro mercantil dedicado exclusivamente a comerciantes y sociedades, con lo cual quedan excluidos los Libros correspondientes a los buques y las aeronaves.

El Reglamento arroja de su seno a buques y aeronaves y adopta entonces una solución transitoria, que se refleja en la Disposición transitoria decimotercera (como se ve, un poco escondida) que dice:

Disposición transitoria decimotercera.

Los Libros de Buques y Aeronaves seguirán llevándose en los Registros a que se refiere el artículo 10 del Reglamento del Registro Mercantil aprobado por Decreto de 14 de diciembre de 1956 (RCL 1957\317, 354 y NDL 25940), hasta la publicación del Reglamento del Registro de Bienes Muebles a que se refiere la disposición final segunda de la Ley 19/1989, de 25 de julio, a cuyo efecto continuaron transitoriamente vigentes los artículos 145 a 190 y concordantes del referido Reglamento del Registro Mercantil.

Vamos a ver lo que significa este prodigio de remisiones legales. La Ley de 1989 sobre Venta de bienes muebles a plazos, ordena que se cree un Registro de Bienes Muebles, en el que se indica que irán los libros correspondientes a los buques y las aeronaves, y las hipotecas y demás derechos reales que se constituyan sobre estos bienes, una vez que se cree la correspondiente regulación.

Toda esta regulación está estableciéndose de forma paulatina y a base de disposiciones transitorias de lectura un tanto compleja. Sin entrar en ello, bastará decir que en la Ordenanza para el Registro de Ventas a Plazos de Bienes Muebles, aprobada por O.M. de 19 de julio de 1999, se prevé la creación en un futuro próximo de un Registro de Bienes Muebles, que es una refundición del registro de ventas a plazos de bienes muebles y del Registro de las condiciones generales de la contratación (3).

El Registro de Bienes Muebles, previsto en esta normativa, se integrará por las siguientes Secciones:

- 1. Sección de Buques y Aeronaves.
- 2. Sección de Automóviles y otros Vehículos de Motor.
- Sección de Maquinaria Industrial, Establecimientos Mercantiles y Bienes de Equipo.
- Sección de Garantías Reales sobre Derechos de Propiedad Intelectual e Industrial.
- 5. Sección de otros Bienes Muebles Registrables.
- 6. Sección del Registro de Condiciones Generales de la contratación.

Todavía está pendiente ese Reglamento del Registro de Bienes Muebles, y por consiguiente, nos encontramos todavía en la situación transitoria del Registro Mercantil y su Reglamento de 1956, no derogado con respecto a buques y aeronaves, como queda dicho.(4)

Tengo entendido que en alguna medida se ha advertido que ha habido en todo este tema del registro de bienes muebles, una cierta precipitación legislativa, precisamente por lo que se refiere por lo menos al registro de buques, en línea con lo que estoy diciendo.

Pero como se ve, el peligro es inminente. Si no se pone remedio, los bu-

INGENIERIA NAVAL enero 2000 109 **109**

ques, su propiedad y modificaciones, la hipoteca y demás derechos reales, se van a integrar en un registro multidisciplinar y variopinto, pensado básicamente para la mera indicación de que determinados bienes muebles están sujetos a un contrato de venta a plazos, y que, según entiendo, con fines y efectos informativos o algo más, pero muy lejos de parecerse a un verdadero registro de la propiedad inmobiliaria aplicado a bienes como los buques y las aeronaves, que es lo que a todas luces demanda el tráfico marítimo; y también el aéreo, claro.

He decir que el derecho registral hipotecario de aeronaves sigue este mismo camino legislativo. Mis observaciones sobre los buques son también en gran medida aplicables a las aeronaves.

Cierto que la Ordenanza para el Registro de Ventas a plazos también establece que dentro de cada una de estas Secciones se aplicarán a los bienes registrados la normativa específica por razón del acto o contrato celebrado y del cual resultan derechos inscribibles. Pero ello significa que los titulares de estos registros van a tener que aplicar disposiciones muy dispares a bienes también muy dispares y con finalidades muy diferentes, con fácil pérdida de la cualificación técnica requerida para la llevanza de un verdadero registro de la propiedad análogo a los actuales registros de la propiedad inmobiliaria.

Entiendo por tanto que estamos todavía a tiempo de evitar que se desnaturalice la figura de la hipoteca naval y sobre todo del registro de buques hacia formas registrales que tratan de satisfacer necesidades totalmente diferentes a un verdadero registro de la propiedad de los buques.

Sea como fuere, es decir tanto si se establece el sistema ahora previsto de incluir los buques en el registro general de muebles, como si se plantea un registro de la propiedad de los buques, habrá que tener en cuenta la concatenación de la Ley de hipoteca naval y el Convenio de Bruselas sobre privilegios e hipotecas de 1926, que es el actualmente vigente en España (5), o con el que ha sido recientemente firmado en 1993 (6), así como con el Convenio de embargo preventivo, bien sea el vigente de 1952, bien sea el que acaba de firmarse en este mismo año 1999.

No voy a entrar desde luego sobre ellos porque son objeto de otras ponencias.

La eficacia de la hipoteca naval.

Dicho todo lo anterior, deberíamos preguntamos ¿tiene eficacia la hipoteca naval? ¿Merece la pena su mantenimiento actualmente o es una figura que se ha quedado inservible como ocurrió con el préstamo a la gruesa?.

No parece caber duda de que la hipoteca naval representa hoy en día en el mundo marítimo internacional, un instrumento de una gran eficacia financiera, que es ampliamente utilizado, pese a que puede representar problemas en la práctica de su ejecución forzosa judicial, llegado el caso.

En España necesario es hacer mención al gran número de hipotecas sobre buques que se crearon dentro del Plan de Renovación de la Flota española de 1956, que permitió que la flota española de buques mercantes alcanzara los diez millones de toneladas. Tan necesario es también recordar la amarga experiencia de años todavía recientes en que se operó la casi total destrucción de esa flota a manos del BCI, en ejecución de las hipotecas con las que se había financiado la construcción. De esas ejecuciones pudimos adquirir una buena experiencia sin embargo, en general amarga, de los problemas técnicos tanto de orden sustantivo como procesal que enturbian en muy buena medida esa eficacia de la hipoteca.

La hipoteca será un mejor medio de financiación en cuanto su eficacia jurídica se muestre a la altura de lo requerido por el comercio. Y es claro que hoy por hoy en nuestro ordenamiento conviene una revisión amplia de su regulación a la vista de la experiencia y de las nuevas circunstancias creadas después de 1893.

La regulación del nuevo Registro ofrece una buena oportunidad para ello, además de constituir una necesidad imperiosa.

- $^{\rm 1}$ Véase sobre este tema, Alonso Ledesma, Carmen: "Los privilegios marítimos", Civitas, Madrid 1995.
- 2 Real Decreto 19-7-1996, núm. 1784/1996 (BOE 31-7-1996, núm. 184, [pág. 23574]). Deroga RD 1597/1989, de 29-12-1989, que a su vez derogó el de 14 diciembre 1956, que había sustituido al Regl. Reg. Mercant. de 20 Sept 1919.
- ³ Disposición transitoria.- Hasta que tenga lugar la aprobación de la demarcación registrar correspondiente al Registro de Bienes Muebles, el Registro de Condiciones Generales constituirá una Sección especial de los actuales Registros de Venta a Plazos de Bienes Muebles y el Registrador central de Venta a Plazos de Bienes Muebles asumirá la llevanza del Registro Central de Condiciones Generales de la Contratación. Una vez aprobada aquella demarcación, el Registro Central de Venta a Plazos de Bienes Muebles y el Registro Central de Condiciones Generales de la Contratación se integrarán en un único Registro de Bienes Muebles Central.
- 4 Pueden consultarse: RUBIO TORRANO, Enrique: «La nueva Ley de Venta a Plazos de Bienes Muebles [Ley 28/1998, de 13 julio (RCL 1998, 1740)]» AC (Pamplona), Vol. 1, (1998), 6-8; y del mismo autor: «La nueva Ley de Venta a Plazos de Bienes Muebles (RCL 1998 \ 1740». AC (Pamplona), 9, (sept. 1998), 9-12
- 5 El Convenio de Bruselas de 27 mayo 1967, no entró en vigor, pese a su firma por los países escandinavos.
- ⁶ Véase el estudio de este Convenio, por el Prof. Gabaldón García, en "Estudios jurídicos en homenaje al profesor Aurelio Menéndez", T.III, pág. 3727, Civitas, Madrid 1996.

110 110 INGENIERIA NAVAL enero 2000

SECTOR NAYAL

GUIA DE EMPRESAS

INDICE

	•			9 -
1.	ESTRUCTURA DEL CASCO		6.9	Sistemas de aireación, inertización y limpieza de tanques
1.1	Acero del casco			Elementos para estiba de la carga
1.2	Piezas estructurales fundidas o forjadas			Sistemas de control de la contaminación del medio ambien
1.3	Cierres estructurales del casco (escotillas, puertas,			Plataformas para helicópteros
	puertas/rampas)			Valvuleria servicios, actuadores
1.4	Chimeneas, palos-chimenea, palos, posteleros			Planta hidraúlica
1.5	Rampas internas		6.15	Tuberias
1.6	Tomas de mar			
			7.	EQUIPOS DE CUBIERTA
2.	PLANTA DE PROPULSIÓN		7.1	Equipos de fondeo y amarre
2.1	Calderas principales		7.2	Equipos de remolque
2.2	Turbinas de vapor		7.3	Equipos de carga y descarga
2.3	Motores propulsores		7.4	Equipos de salvamento (botes, pescantes, balsas salvavidas
2.4	Turbinas de gas			
2.5	Reductores		8.	ESTABILIZACIÓN, GOBIERNO Y MANIOBRA
2.6	Acoplamientos y embragues		8.1	Sistemas de estabilización y corrección del trimado
2.7	Líneas de ejes		8.2	Timón, Servomotor
2.8	Chumaceras		8.3	Hélices transversales de maniobra
2.9	Cierres de bocina		8.4	Sistema de posicionamiento dinámico
2.10	Hélices, hélices-tobera, hélices azimutales			
2.11	Propulsores por chorro de agua		9.	EQUIPAMIENTO Y HABILITACIÓN
2.12	Otros elementos de la planta de propulsión		9.1	Accesorios del casco, candeleros, pasamanos, etc.
2.13	Componentes de motores		9.2	Mamparos no estructurales
			9.3	Puertas, portillos, ventanas, limpiaparabrisas, vistaclaras
3.	EQUIPOS AUXILIARES DE MÁQUINAS		9.4	Escalas, tecles
3.1	Sistemas de exhaustación		9.5	Recubrimientos, pintura. Tratamiento de superficies
3.2	Compresores de aire y botellas de aire de arranque		9.6	Protección catódica
3.3	Sistemas de agua de circulación y de refrigeración		9.7	Aislamiento, revestimiento
3.4	Sistemas de combustible y aceite lubricante		9.8	Mobiliario
3.5	Ventilación de cámara de máquinas		9.9	Gambuza frigorífica
3.6	Bombas servicio de máquina		9.10	
			9.11	
4.	PLANTA ELÉCTRICA			Aparatos sanitarios
4.1	Grupos electrógenos		9.13	Habilitaciòn, llave en mano
4.2	Cuadros eléctricos			
4.3	Cables eléctricos		10.	PESCA
4.4	Baterías		10.1	
4.5	Equipos convertidores de energía		10.2	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
4.6	Aparatos de alumbrado		10.3	
4.7	Luces de navegación, proyectores de señales. Sirenas		10.4	Equipos de detección y control de capturas de peces
	T. T. C. T. Á. V. C.		10.5	Embarcaciones auxiliares
5.	ELECTRÓNICA			
5.1	Equipos de comunicaciones interiores		11.	EQUIPOS PARA ASTILLEROS
5.2	Equipos de comunicaciones exteriores		11.1	
5.3	Equipos de vigilancia y navegación			Gases industriales
5.4	Automación, Sistema Integrado de Vigilancia, y Cont	rol		Combustible y lubricante
5.5	Ordenador de carga		11.4	
5.6	Equipos para control de flotas y tráfico		11.5	Material de protección y seguridad
5.7	Equipos de simulación		42	EMPRESAS DE INGENIERÍA Y SERVICIOS
e	EQUIDO AUVILIADES DE CASCO		12.	
6.	EQUIPO AUXILIARES DE CASCO Reboses atmosféricos, Indicadores de nivel de		12.1	
6.1			12.2	
6.2	tanques Aislamiento térmico en conductos y tuberías		12.3	·
6.2 6.3		10	12.4	Seguros maritimos Formación
6.4	Sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionad		12.5	
6.4 6.5	Calderas auxiliares, calefacción de tanques Plantas frigoríficas		12.6	•
6.6	Sistemas de detección y extinción de incendios		12.7	Diokeis-
0.0	- Sistemas de detección y extinción de incendios			

13. ASTILLEROS

6.7 6.8

Sistema de baldeo, achique y lastrado

Equipos de generación de agua dulce

2 EOUIPOS AUXILIARES DE MAOUINA

2.1 Calderas principales

PASCH

Capitán Haya, 9 - 28020 MADRID Tel.:91 598 37 60 Fax: 91 555 13 41 E-mail: paschmad@pasch.es

Calderas propulsoras PARAT Calderas auxiliares Calderas de recuperación





Avda de Madrid 23 Nave 6 P.L. Albresa 28340 Valdemoro (Madrid) Tel.: 91 809 52 98 - Fax: 91 895 27 19

Tratamiento de agua de calderas. Motores y evaporadores. Tratamiento de combustibles. Productos de limpieza.

2.3 Motores propulsores



DEUTZ IBÉRIA S.A.

Avda. de Los Artesanos, 50 - 28760 Tres Cantos (Madrid) Tel.: 91 807 45 42 - Fax: 91 807 45 07

Motores diesel marinos. Propulsores y Auxiliares de 200 a 10.000 CV. Motores diesel terrestres de 200 a 10.000 CV.

INNOVACIÓN DIESEL S.A.

Paseo de la Castellana, 130 - 28046 Madrid Tel.: 91 566 61 91 - Fax: 91 566 62 00

Motores diesel Mitsubishi propulsores v auxiliares desde 5 a 5.000 HP



HIMOINSA

Ctra. de Murcia - San Javier Km. 23,600 30730 San Javier (Murcia) Tel.: 968 19 11 28 - Fax: 968 19 07 20 e-mail: himoinsa@himoinsa.com http://www.himoinsa.com

Motores marinos IVECO aifo. Propulsores y auxiliares, de 17 a 1.200 CV.





C/ Castelló, 88 - 28006 Madrid Tel.: 91 411 14 13 - Fax: 91 411 72 76 e-mail: manbw@manbw.es

Motores diesel propulsores y auxiliares de 500 kW hasta 68.000 kW. Sistemas completos de propulsión. Repuestos.

TRANSDIESEL



C/ Copérnico, 26 - 28820 Coslada (Madrid) Tel.: 91 673 70 12 - Fax: 91 673 74 12

Motores diesel marinos: Detroit Diesel 80 -2.400 HP. John Deere 80 300 HP. Isuzu 23 - 460 HP. - MTU 100 - 10.000 HP.



VOLVO PENTA ESPAÑA S.A.

Paseo de la Castellana, 130 - 28046 Madrid Tel.: 91 566 61 91 - Fax: 91 566 62 00 WWW.PENTA.VOLVO.SE

Motores diesel marinos. Propulsores y auxiliares de 9 a 770 CV.



B° Ugaldetxo, s/n - 20180 Oyarzun (GUIPÚZCOA) Tel.: 943 49 12 84 (3 líneas) Fax: 943 49 16 38

Motores diesel Perkins y Lombardini hasta 200 Hp

Servicio Oficial Hamilton JET

MOTORESCHESE EUNMAKKSSAA Mak

Edificio Eurocenter, Ctra. Nac. I, Km. 470 20180 Oyarzun (GUIPÚZCOA) Tel.: 943 49 41 57 / 58 / 59 Fax: 943 49 41 90

Motores diesel Mak 600-10.000 kW. Sistemas marinos completos propulsores y auxiliares, refrigeración, filtros, etc.

PASCH





Campo Volantín 24 - 3º - 48007 BII BAO Tel.: 94 413 02 22 Fax: 94 413 06 99 E-mail: paschbio@pasch.es

Motores diesel. Propulsores y auxiliares 50 a 1.200 HP.

WARTSILA NSD

Pol. Ind. Landabaso, s/n. Apdo. 137 - 48370 Bermeo (VIZCAYA) Tel.: 94 617 01 00 Fax: 94 617 01 13

Motores 4 tiempos: CW170 , CW 200: (287-3.600Kw) / 390-4.890 BHP) Wärtsilä 20, 26, 32, 38, 46 y 64 (520-38.800 kW / 710-52.770 BHP)

Sulzer Motores 2 tiempos: RTA48,52,58,62,68,72,84 y 96: (5.100-65.880 kW / 6.925-89640 BHP)

Grupos electrógenos completos: De 300 a 16.000 kW.

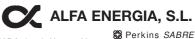
Reductores y Hélices de paso variable Wärtsilä.

GUASCOR S.A.

Barrio de Oikía, s/n - 20759 Zumaia (GUIPUZKOA), Aptdo. 30 Tel.: 943 86 52 00

Fax: 943 86 52 10 E-mail: piliaz@guascor.com Web: http://www.guascor.com

Motores diesel marinos propulsores de 63 a



C/ Príncipe de Vergara 86 28006 Madrid Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72 Fax: 91 562 14 48 E-mail: alfaenergia@nexo.es

Motores marinos. Propulsores de 65 a 800 hp. Auxiliares de 40 a 140 Kw



Avda, de Castilla, 29 - Pol. San Fernando I Z8850 San Fernando de Henares (MADRID) Tel.: 91 678 80 00 Fax: 91 678 80 89

Motores propulsores y auxiliares desde 141 HP hasta 532 HP.

Finanzauto [Mi



Arturo Soria, 125 28043 Madrid Tel.: 91 413 00 13 Fax: 91 413 08 61

Motores propulsores hasta 8.050 CV.

ANGLO BELGIAN CORPORATION, N.V.

c/ Rosalia de Castro nº1 - 1º dcha - 36201 Vigo Tel.: 986 43 33 59 Fax: 986 43 34 31 E-mail: ABC@teline.es

Motores diesel marinos, propulsores y auxi-

Motores terrestres. De 400 a 2.400 CV.

CONSTRUCCIONES ECHEVARRIA, S.A.







Juan Sebastián Elcano, 1 48370 Bermeo (VIZCAYA) Tel.: 94 618 70 27 Fax: 94 618 71 30 E-mail: cesa@iet.es

Motores diesel marinos YANMAR. Propulsores y auxiliares de 200 a 5.000 CV. Motores diesel marinos ISOTTA. Propulsores y auxiliares de 150 a 3.200 CV.

COMPLEMENTS MARITIMS C.B.

Ctra. Denia - Jávea Km. 1, edif. Mare Nostrum, Local B Frente al Club Naútico - 03700 Denia (Alicante) Tel./Fax: 96 642 53 44 - 649 48 04 00

Motores marinos. Distribuidor de lubricantes marinos para Valencia y Alicante.

2.5 Reductores

PASCH

Capitán Haya, 9 - 28020 MADRID Tel.:91 598 37 60 Fax: 91 555 13 41 E-mail: paschmad@pasch.es

Reductores e inversores reductores RENK



Ctra. Nacional 1, Km. 470 - B° Arragua - EUROCENTER 20180 Oyarzun (GUIPUZCOA) Tel:: +34 943 49 03 40 - 608 67 19 42 Fax: +34 943 49 05 07 Email: norga@jet.es

SCANA VOLDA Reductores, líneas de ejes

CENTRAMAR



C/ Invención, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos" 28906 GETAFE - (Madrid) Tel.: 91 665 33 30 - Fax: 91 681 45 55

Reductores e inversores marinos hasta 100.000 HP.

CENTRAMAR



C/ Invención, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos" 28906 GETAFE - (Madrid) Tel.: 91 665 33 30 - Fax: 91 681 45 55

Inversores - reductores marinos hasta 2.600

CENTRAMAR





Inversores - reductores marinos. Cajas de reenvio hasta 1.200 HP

REINTJES ESPAÑA, S.A

P.A.E. Casablanca- Edificio A-4 REINTJES José Echegaray, s/n - 2ª planta 28100 Alcobendas (MADRID) Tel.: 91 657 23 11 - Fax: 91 657 23 14 RDSI: 91 657 40 96 E-mail: reinties@mad.servicom.es

Reductores y Reductores e inversores marinos REINTJES desde 300 HP hasta 20.000 HP.

2.6 Acoplamientos y embraques



VULKAN ESPAÑOLA, S.A.

Caídos de la División Azul, 20 - 28016 Madrid Telf.: 91 359 09 71/72 Fax: 91 345 31 82

Embragues y frenos mecánicos y neumáticos para propulsiones y tomas de fuerza hasta 990 kNm. Ejes cardan.

Acoplamientos elásticos a compresión y torsión de características lineales y progresivas hasta 1.300 kNm. Acoplamientos hidráulicos.

Acoplamientos JAURE, S.A.



Erniobidea, s/n. - 20150 Zirzukil (Guipúzcoa) Tel.: 943 69 00 54 - Fax: 943 69 02 95 e-mail: sales.dep@jaure.com

Acoplamientos elásticos y altamente elás ticos, para propulsión marina, tomas de fuerza y grupos auxiliares. Características lineales progresivas. Cálculo de vibraciones torsionales. "Type approvals" DNV.

RENOLD



C/ Usatges, 1 local 5 - 08850 Gava (Barcelona) Tel.: 93 638 05 58 - Fax: 93 638 07 37

Acoplamientos flexibles con elemento a compresión o cizalladura. Rigidez torsional ajustable según necesidades del cálculo de vibraciones torsionales. Ideales para propulsión y tomas de fuerza navales

PASCH

Capitán Haya, 9 - 28020 MADRID Tel.:91 598 37 60 Fax: 91 555 13 41 E-mail: paschmad@pasch.es

Acoplamientos elásticos GEISLINGER amortiguadores de vibraciones

LILIZPER 3. COUR

C/ Antigua, 4 - 20577 Antzuola (Guipúzcoa) Tel.: 943 78 60 00 - Fax: 943 78 70 95 e-mail: goizper@goizper.com http://www.goizper.com

Embragues. Frenos. Tomas de fuerza. Unidades de giro intermitentes. Levas. Reenvios angulares.

CENTRAMAR



ROCKFORD

C/ Invención, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos" 28906 GETAFE - (Madrid) Tel.: 91 665 33 30 - Fax: 91 681 45 55

Tomas de fuerza hasta 980 MKg.

2.7 Líneas de ejes

HÉLICES Y SUMINISTROS NAVALES, S.L.

C/ Muelle de Levante, 14 - 08039 Barcelona Tel.: 93 221 80 52 - Fax: 93 221 85 49

Hélices monobloc y plegables. Líneas de ejes y accesorios náuticos.

2.9 Cierres de bocina

PASCH

Campo Volantín, 24 - 3° -48007 BILBAO Tel.:94 413 02 22 Fax: 94 413 06 99 E-mail: paschbio@pasch.es

Casquillos y cierres BLOHM+VOSS



P.I. Európolis, calle A nº 24 - 28230 Las Rozas (MADRID) Tel.: 91 710 57 30 Fax: 91 637 13 52 E-mail: busak.shamba@mad.servicom.es

Web: http://www.busakshamban.com

Cojinetes, bocina y timón. ORKOT

CENTRAMAR





C/ Invención, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos" 28906 GETAFE - (Madrid) Tel.: 91 665 33 30 - Fax: 91 681 45 55

Cierres de bocina y cojinetes de ejes de héli-

2.10 Hélices, hélices-tobera, hélices azimutales

CENTRAMAR



ARNESON DRIVE

C/ Invención, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos" 28906 GETAFE - (Madrid) Tel.: 91 665 33 30 - Fax: 91 681 45 55

Hélices de superficie.

2.11 Propulsores por chorro de agua

CENTRAMAR





C/ Invención, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos" 28906 GETAFE - (Madrid) Tel.: 91 665 33 30 - Fax: 91 681 45 55

Water jets hasta 2.500 HP.

2.12 Otros elementos de la planta de propulsión



Paseo del Niño, 4 - Nave B2 - 39300 Torrelavega Tel.: 942 89 27 39
Fax: 942 88 30 58
Web: http://empresas.mundivia.es/jove

E-mail: jove@mundivia.es

ensa Estopas, Pasa Cables, Cajas Eléctricas Conectores submarinos

CENTRAMAR aquadrive



C/ Invención, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos" 28906 GETAFE - (Madrid) Tel.: 91 665 33 30 - Fax: 91 681 45 55

Ejes de alineación y soportes motor.

CENTRAMAR





C/ Invención, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos" 28906 GETAFE - (Madrid) Tel.: 91 665 33 30 - Fax: 91 681 45 55

Mandos de control mecánicos, electrónicos y neumáticos. Cables para mandos mecáni-

CENTRAMAR





C/ Invención, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos" 28906 GETAFE - (Madrid) Tel.: 91 665 33 30 - Fax: 91 681 45 55

Enfriadores de quilla.

CENTRAMAR



POWER COMMANDER

C/ Invención, 12 - Pol. Ind. "Los Olivos" 28906 GETAFE - (Madrid) Tel.: 91 665 33 30 - Fax: 91 681 45 55

Mandos control electrónicos.

2.13 Componentes de motores

PREMENASA

PRECISION MECANICA NAVAL. S. A. TURBOS





Más de 20 años a su servicio en el sector de los turbocompresores de sobrealimentación

C/ Luis I, 26 Pol. Ind. de Vallecas - 28031 Madrid Tel.: 91 778 12 62 / 13 11 / 13 63 - Fax: 91 778 12 85 Telex: 46704 PMEC E

Mantenimiento, reparación y repuestos de todo tipo de turbocompresores de sobrealimentación.



C/ Cronos, 57 - 28037 Madrid Tel.: 91 581 92 92 - Fax: 91 581 56 80

Turbocompresores ABB (BBC) de sobrealimentación de motores. Venta, reparación, repuestos v mantenimiento.



REPUESTOS PARA MOTORES MARINOS

Coruxo - Abad 4 - 36330 Vigo (Pontevedra) Telf.: 34 986 49 20 20/49 20 28 Móvil: 609 42 78 96 Fax: 34 986 49 20 41

Repuestos para motores marinos nuevos y usados



Zona portuaria La Herrera - Apdo 138 20110 Pasajes San Pedro Guipúzcoa Tel.: 943 39 31 42 / 43 - Fax: 943 39 32 36

Fabricación y comercialización de válvulas, cojinetes, asientos guias y cuerpos de válvulas

EQUIPOS AUXILIARES DE MAQUINA

3.2 Compresores de aire y botellas de aire de arrangue



Avda. José Gárate, 3 apt. 43 - 28820 Coslada (Madrid) Tel.: 91 627 91 00 / 48 - Fax: 91 627 91 96

División compresores. Compresores arranque y servicios generales homologados por las sociedades de clasificación.



C/ Príncipe de Vergara 86 28006 Madrid ZOUGO INIAGRIG Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72 Fax: 91 562 14 48 E-mail: alfaenergia@nexo.es

Compresores

3.3 Sistemas de agua de circulación y de refrigeración

DREW AMEROID ALFARO, S.A.

Costa Rica, 38 - 28016 MADRID Tel.: 91 359 89 16 / 359 71 02 Télex: 43552 Fax: 91 345 02 96

Agentes generales exclusivos para España. Productos químicos Drew Ameroid. Tratamiento de aguas y circuitos de motores. Tratamiento en evaporadores. Aditivos de F.O. Equipos de dosi-ficación y de análisis a bordo. Productos de lim-piezas químicas. Servicio Técnico a bordo.

3.5 Ventilación de cámara de máquinas



Pol. Ind. Gelidense, nave 11A. Apdo. de Correos 278 08790 GELIDA (Barcelona) Tel.: 93 779 23 24 - Fax: 93 779 23 92 Internet: http://www.cambrabcn.es/sumivent E-mail: sumivent@sumivent.com

Ventiladores Conau, Ventiladores marinos homologados por las diferentes compañías

3.6 Bombas servicio de maquina



BOMBAS ITUR, S.A.

Camino de Urteta, s/n - Apartado de Correos 41 20800 Zarauz (GUIPÚZCOA) Tel.: 943 13 13 20 Fax: 943 13 42 78

Gama completa de bombas para culaquier servicio a bordo

4 PLANTA ELECTRICA

4.1 Grupos electrógenos

INNOVACIÓN DIESEL S.A.

Paseo de la Castellana, 130 - 28046 Madrid Tel.: 91 566 61 91 - Fax: 91 566 62 00

Grupos electrógenos hasta 5.000 kW



VOLVO PENTA ESPAÑA S.A.

Paseo de la Castellana, 130 - 28046 Madrid Tel.: 91 566 61 91 - Fax: 91 566 62 00 WWW.PENTA.VOLVO.SE

Grupos electrógenos completos desde 100 a 2.500 kW



C/ Príncipe de Vergara 86 28006 Madrid Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72 Fax: 91 562 14 48 E-mail: alfaenergia@nexo.es

Grupo electrógenos hasta 110 Kw





Arturo Soria, 125 28043 Madrid Tel.: 91 413 00 13 Fax: 91 413 08 61

Motores auxiliares hasta 2.300 CV.

4.2 Cuadros eléctricos



Río Pas s/n. - 39011 Santander (Cantabria) Tel.: 942 33 42 00 Fax: 942 33 36 98

Cuadros eléctricos principales y de emergencia, Centros control, Motores y Pupitres de control.

Diseño pupitre, construcción y montaje de eauipos.

4.3 Cables eléctricos



Avda. Torrellas, 15-23 08620 Sant Vicenç dels Horts (La Barruana) Tel.: 93 656 90 50 - Fax: 93 656 90 51

Especializados en todo tipo de Cables de Marina y OFF SHORE. Homologados por DET NORSKE VERITAS - BUREAU VERITAS - GERMANISCHER LLOYDS.

Sistema de garantía de calidad ISO 9002 acreditado.

AENOR DIVÓN E

Ronda de Atocha, 37 -1° 28012 Madrid - ESPAÑA Tfnos.: 91 468 15 36 - 91 539 31 04 Fax: 91 528 86 76 E-mail: divonmar@iies.es

Proyectores de luz NORSELIGHT de todo tipo y alcances.

5. ELECTRÓNICA



Radio Marítima Internacional, S.A.

C/ Isabel Colbrand, 10-12 Acceso 2. 5ª Planta - Of. 132 Po. Ind. Fuencarral. 28050 Madrid Tel.: +34 91 358 74 50 Fax: +34 91 736 00 22 E-mail: rmi@ctv.es

RAYTHEON MARINE RAYTHEON ANSCHUTZ RAYTHEON STANDARD RADIO

THORN

SSE GIROTECNICA , BLE

A KONGSBERG Company

SIMRAD SPAIN S.L. Sucursal de Simrad Norge A.S. en España

Alicante, 23 - 03570 Villajoyosa (ALICANTE) Tel.: 96 685 23 02 Fax: 96 685 23 04

Ecosondas Simrad Sonares/Sonda de Red Simrad Correderas **Plotters GPS VHF**

Pilotos Automáticos Giroscópias Radar Inmarsar B

Goniómetros

Simrad Simrad Shipmate Simrad Shipmate Simrad Shipmate Simrad Robertson Simrad Robertso Simrad/Anritsu Simrad/Anritsu Simrad/Taiyo

$\overline{\mathbf{H}}\,\overline{\mathbf{R}}\,\overline{\mathbf{M}}$

HISPANO RADIO MARITIMA, S.A.

Isabel Colbrand, 10 -12 - Local 97 28050 Madrid Tel.: 913 58 97 27 Fax: 913 58 97 42 E-mail: hrm@autovía.com

Radiocomunicaciones y Seguridad Marítima

BICC General Cable

Casanova, 150 - 08036 BARCELONA Servicio atención al cliente: Tel.: 93 227 97 00 Fax: 93 227 97 22 Exportación: Fax: +34-93-227 97 19

Fabricantes de conductores eléctricos tipos: Vulcan-Mar, cero halógenos, instrumentación.

Homolgaciones: Bureau Veritas, Det Norske Veritas, Pecal 120, Germanischer Lloyds.

4.7 Luces de navegación, provectores de señales. Sirenas

TECMA TECNEUMATIC, S. L.

Paseo Colon 24 - entresuelo D 08002 Barcelona Tel.: 93 317 24 79 Fax: 93 317 86 46

Sirenas de señales, postes de señalización de alarmas, sistemas de detección de ruidos exteriores, ZÖLLNER GMBH.

CRAME, S.A.

Compañía Radio Aérea Marítima Española S.A.

San Severo, 30 - 28042 Madrid (España) Tel.: 91 329 18 62 Fax: 91 329 30 45/46 Telex: 23686

EQUIPOS COMERCIALIZADOS Y MARCAS REPRESENTADAS POR CRAME

vegación Integrada es para G.M.D.S.S.

idio y TV

MARCA KELVIN HUGHES SKANTI JOTRON SKANTI R.H. NERA SKANTI

ca)
TOKIMEC
C. PLATH
KELVIN HUGHES
TOKIMEC
ANRITSU
EDO/AMETEK
TOKIMEC
IZE-BEN
WALKER
CHERNIKEEF
FURUNO
J.M.C.
FURUNO
J.M.C.
SUZUKI

WALKER
OBSERMET
ELCON
UNILUX
UNILUX
PLATH
J.M.C.
RAMMANTEN
LEICA/PHILIPS
FURUNO
LEICA/PHILIPS

5.1 Equipos de comunicación interiores

BELOFONT ELECTRONICA, S.L.



Polo y Peyrolon, 34-B - 46021 VALENCIA Tel.: 96 369 68 23 Fax: 96 361 28 96

Telefonía interior e intercomunicación, circuitos cerrados (vigilancia, maniobras), etc.



Polígono Las Salinas, calle Pantano s/n 11500 Puerto de Santa María. Cádiz. Spain Tel.: 34 (9)56 877470 Fax: 34 (9)56 877471 F-mail: ita@retemail.es http://www.itasl.com

Tv. Radio AM/FM. Televisores. Antenas direccionales especiales. Satélite. Video proyección. Sonido. Espectaculo. Avisos etc



Ronda de Atocha, 37 -1° 28012 Madrid - ESPAÑA Tfnos.: 91 468 15 36 - 91 539 31 04 Fax: 91 528 86 76 E-mail: divonmar@iies.es

Teléfonos y Altavoces STENTO ASA, VING-TOR, STEENHANS. Automáticos, Red Pública, Autogenerados.

5.2 Equipos de comunicación exteriores



Polígono Las Salinas, calle Pantano s/n 11500 Puerto de Santa María. Cádiz. Spain Tel.: 34 (9)56 877470

Fax: 34 (9)56 877471 E-mail: ita@retemail.es http://www.itasl.com

Especialistas en comunicaciones electrónicas.

5.3 Equipos de vigilancia y navegación



Ronda de Atocha, 37 -1° 28012 Madrid - ESPAÑA Tfnos.: 91 468 15 36 - 91 539 31 04 Fax: 91 528 86 76 E-mail: divonmar@iies.es

Correderas SAL de Correlación Acústica. Registradores de Datos de la Travesía de CONSILIUM MARINE.



Ronda de Atocha, 37 -1° 28012 Madrid - ESPAÑA Tfnos.: 91 468 15 36 - 91 539 31 04 Fax: 91 528 86 76 E-mail: divonmar@iies.es

Giroscópica MERIDIAN de S.G. BROWN.



AENOR

Ronda de Atocha, 37 -1° 28012 Madrid - ESPAÑA Tfnos.: 91 468 15 36 - 91 539 31 04 Fax: 91 528 86 76 E-mail: divonmar@iies.es

Telégrafos de Órdenes e Indicadores de Ángulo de Timón de STORK KWANT: Palanca, pulsador, conmutador, dobles, incluyendo controles.

5.4 Automación, Sistema integrado de Vigilancia y control



Río Pas s/n. - 39011 Santander (Cantabria) Tel.: 942 33 42 00 Fax: 942 33 36 98

Ingeniería eléctrica y de Automatización. Construcción cuadros y equipos eléctricos. Transformaciones e instalaciones eléctricas completas, llave en mano.





C/ Príncipe de Vergara 86 28006 Madrid Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72 Fax: 91 562 14 48 E-mail: alfaenergia@nexo.es

Automoción y control

AUXITROL IBERICO, S.A.

Caucho, 18 28850 Torrejón de Ardoz (Madrid) Tel.: 91 675 23 50 Fax: 91 656 62 48

Teleindicadores de Nivel, Temperatura y Alarmas

Sensores Electrónicos de Burbujeo con salida 4 a 20 mA. Radar



AENOR

Ronda de Atocha, 37 -1° 28012 Madrid - ESPAÑA Tfnos.: 91 468 15 36 - 91 539 31 04 Fax: 91 528 86 76 E-mail: divonmar@iies.es

SABROE CONTROLS: Maquinaria Principal, Planta Generadora, Carga y Descarga, Refrigeración y Aire Acondicionado.

6. EOUIPOS AUXILIARES DE CASCO

6.1 Reboses atmosféricos, Indicadores de nivel de tanques



Ronda de Atocha, 37 -1° 28012 Madrid - ESPAÑA Tfnos: 91 468 15 36 - 91 539 31 04 Fax: 91 528 86 76 E-mail: divonmar@iies.es

Indicación a distancia de NIVEL, TEMPERA-TURA Y ALARMAS. Presión directa, "de burbuia" KOCKUM SONICS.

6.3 Sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado



C/ Príncipe de Vergara 86 28006 Madrid Z6000 Madrid Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72 Fax: 91 562 14 48 nergia@nexo.es

Aire acondicionado



C/ Príncipe de Vergara 86 28006 Madrid Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72 Fax: 91 562 14 48 E-mail: alfaenergia@nexo.es

Ventilación

TECMA TECNEUMATIC, S. L.

Paseo Colon 24 - entresuelo D 08002 Barcelona Tel.: 93 317 24 79 Fax: 93 317 86 46 E-mail: tecma@iies.es

Ventiladores para aire acondicionado y ventilación mecánica y de garajes, MATTHEWS & YATES (MYSON), Válvulas cortafuegos aprobadas s.c., HALTON OY.



Pol. Ind. Gelidense, nave 11A. Apdo. d 08790 GELIDA (Barcelona) Tel.: 93 779 23 24 - Fax: 93 779 23 92 se, nave 11A. Apdo. de Correos 278 Internet: http://www.cambrabcn.es/sumivent E-mail: sumivent@sumivent.com

Ventiladores Conau, Ventiladores marinos homologados por las diferentes compañías clasificadoras.

6.4 Calderas auxiliares, calefacción de tangues



Ctra. a Viérnoles, 32 - 39300 - Torrelavega - Cantabria Tel.: 942 80 35 35 - Fax: 942 88 15 10

Calentadores eléctricos de paso. Cuadros electrónicos de regulación de temperatura.

6.6 Sistemas de detección v extinción de incendios

DESPACHO TÉCNICO DE SERVICIOS, S.L.



Apdo. Correos 6.177 - 48080 Bilbao (Vizcaya) Tel.: 94 443 86 66 - Fax: 94 443 86 66

Monitores contraincendios manuales, electricós hidráulicos y neumáticos por control remoto. Fi-Fi 1. Caudales de hasta 30.000 lt./min. Sistema de mezcla de espuma a caudal fijo y variable. Espuma contraincendios. Absorbentes de hidrocarburos 3M.

UNITOR

Ed. F.L. Smidth - Ctra. La Coruña, Km 17,8 - 28230 Las Rozas (Madrid) Tel.: 91 636 01 88 Fax: 91 637 19 98

Equipo contraincendios fijo y portátil a bordo. Revisiones reglamentarias homologadas internacionalmente.

6.8 Equipos de generación de agua dulce

C/ Vicente Aleixandre, 2 - Apdo. 1048 48903 Baracaldo (Vizcaya) Tel.: 94 485 11 21 - Fax: 94 485 06 40

Especialistas en fabricación de generadores de agua dulce para buques. Programa de fabricación desde 0,7 m3 día hasta 160 m³ día. otras capacidades a petición



C/ Príncipe de Vergara 86 28006 Madrid Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72 Fax: 91 562 14 48 E-mail: alfaenergia@nexo.es

Generadores de agua dulce

6.13 Valvuleria servicios, actuadores

TECMA TECNEUMATIC, S. L.

Paseo Colon 24 - entresuelo D 08002 Barcelona Tel.: 93 317 24 79 Fax: 93 317 86 46 E-mail: tecma@iies.es

Válvulas cortafuegos, homologadas s.c. HALTON OY.

Campanas extractoras, HALTON OY. Ventiladores, MATTEWS & YATES.



Av. de la Playa, 70 08930 - SANT ADRIA DE BESOS (Barcelona) Tel.: 93 462 11 54

Telefax: 93 462 12 74 E-mail: prisma@prisma.es Web_ http://www.prisma.es

Actuadores Neumaticos Rotativos para válvulas de bola, mariposa y macho cónico.

Fabricación de Actuadores en: Aluminio rilsanizado

Plastico industrial

Acero inoxidable aisi 316 (18/8/2)

Especial para altas temperaturas (265°c) certificado

Cascos Naval, S.L

Agente para España de MÄRKISCHES WERF

Agente para España de MÄRKISCHES WERK Ramón Fort, 8, bloque 3, 1° A - 28033 MADRID

Ramon Fort, 8, bloque (SPAIN)
Tel.: +34 91 768 03 95
Fax: +34 91 768 03 96

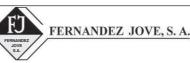
Válvulas de 2 y 4 tiempos, asientos, guías y dispositivos de giro de válvulas. Cuerpos de válvula nuevos v reparados.

6.14 Planta Hidraúlica



Gran Vía Carlos III, 84, 1°, 3ª 08028 Barcelona - España Tel: 93 409 54 54 Fax: 93 490 21 79 E-Mail: 113615.1337@compuserve.com Web: http://www.poclain-hydraulics.com

Motores hidráulicos de pistones radiales, alto par y bajas rpm. Sistemas hidraúlicos de canales fijos y



Paseo del Niño, 4 - Nave B2 - 39300 Torrelavega (CANTABRIA) Tel: 942 89 27 39 Fax: 942 88 30 58

Web: http://empresas.mundivia.es/jove E-mail: jove@mundivia.es

ntes hidráulicos: válvulas de bola, racores, abrazade a Tungum y NBK, bridas S.A.E.

SAUER S SUNDSTRAND

Sauer Sundstrand Iberica S.A. (Empresa filial del grupo Sauer Sundstrand Gmbh&Co)

Sierra de Guadarrama, 35 naves 6 y 7- 28830 San Fernando de Henares (Madrid) Telf.: 91 660 01 07/08//91 660 01 05 Fax: 91 676 88 12 Web: http://www.sauer.com

- Transmisiones hidrostáticas hasta 450 cv, controles
- Sistemas completos de control aplicado a la trans-misión hidrostática para el accionamiento de: maquinillas, generadores, cabrestantes, servotimones,
- Bombas de pistones de cilindrada variable, para cir-
- cuito abierto.

 Bombas y motores de engranajes

 Motores de pistones axiales y radiales, conjuntos mo-



Alfonso Gómez, 25 - 28037 MADRID

Tel.: 91 754 14 12 Fax: 91 754 54 04

Más de 1.000 pesqueros avalan nuestras transmisiones hidráulicas, embragues, ampliadores, etc.

6.15 Tuberias



Paseo del Niño, 4 - Nave B2 - 39300 Torrelavega (CANTABRIA) Tel.: 942 89 27 39

Fax: 942 88 30 58

Web: http://empresas.mundivia.es/jove E-mail: jove@mundivia.es

Acoplamientos Viking Johnson para unión y repara-

7 EOUIPOS DE CUBIERTA

7.1 Equipos de fondeo y amarre



Avda. Cataluña, 35-37 bloque 4, 1º Izquierda 50014 Zaragoza (España) Tel.: 976 29 80 39 / 82 59 - Fax: 976 29 21 34

Molinetes. Chigres. Cabrestantes.

HATLAPA MARINE EQUIPMENT

Representación en Madrid Tel.: 91 383 15 77 - Fax: 91 383 15 77 HATLAPA Alemania Tel.: 00 49 41227110 Fax: 00 49 412 2711104 Web: http://www.hatlapa.de

Molinetes. Chigres. Cabrestantes.



Gutemberg, 8 - Polígono "La Grela Bens" - 15008 La Coruña Telf.: 981 17 34 78 Fax: 981 29 87 05 E-mail: info@rtrillocadenas-anclas.es

Web: http://www.rtrillocadenas-anclas.es Delegación de Madrid: c/ José Ortega y Gasset, 42 - 4° izq. 28006 Madrid Telf.: 91 575 86 19 Fax: 91 576 79 65

Cadenas, anclas y accesorios para buques, aparejos y puertos deportivos, gran stock, import.-export.

7.3 Equipos de carga y descarga

TECMA TECNEUMATIC, S. L.

Paseo Colon 24 - entresuelo D 08002 Barcelona Tel.: 93 317 24 79 Fax: 93 317 86 46 F-mail: tecma@iies es

Grúas hidráulicas/electrohidráulicas:carga, mangueras, provisiones, pescantes de botes, MASKINFABRIK ACTA A/S.

7.4 Equipos de salvamento (botes, pescantes, balsas salvavidas)



Avda. Cataluña, 35-37 bloque 4, 1º Izquierda 50014 Zaragoza (España) Tel.: 976 29 80 39 / 82 59 - Fax: 976 29 21 34

> Sistemas de evacuación. Pescantes de botes.



Natalia de Silva. 3 28027 Madrid Tel.: 91 - 742 30 57 / 91 - 742 79 39 Fax: 91 - 320 45 78

Balsas salvavidas homologadas SOLAS y **DSB Continental**

Botes de rescate homologados DSB Continental.

Botes rápidos de rescate. Pescantes. Clasificación Europea "EC Jul 98"

VIKING IBERICA, S.A.

MESTIC

General Pardiñas, 112 bis, bajo B - 28006 MADRID Tel.: 91 562 48 33 Fax: 91 561 38 05

Delegación en Algeciras: Tel. y Fax: 956 57 32 40

Balsas Salvavidas. Rampas de evacuación.

8 ESTABILIZACIÓN, GOBIERNO Y MANIOBRA

8.2 Timòn, Servomotor



Avda. Cataluña, 35-37 bloque 4, 1º Izquierda 50014 Zaragoza (España) Tel.: 976 29 80 39 / 82 59 - Fax: 976 29 21 34

Servotimones.

HATLAPA

MARINE EOUIPMENT

Representación en Madrid Tel.: 91 383 15 77 - Fax: 91 383 15 77 HATLAPA Alemania Tel.: 00 49 41227110 Fax: 00 49 412 2711104

Servotimones de 4 y 2 cilindros

8.3 Hèlices transversales de maniobra



Avda. Cataluña, 35-37 bloque 4, 1º Izquierda 50014 Zaragoza (España) Tel.: 976 29 80 39 / 82 59 - Fax: 976 29 21 34

Hélices de maniobra

9 EOUIPAMIENTO Y HABILITACIÓN

ACCO · TRADE

MARINE ACCOMMODATION TRADE

General Ibáñez, 10 28230 LAS ROZAS (Madrid) Tel.: 91 710 37 10 Fax: 91 710 35 91

Subpavimentos CUFADAN, NORAC, Techos DANACOUSTIC, cocinas BEHA-HEDO, Losetas BERGO, Resinas API, Paneles FIPRO, Predicción ruidos ODEGAARD, Ventanas C.C. JENSEN, Parasoles BERGAFLEX, Sillones para puente de navegación NOR-SAP, Tiendas CIL, Puertas: "Weathertight", "Watertight", "Gastight", A-60, A-0, B-15

9.3 Puertas, portillos, ventanas, limpiaparabrisas, vistaclaras

TECMA TECNEUMATIC, S. L.

Paseo Colon 24 - entresuelo D 08002 Barcelona Tel.: 93 317 24 79 Fax: 93 317 86 46 E-mail: tecma@iies.es

Equipos limpiaparabrisas.

9.5 Recubrimientos, pintura. Tratamiento de superficies

GAREPLASA



Pol. Pocomaco, D-31 - 15190 Mesoiro (La Coruña) Tel.: 981 29 73 01 - Fax: 981 13 30 76

Plastificado superficies metálicas (Rilsán, Poliester). Bombas de agua. Carcasas y tapas de enfriadoras. Carcasas de generadores de agua. Filtros. Maquinaria procesado de pescado

CHUGOKU PAINTS B.V.

Avda. San Pablo, 28 edif. 2, 2° - 28820 Coslada (Madrid) Tel.: 91 669 04 62 / 03 34 / 04 45 - Fax: 91 669 03 97

Perfecta protección de todo tipo de superficies.

JOTUN IBERICA, S.A.



C/ Almirall Okendo, 116 - 08930 S. Adriá de Besós (Barcelona) Tel.: 93 462 11 62 - Fax: 93 381 35 55

Pinturas de alta tecnología para la protección de superficies. Antifoulings auto-pulimentables para 60 meses de navegación. Epoxy alto espesor para superficies tratadas deficientemente (surface tolerant).

FERJOVI, S.A.



C/ Pachin de Melás, 25 - 33212 Gijón (Asturias) Tel.: 98 532 50 16 - Fax: 98 532 14 51

Máquinas de aplicación de pinturas. Equipos de chorro de abrasivo. Granalladoras automáticas para superficiesd horizontales y verticales. Aspiradores de abrasivos. Cabinas de granallado. Deshumificadores. Mangueras. Racorería. Accesorios etc.

INDUSTRIAL DE ACABADOS, S.A.

C/Cabrales 1, entlo. 33201 GIJÓN ESPAÑA TI.: 985 35 54 78 - Fax: 985 35 02 91

Tratamiento de superficies y aplicación de pintura en

Trabajos de Reparación y Nueva Construcción. Especialistas en Tank Coating.



PINTURAS HEMPEL, S.A.

enat, 108 - 08213 Polinya (BARCELONA)

Pinturas marinas de alta tecnología para todo tipo de necesidades.



Azagador de las Monjas, 7 bajo - 46018 Valencia Tel.: 96 380 37 52 Fax: 96 380 36 44

Bombas de alta presión. Equipos de "Hidroblasting" hasta 2.500 bar. Accesorios,



SIGMA COATINGS S.A.

Alcalá, 95 - 28009 Madrid Telf.: 91 435 01 04 Fax: 91 435 30 65 E-mail: Sigma.Spain@Sigmacoatings.com

Antifoulings, epoxys sovent free para tanques de carga y lastre, epoxys repintables sin limitación de tiempo, epoxys fenólicos y OCL para tanques de carga. Epoxys antiabrasión para cubiertas

X.International.



Akzo Nobel Industrial Paints, S.L.

Pol. Industrial Can Prunera - 08759 Vallirana

(Barcelona) Telf.: 93 680 69 00 Fax: 93 680 69 36

Lider Mundial en Pinturas Marinas de Alta Tecnología. Para construir o reparar cualquier zona del buque. En cualquier parte del mundo

9.6 Protección catódica



Wilson Walton Internacional, S.A.E.

P.I. Móstoles, 6 - Naves 3 y 4 Ctra. San Martín de Valdeiglesias, Km. 4,700 28935 Móstoles (Madrid) Tel: 91 616 44 43 - 91 616 45 59 Fax: 91 616 53 01

E-mail: wilsonw@wilsonwaltoninternational.es
Web: http://www.wilsonwaltoninternational.es

Protección Catódica

ZINETI, S.A. Protección Catódica

C/ Diputación, 8 48008 BILBAO (Vizcaya) Tel.: 94 415 49 62 - 94 415 80 81 Fax: 94 415 49 36

E-mail: zineti.s.a@clientes.euskaltel.es

Protección Catódica por anodos de sacrificio de zinc, aluminio o magnesio. Amplia gamade anodos-nautica. Estudios y proyectos



Natalia de Silva, 3 Tel.: 91 - 742 30 57 / 91 - 742 79 39 Fax: 91 - 320 45 78

Sistema anti-incrustante y anti-corrosivo para tomas de mar y circuitos de agua salada. Sistema de corrientes impresas para protección del casco.

FUNDICIONES IRAZU



C/ Erandiondo, 14 - La Campa 48950 Erandio (Vizcaya) Tel.: 94 453 15 47 - Fax: 94 471 03 10

Ánodos de zinc de protección catódica marca "son"

9.7 Aislamiento, revestimiento



INDUSTRY

Ctra. de Fuencarral, 72 - 28108 Alcobendas (Madrid) Tel.: 91 662 18 18 - Fax: 91 661 69 80

Gama Sikaflex marino. Soluciones específicas para el sellado y pegado elástico



🗶 ALFA ENERGIA, S.L.

Rheinhold & Mahla.

C/ Príncipe de Vergara 86 28006 Madrid Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72 Fax: 91 562 14 48 E-mail: alfaenergia@nexo.es

Habilitación naval. Paneles, techos y puertas



P.I. El Pla - Riera Can Pahissa, Nave 24 A 08750 Molins de Rei (Barcelona) Tel.: (93) 680 27 25 Fax: (93) 680 20 37

E-mail: alusuisse@sefes.es

Paneles Composites. Grandes perfiles estructurales de hasta 650 mm de ancho y 26 m. de longitud. Paneles de nido de abeja ALUCURE R todo aluminio.

CENTRAMAR



Halyard

Paneles insonorizantes y accesorios moto-

9.9 Gambuza frigorifica





C/ Beiramar, 69 - 36202 Vigo Tel.: 986 29 45 38 - Fax: 986 20 88 05 e-mail: kinarca@arrakis.es http://www.arrakis.es/kinarca

Cámaras frigoríficas. Túneles de congelación. Hielo líquido y en escamas. Exclusas neumáticas



Barrio La Encina, s/n. - 39692 Liaño Villaescusa (CANTABRIA) Tel.: 942 55 80 55 Fax: 942 54 30 54 E-mail: irisnvt@serconet.com

Aislamientos, bodegas frigoríficas, tuneles

9.10 Equipos de cocina, lavandería v eliminación de basuras

TECMA TECNEUMATIC, S. L.

Paseo Colon 24 - entresuelo D 08002 Barcelona Tel.: 93 317 24 79 Fax: 93 317 86 46

Equipamiento de cocina, fonda y lavandería, ELECTROLUX MARINE. **Campanas Extractoras HALTON OY**

9.12 Aparatos Sanitarios



ALFA ENERGIA, S.L.

Rheinhold & Mahla.

C/ Príncipe de Vergara 86 28006 Madrid Tel.: 91 411 38 61 / 608 72 42 72 Fax: 91 562 14 48

E-mail: alfaenergia@nexo.es

Habilitación naval. Módulos de aseo

PASCH

Capitán Haya, 9 - 28020 MADRID Tel.:91 598 37 60 Fax: 91 555 13 41 E-mail: paschmad@pasch.es

Plantas y sanitarios de vacío. JETS

9.13 Habilitación, llave en mano



Marqués Valladares, 14-3° 36201 VIGO Tel.: 986 22 61 27 Fax: 986 43 80 66

Habilitacion "Llave en mano". Suministro de elementos de habilitación.

NTRA.SRA. DE LOURDES, S.L.



AENOR

Polígono Río San Pedro, 26-28 - 11519 Puerto Real (CÁDIZ) Tel.: 956 47 82 64 - 47 83 43 Fax.: 956 47 82 79

Habilitación "Llave en mano". Suministro mobiliario y elementos de habilitación para buques y hoteles.





Habilitación "llave en mano" Interiorismo y decoración



Barrio La Encina, s/n. - 39692 Liaño Villaescusa (CANTABRIA) Tel.: 942 55 80 55 Fax: 942 54 30 54 E-mail: irisnyt@serconet.com

Habilitación "Llave en mano". Suministro de equipos de habilitación

10 PESCA

10.1 Maquinillas y artes de



Apartado 30 - ONDARROA - 48710 BERRIATUA (VIZCAYA) Tel.: 94 613 90 41 - 91 00 Fax: 94 613 90 93

Cabos mixtos: Malletas semialambradas, Trallas de corcho, Combirop Cuerdas: Con y sin plomo, Jaretas

10.5 Embarcaciones auxiliares

TALLERES LÓPEZ VILAR, S.L.

Xarás, s/n - 15960 Riveira (LA CORUÑA) Tel.: 981 87 07 58 Móvil: 639 81 38 10 Fax: 981 87 07 62

Speed-Boats para atuneros. Respetos YAN-MAR y CASTOLDI. Reparaciones.

11 EQUIPOS PARA ASTILLEROS

11.3 Combustible y lubricante



Pº de la Castellana, 60, 5ª planta - 28046 MADRID Tel.:91 590 32 72 Fax: 91 590 32 84 / 85

Lubricantes marinos en España y en más de 800 puertos del mundo.

Combustibles marinos en España y en más de 800 puertos del mundo.

CERVIMAR, S. L. VERONESI Separatori SAA

C/ Tomás Alonso, 269 36208 Vigo (PONTEVEDRA) Tel.: 986 20 64 42 Fax: 986 20 44 50

Purificadoras para combustibles y aceites lubricantes. Módulos de alimentación de combustible ("boosters").

11.4 Instrumentos de medida



APLICACIONES TÉCNICAS Y CONTROL S.A.

Cemento, 5 - 28850 Torrejon de Ardoz (Madrid) Telf.: 91 676 63 63 Fax: 91 676 03 21

Instrumentos para medida de presión, caudal, nivel, temperatura.

Termopares, sondas temperatura, interruptores nivel, presostatos. Termostatos trans-

11.5 Material de protección y seguridad



P. Villareal, 52 apdo. 707 - 01002 Vitoria (Alava) Tel.: 945 28 06 22 - Fax: 945 28 00 44

Señalización. Planos de evacuación fotoluminiscentes.









Paseo Yeserías, 33 28005 MADRID Tel.: (91) 473 26 44 Fax: (91) 473 26 09 E-mail: resa@readysoft.es (http://www.readysoft.es/home/resa)

Diseño, Alquiler, Venta, Montaje Desmontaje de todo tipo de andamiajes y estructuras metálicas para la Construcción Naval y la Industria.

12 EMPRESAS DE INGE-**NIRÍA Y SERVICIOS**

12.1 Oficinas técnicas



Naval Technical Development Consorcio Zona Franca de CAEdiz

Recinto Zona Franca "Edificio Atlas" - Módulo 10 11011 Cadiz Tel.: 956 25 76 27 Fax: 956 25 23 58

Ingeniería de Aceros y Armamento en básica

Cálculo de elementos finitos.



C/ Cabo Rufino Lázaro, 5 P.I.T. Európolis - Las Rozas 28230 (Madrid) Tel.: 916 409 830 - Fax: 916 377 738

E-mail: info@gshydro.es

Ingeniería y diseño. Planos 3D. Prefabricación, instalación. Test y supervisión. Certificados. Reducción de costes y tiempo en piping. Piping sin soldadura



Soluciones de Ingeniería Sociedad Unipersonal

Avda. de los Huetos, 79. Edif. "Azucarera". 01010 Vitoria-Gasteiz (Alava)
Vitoria: Telf.: 945 21 47 47 *Fax: 945 21 47 48

Madrid: Telf.: 91 457 09 50 *Fax: 91 457 38 71 Barcelona: Telf.: 93 480 93 20 *Fax: 93 480 93 23 E-mail: abgam@abgam.es http://www.abgam.es

Sistemas y proyectos CAD/CAM/CAE/PDM. Consultoría sistemas de información. Realidad Virtual. Análisis y Simulación



Avda. de Burgos, 48 3°b - 28036 Madrid Tel.: 91 383 96 01 - Fax: 91 383 97 98 e-mail: informacion@defcar.es http://www.defcar.es

Sistemas y proyectos navales. Sistema CAD/CAM DEFCAR. Alisado de formas.



C/ Méndez Núñez, 13 - Bajo 15401 Ferrol (La Coruña) Tel.: 981 353 170 Fax: 981 358 691

Ingeniería y Servicios



Río Pas s/n. - 39011 Santander (Cantabria) Tel.: 942 33 42 00 Fax: 942 33 36 98

Ingeniería, suministro de equipos, pupitres e instalación.



FRANCISCO LASA S.L. OFICINA TECNICA NAVAL

Avda. Pasajes de San Pedro, 41 - 20017 San Sebastián Tel.: 943 39 09 40 / 39 09 11/ 39 05 04 Fax: 943 40 11 52

Proyectamos todo tipo de buques desde hace más de 50 años. Expertos en buques pesqueros en todas sus modalidades. Especialistas en reformas y homologaciones.



Estrada Diliz, 33 - 48990 Getxo (VIZCAYA) Tel.: 94 491 10 81 / 491 40 54 Fax: 94 460 82 05

Diseño conceptual. Diseño de Interiores. Desarrollo de proyectos. Habilitación naval.



Parque Tecnológico de Madrid Severo Ochoa, 4 28760 TRES CANTOS (Madrid) Tel.: 91 807 70 00 Fax: 91 807 72 03

Proyectos y asistencia técnica. Sistema CAD/CAM FORAN.

INGENIERIA NAVAL DISEÑO DE YATES



C/ Arquitecto Gaudí 11, Bajo Exterior, 28016 MADRID Tel.: 91 359 17 54 Fax: 91 359 33 49 Móvil: 629 25 46 46 E-mail: nautatec@nautatec.com

Web site: http://www.nautatec.com

Proyecto de yates a vela y motor. Modificaciones. Composites. Lanchas rápidas y embarcaciones especiales. I+D. MAXSURF/HIDROMAX - software

TECNICAS Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.

Bolivia, 5, 5° F - 28016 MADRID Tel.: 91 345 97 30 / 62 Fax: 91 345 81 51



Pruebas de Mar: medidas de potencia, vibraciones y ruido. Cálculo estructural y análisis por elementos finitos. Ensayos de análisis modal experimental. Mantenimientos predictivo de averías. Sistemas de monitorización de vibraciones.



C/ Jacometrezo, 4, 6.° - 3.ª 28013 Madrid Tel.: 91 521 53 91 Fax: 91 531 81 27

Oficina Técnica de INGENIERÍA Y DESARROLLO



INGENIERIA Y SERVICIOS TECNOR, S.L.

Juana de Vega, 29 -31, 6°B 15004 - La Coruña - Spain P.O.BOX 374 FAX: 981 22 58 24 TEL.: 981 22 13 04/981 22 17 07 E-MAIL: ISTECNOR@infonegocio.com

I.S.TECNOR, S.L. es una Sociedad de Ingeniería que tiene como objetivo principal la ejecución de todo tipo de estudios, proyectos, inspecciones y asesoramientos técnico-económicos relacionados fundamentalmente con el campo de la Ingeniería Naval y Oceánica.

- Proyectos y cálculos de Arquitectura Naval. Buque Intacto y Después de Averías, Probabilistico y Deterministico.
- * Planos de Desarrollo. CAD/CAM.
- * Alisado y procesos productivos. Nesting. * RORO'S, FERRIES, PASAJE, PESCA,
- Inspecciones a bordo.

MERCANTES, OFFSHORE.

12.2 Clasificación y certificación



Bureau Veritas Quality Internacional España, S.A.

C/ Doctor Fleming, 31-3 Plta. 28036 Madrid Tel.: 91 350 39 59 - Fax: 91 350 34 81

Entidad de certificación ISO 9000 - QS 9000 -ISO 14.000

12.3 Canales de Experiencias



CANAL DE EXPERIENCIAS HIDRODINÁMICAS DE EL PARDO

El Pardo - 28048 Madrid Tel.: 91 376 21 00 - Fax: 91 376 01 76 e-mail: ceh.mail.@cehipar.es

Ensayos en aguas tranquilas y olas regulares e irregulares. Pruebas de mar. Maniobrabilidad. CFD. Cavitación. Proyectos de hélices.

12.5 Formación



Jorge Juan 19 - 28001 MADRID Tel.: 91 577 40 25 - Fax: 91 575 73 41 E-mail: maritimo@ime.es

Formación

12.6 Empresas de servicios

HERMANOS ALFARO, S.L.



Cm. Romeu, 45. 36213 VIGO Tel.: 986 29 46 23 - Fax: 986 20 97 87

ectificados in situ de muñequillas de cigüeñal Alineado y mecanizado de bancadas Mecanizado in situ de asientos sistema Voith Mecanizados in situ de líneas de ejes de cola Alineado y mecanizado de bancadas Mandrinado encasquillado bloques de motor

PREMENASA

PRECISION MECANICA NAVAL, S. A. **TURBOS**

C/ Luis I, 26 Pol. Ind. de Vallecas - 28031 Madrid Tel.: 91 778 12 62 / 13 11 / 13 63 - Fax: 91 778 12 85 Telex: 46704 PMEC E

Mantenimiento, reparación y repuestos de todo tipo de turbocompresores de sobrealimentación.

BAU Agencia Gestora de Medios, S.L. **PRESS**

Jorge Juan, 19 - 1° Dcha. - 28001 Madrid (España) Tel.: 34 (9) 1 781.03.88 - Fax: 34 (9) 1 575 .73.41

Publicidad, Catálogos, Ferias, Congresos, Libros, etc.

Ed. F.L. Smidth - Ctra. La Coruña, Km 17,8 - 28230 Las Rozas (Madrid) Tel.: 91 636 01 88 Fax: 91 637 19 98

Suministros Técnicos Navales: Herramientas de mano, eléctricas, neumáticas e hidraúlicas **Rodamiento SKF** Juntas y empaquetaduras JAMES WALKER.

SINTEMAR

Choddest

Devicon COUNTROSE



c/ Ribera de Axpe. 50 Edificio Udondo 48950 Erandio (Vizcaya) Tel.: 94 480 03 75 - Fax: 94 480 05 59

Resinas especiales para fijación de bocinas, arbotantes limeras y para taqueado de motores y maquinillas. Cojinetes de bronce-goma lubricados por agua. Resinas Epoxi para repación de fugas y estructuras. Cojinetes sintéticos para bocinas y arbotantes

12.7 Brokers



Paseo de la Castellana, 140, 10° C - 28046 Madrid Tel.: 91 562 26 04 / 609 02 08 16 / 609 20 71 40 Fax: 91 562 26 91

Expertos internacionales en la compra-venta y nueva construcción de buques pesqueros de todo tipo y tamaño.

13 ASTILLEROS



VARADEROS Y TALLERES DEL MEDITERRANEO

Muelle transversal - Puerto de Burriana Tel.: 96 355 01 44 - Fax: 96 355 02 44 - Valencia Tel.: 964 58 56 58 - Fax: 964 58 56 58 - Burriana

Reparaciones de mecánica. Calderería. Soldadura. Electricidad. Limpiezas. Pintados. Chorreos con arena.



ASTILLEROS Y VARADEROS EL RODEO

Ctra. Acceso sur al puerto, s/n - 11207 Algeciras (Cadiz) Tel.: 956 60 05 11 - Fax: 956 60 04 31

Reparaciones. Nuevas construcciones en acero, poliester, aluminio y madera.



DRASSANES ALFACS

C/ Sant Isidre, 210 - 43540 S. Carles de la Rápita (Tarragona) Tel.: 977 74 09 10 / 10 53 - Fax: 977 74 09 10

Construcción y reparación de embarcaciones en madera y fibra de vidrio. Construcción sin moldes.

Construcciones Navales Nicolau

Partida Molinet, s/n - 43540 Sant Carles de la Ràpita Tel.: 977 74 05 82 - Fax: 977 74 48 57

Embarcaciones de poliéster para recreo y pesca profesional. Motores marinos IVECO-AIFO e inversores ZF. Equipos propulsores. Maquinaria auxiliar. Maquinillas. Haladores



Camino de las Moreras, 44 - 46024 Valencia Tel.: 96 367 42 16 / 40 53 - Fax: 96 367 40 06

Reparación general de buques. Construcción de embarcaciones y buques de pesca con casco de aluminio.



Muelle Reina Sofía Dársena ext. Puerto de Las Palmas Apdo. 2045 35008 Las Palmas de Gran Canaria Tel.: 928 46 61 68 - Fax: 928 46 61 77

2 rampas de varada hasta 120 mts. de eslora y 4.000 Tns. 1 rampa de varada hasta 120 mts. de eslora y 2.000 Tns.



DRASSANES D'ARENYS, S.A.

Moll del Portinyol, s/n. Zona Portuaria -Tel.: (93) 792 13 00/04/08 - Fax: (93) 792 12 40 08350 Arenys de Mar (Barcelona)

Construcción de embarcaciones.

to marine chemicals.

ESPECIALISTAS EN TRATAMIENTO DE AGUA PARA CIRCUITOS DE MAQUINARIA A BORDO





Solicite nue guía de guía servicio servicio marítimo





os comprometemos a cuidar tu barco todos los días de su vida.