año LXX • nº 789
INGENIERIA NAVAL
enero 2002

Nueva Generación de Turbocompresores

La solución idónea para sus motores

ABB es líder mundial en la fabricación de turbocompresores para motores de combustión interna. Más de 180.000 turbos de ABB están funcionando en barcos, plantas de generación eléctrica, locomotoras y vehículos de gran potencia.

Una red global de más 75 puntos de asistencia garantiza una respuesta rápida y de alta calidad, próxima a nuestros clientes.

Para más información, contacte con:

ABB Sistemas Industriales S.A.

Area de Marina y Turbocompresores

Tel. 91 581 93 93 - Fax 91 581 56 80

www.abb.com/turbochargers

Brain Power.™ ABB

Nos comprometemos a cuidar tu barco todos los días de su vida.

Establecer lazos con el líder en lubricantes marinos, significa proteger la vida del motor de su buque. CEPSA, le garantiza además, la máxima calidad en la gama más amplia del mercado y un servicio integral en toda España y en más de 400 puertos de todo el mundo. Le aseguramos una atención exclusiva y una gran gama de lubricantes avalados por el certificado ISO 9001 a la mejor calidad.

CEPSA
Nº 1 en lubricantes.

CEPSA LUBRICANTES, S.A. FABRICANTE Y DISTRIBUIDORES EXCLUSIVO DE Mobil PARA MARINA.

@ www.cepsa.es

visión global

Seguridad industrial

Gestión y auditoría medioambiental

Calidad en parques temáticos

Inspección técnica de vehículos

Consultoría agrícola

Prevención en el trabajo

Laboratorios

Inspección técnica
en embarcaciones de recreo

Consultoría

Ensayos no destructivos

Control técnico en la edificación

Calidad

ATISAE

www.atisae.com

ervicios Centrales: Avda. de la Industria, 51 bis. 28760 Tres Cantos (Madrid). Tel.: 91 806 17 30 - 91 806 17 32. Fax: 91 804 01 57. direcciontecnica@atisae.com

Con presencia nacional e internacional: Andalucía, Aragón, Argentina, Asturias, Baleares, Canarias, Cantabria, Castilla-La Mancha, Castilla-León, Cataluña, Chile, Extremadura, Galicia, Madrid, Murcia, Navarra, País Vasco, La Rioja y Valencia.

RUPO ATISAE — AMT — DA — INSPECCIONES, S.A. — TÜV SÜDDEUTSCHLAND — avant — ATISAECAL, S.A. ATISAE DE CASTILLA Y LEÓN — ORGANIZACIÓN DE CONTROL LABORATORIO ACREDITADO

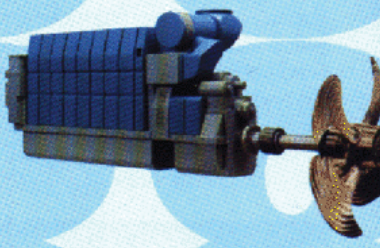
L27/38
Propulsión para el siglo XXI

MAN B&W

NEW GENERATION

Cuando la tecnología marca la diferencia

Cabezas de bielas marinas... caja delantera/trasera... diseño sin tuberías... filtro automático del aceite lubricante... turbocargador con compuerta de descarga... derivación del aire de carga... dos ejes de levas... Estas y muchas otras nuevas condiciones tecnológicas que entregan una potencia de 2040-3060 kW con un bajo contenido de NOx. Los beneficios son: aumento en el rendimiento, confiabilidad y sobre todo economía, con un bajo impacto ambiental. El motor propulsor L27/38 dictará las pautas que seguirán las flotas mundiales del siglo XXI.



MAN B&W Diesel A/S, Alpha Diesel . Niels Juels Vej 15 . DK-9900 Frederikshavn
Telephone: +45 9620 4100 . E-mail: alpha@manbw.dk . Http://www.manbw.dk
MAN B&W Diesel, S.A.U. . Calle Castello 88 - 1. dcha . E-28006 Madrid
E-mail: manbw@manbw.es

Alpha PROPULSION SYSTEMS

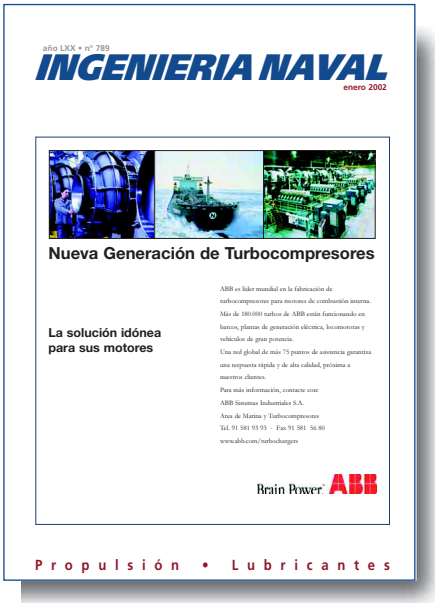
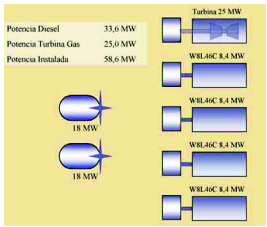


ABB Sistemas Industriales S.A.
División Turbo
Cronos, 57
28037 Madrid
Tel. 91 581 93 93
Fax 91 581 56 80
E-mail: buzon.esind@es.abb.com
www.abb.com/turbochargers

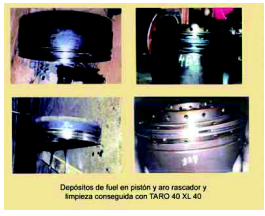
19

Ultimas novedades en propulsión naval, especialmente en el estudio de propulsiones mixtas, nuevos motores menos contaminantes, propulsores jet y alternativas de propulsión con dos hélices



43

Ultimas novedades en la tecnología de los lubricantes marinos, cuya evolución se debe encontrar a la par que la evolución de los motores donde cumple con su función



75

Conferencia sobre el sistema A.I.S., un importante avance en comunicaciones marinas que aportará un gran paso en seguridad y ayudas a la navegación

año LXX • nº 789
INGENIERIA NAVAL
enero 2002

cartas al director / *letters to the editor* 6

editorial / *editorial comment* 7

breves / *news in short* 9

actualidad del sector / *shipping and shipbuilding news* 15

propulsión / *propulsion* 19
- Ventajas económicas de la propulsión diesel-eléctrica en buques de crucero
- Alternativas de propulsión con dos hélices para super-portacontenedores

combustibles y lubricantes / *fuels and lubricants* 43
- Ultimas evoluciones en la tecnología de los lubricantes marinos, por J. de Gregorio

pesca / *fishing* 45
- Arrastrero congelador *Cachacho* construido por Nodosa

noticias / *news* 53

contratos de buques / *ships on order* 67

las empresas informan / *companies report* 69
- Actividades del Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR) en 2001
- Ultimas tecnologías en las estructuras tubulares RUX para la construcción naval

electrónica / *electronics* 75
- Conferencia sobre el Sistema A.I.S.

nuestras instituciones / *our institutions* 78

hace 50 años / *50 years ago* 79

congresos / *conferences* 81

agenda / *agenda* 83

publicaciones / *review* 84

relatos / *stories* 85
- Salvamento del submarino C-1 hundido a 35 metros de profundidad, convertido en buque blanco para tiro naval, por A. Díaz del Río Jáudenes

artículos técnicos / *technical articles* 88
- Posibilidades de propulsión submarina con plantas de células de combustible (FC), por L. López Palancar
- La gestión de la calidad en el ciclo total de vida de los buques metaneros, por R. González Linares
- Conclusiones del programa especial de medición de vibraciones realizado en el buque "*Super-Fast Levante*", por P. Cerrada Trullenque, J. M. Soriano Gómez, P. Beltrán Palomo, A, Pérez Alarcón, G. Pérez Gómez, J. González-Adalid García-Zozaya

próximo número / *comming issue*

reparaciones y transformaciones/
repairs & conversions
pinturas y protección de superficies/
paints and surfaces protection

Querido Director:

Al leer mi artículo **«Los Socios de Honor de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España»,** publicado en el Número de Octubre de 2001 de "Ingeniería Naval", tengo la impresión de que hago distinciones sobre las categorías de socios (unos están recuadrados y en color y otros, tan solo listados con el mismo grosor y tipo de letra que el resto del artículo), y como no es cierto, sino que debe ser debido a problemas de composición, me siento obligado a pedirte que publiques esta carta para aclarar que **todos los compañeros que han sido nombrados Socios de Honor merecen igual consideración y respeto.**

Con relación a los socios nombrados en la Junta General de 1940, puedo hacerte los siguientes comentarios:

- Todos son marinos de guerra (desconozco su graduación), a excepción de Andrés Gamboa, por lo que la aparente arbitraria enumeración de los Socios es un riguroso escalafón por orden de antigüedad de finalización de la carrera. Para conocer sus promociones puede verse el libro publicado por la E.T.S.I.N. en el **"II centenario de las Enseñanzas de Ingeniería Naval"** y en particular la **"Lista de Ingenieros Navales"** de Rafael Crespo Rodríguez, que inicia la numeración con la promoción de 1781, acabando con la de 1972 con el Ingeniero Naval número 1.260.

- Todos los nominados aparecen en la *"Relación Estadística de Asociados"* anexa a la primera acta de 1931, a excepción de Nicolás Ochoa y Lorenzo, que lo hace como una de las cuatro bajas que se produjeron entre el 10 de febrero de 1930 al 30 de noviembre de 1931. Un resumen comentado de la Junta General de 1931 se publicó en el número 723 bajo el título **"Así se inicia nuestra historia: Primeros asociados y primera Junta General",** artículo que aparece sin firmar a pesar de que soy su autor.

- Muchos de los compañeros fallecidos de forma violenta durante la Guerra Civil tuvieron una actividad importante en la Asociación y creo que es de justicia mencionar a Manuel González de Aledo y Castilla, que cedió su domicilio particular como primera sede de la Asociación, fue elegido Vocal ya en el momento de la constitución de la misma el 10 de febrero de 1930, cargo que mantuvo en las elecciones de 1932, 1933, 1934 y 1935. Fue así mismo representante en el Congreso Nacional de Ingeniería de aquel año y su hijo Jaime, hermano de Álvaro, lo fue en la Unión de Ingeniería Iberoamericana.

Así mismo Manuel González de Aledo, por su condición de Vocal de Madrid y en calidad de Presidente Accidental de la Asociación, presentó al Ministerio de Gobernación un escrito solicitando una modificación estatutaria del Artículo 1º, en el que se reconocía el carácter técnico-profesional de la Asociación. Para mí, este hecho lo considero como la primera acción concreta de creación del Colegio, que no fue una realidad hasta 1967.

Esta modificación fue aprobada en la Junta General de 1932 a petición de Rafael León y Palacios, que propuso el cambio de carácter, ya que, según dice: *«desde el principio no fue simplemente una Asociación Técnica, sino que se ocupaba de los aspectos profesionales de los ingenieros...»*. Esta propuesta fue ampliamente apoyada, pero al no estar en el Orden del Día no tenía carácter obligatorio, escollo que fue solventado - de acuerdo con los estatutos - mediante una serie de votaciones a nivel local en la que se obtuvo mayoría suficiente para considerar dicha propuesta aceptada por el colectivo, cosa que se reconoce implícitamente en la propia petición.

Álvaro González de Aledo y Rittwagen publicó en el número 679 de enero de 1992 un interesante artículo **"La Junta General de la Asociación de Ingenieros Navales de 1932. Unas notas para la Historia"** que despertó en mí el interés por los pequeños aspectos de la historia de las Instituciones. Esta Junta General puede decirse que fue una de las más fructíferas, tanto por la cantidad de temas tratados, como por el número de asistentes (24, lo que representaba el 19 % del cuerpo asociativo), como por la duración (5 sesiones con un total de más de 15 horas).

Para acabar, querido Director, quisiera que la publicación de esta carta propiciara a los asociados que conocieron, pudieron conocer o son familiares de esos asociados, que nos hiciesen llegar sus trabajos, realizaciones y recuerdos para que la Oficina de Gestión pueda ir elaborando unos dossieres dignos de unos SOCIOS DE HONOR.

Gracias por la publicación de mi artículo y de esta carta, que espero sirva para recoger información sobre los Socios de Honor de nuestra Asociación.

José María Sánchez Carrión

año LXX • N.º 789
INGENIERIA NAVAL
enero 2002

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

Presidente de AINE y de la Comisión de la Revista
José Ignacio de Ramón Martínez, Dr. I.N.

Director
Sebastián Martos Ramos I.N.

Redacción
Pedro Peñas Vargas
Belén García de Pablos
Alberto Lerena Montiel

Publicidad
Director comercial:
Rafael Crespo Fortún
Tel. 91 510 20 59
Fax: 91 510 22 79

Administración
Nieves García Paramés

Dirección
Castelló, 66
28001 Madrid
Tel. 91 575 10 24 - 91 577 16 78
Fax 91 781 25 10
e-mail: rin@iies.es

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

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

Suscripción Anual
España y Portugal 65,60 €
Europa 105,40 €
Resto del mundo 121,70 €
Estudiantes España 32,80 €
Precio del ejemplar 7 €

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

Tiempo de tomar decisiones

"La construcción naval de la Unión Europea padece la enfermedad de la incertidumbre: no se sabe si la propia UE va a defenderla o va a ponerla a los pies de los caballos". Así de contundente se manifestaba el Presidente de UNINAVE, José Esteban Pérez, al dirigirse a los miembros de la asociación que representa los intereses de los astilleros españoles el pasado 13 de diciembre.

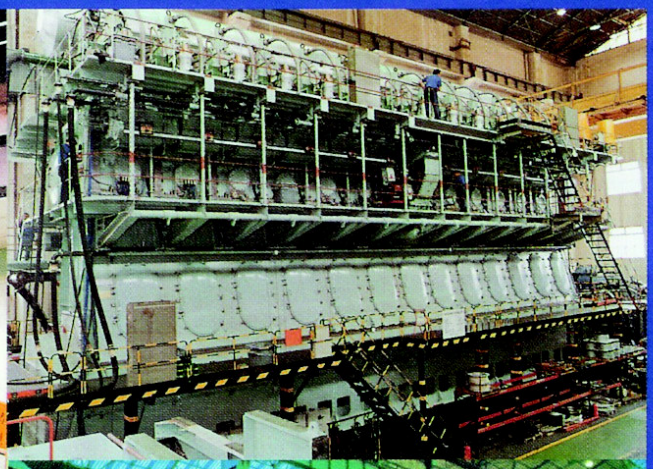
Esta vez, el dirigente empresarial aprovechó la celebración de la asamblea anual de UNINAVE para lanzar un mensaje de reconocimiento a las autoridades españolas por su apoyo al sector: en concreto, "al trabajo de comprensión que ha realizado el Ministerio de Hacienda, gracias a la Gerencia del Sector Naval, órgano técnico del Ministerio de Ciencia y Tecnología, a quienes agradecemos el esfuerzo". Esta mención resultaba oportuna en la medida en que José Esteban Pérez había lanzado poco antes y nuevamente un mensaje de clarificación respecto de la contribución del sector naval. "Se trata de un sector industrial -dijo- de alto nivel tecnológico. Basta visitar uno de sus productos de última generación para darse cuenta de ello y UNINAVE aconseja que se visiten, y que los astilleros hagan campaña para mostrar los buques que construyen, sean pesqueros, quimiqueros, metaneros, ferries, FPSO, o cualquier otro".

Y bien, la pregunta del millón de euros es: ¿han girado ya su visita a las gradas los máximos responsables en Bruselas de nuestro sector?. A la vista de los argumentos esgrimidos en esta última asamblea de UNINAVE (de la que informamos cumplidamente en este número de *Ingeniería Naval)*, parece que todo el esfuerzo de los agentes sectoriales durante los al menos siete últimos años, para convencer a la Unión de su responsabilidad ante el añejo "dumping" coreano, haya caído en saco roto.

Así como la Administración nacional modificó sus políticas en un sentido mucho más positivo que antes durante estos años, los ojos de los eurócratas parecen seguir mirando al cielo, por donde vuelan los aviones que, según el último Programa Marco de I+D de la Unión Europea - donde se excluyó al transporte marítimo de la primera línea de prioridades -, merecen lo mejor de los esfuerzos comunitarios.

Desde estas mismas páginas hemos denunciado también, una y otra vez, la falta de sensibilidad práctica hacia el sector de la construcción naval en Europa. El problema que denuncia el presidente de UNINAVE es que las autoridades afirman su voluntad de defenderla e impulsarla, pero sin hechos reales que avalen la veracidad de esta postura, y al mismo tiempo llevan a cabo una política restrictiva. Se trata de una posición que va adquiriendo crecientes visos de esquizofrenia. Y es que mientras se reconoce retóricamente la necesidad de aportar salidas realistas y contundentes al sector naval, al mismo tiempo se endurecen las medidas (y éstas, muy prácticas y concretas) en todo aquello que suene a "interferencias en el libre mercado". Hasta el propio Adam Smith se hubiera asombrado del purismo liberal de nuestros dirigentes de la Comisión Europea, que en palabras de José Esteban Pérez ya han llegado al extremo de adoptar formas "inquisitoriales".

División de Propulsión y Energía



Como resultado de la fusión de Bazán y Astilleros Españoles, la División de Propulsión y Energía de IZAR, ofrece una gama de motores y turbinas inigualable.

La oferta de IZAR incluye no sólo motores de dos y cuatro tiempos, fabricados bajo licencia de MAN-B&W, MTU y MITSUBISHI, si no también los motores BRAVO fabricados en colaboración con CATERPILLAR. Además, fabrica turbinas de vapor, grandes reductores de engranajes, gruas y aerogeneradores bajo licencia de BONUS.

A su capacidad y calidad certificada, IZAR añade su servicio post venta y de repuestos en cualquier lugar del mundo. Todo ello permite ofrecer soluciones integrales.

Nuestras capacidades de diseño y fabricación están dispuestas a ofrecerle siempre, la solución más rentable.

Tanto si se trata de un paquete de propulsión marina como de un proyecto completo de generación eléctrica, la respuesta es IZAR.

¿Quién sino?

¿QUIÉN SINO IZAR?

IZAR

SEPI

MOTORES Carretera de la Algameca, s/n • 30205 CARTAGENA (Murcia).• Tel. 968 12 82 63. Fax 968 12 84 82
MANISES Avda. Madrid, 6-8 • 46930 QUART DE POBLET (Valencia) • Tel. 961 59 82 00. Fax 961 59 83 12
TURBINAS Carretera de Circunvalación, s/n • 15480 FERROL (La Coruña) • Tel. 981 35 21 51. Fax 981 35 49 00

Spanish Cruise Line pospone la construcción del nuevo crucero previsto

Spanish Cruise Line, la compañía formada por Trasmediterránea, Iberojet y Festival Cruises, va a posponer los planes que tenía para la construcción de un nuevo crucero de 2.200 pasajeros y 66.700 gt. Según Miguel Ángel Fernández Villamandos, Presidente de Trasmediterránea, dicha cancelación se debe a la actual situación de dicho sector.

Izar mantiene silencio sobre las posibles actuaciones de Bruselas

Izar ha declinado realizar ningún comentario en torno al anuncio de la Comisión Europea de realizar acciones contra el gobierno español sobre la venta de seis astilleros públicos a Bazán por el simbólico precio de una peseta. De igual forma la SEPI ha rehusado comentar el asunto, mientras que Bruselas sospecha que la venta de los seis astilleros en septiembre de 2000 fue realizada por debajo del precio de mercado.

Unión de los cuerpos del LNG construido Izar

A mediados del pasado mes de diciembre se botó el Astillero Izar Fene del Grupo Izar, el cuerpo de proa del primer LNG de la serie que el Astillero Puerto Real tiene en cartera. La unión del cuerpo al resto del buque estaba prevista para enero, para posteriormente ser remolcado a la Bahía de Cádiz. El cuerpo de proa tiene una eslora de 130 m y pesa 10.500 t, y el de popa 93 m de eslora y pesa 9.050 t. La unión es muy compleja debido a los requisitos de control dimensional que los LNG tiene en los tanques de carga y a la dimensión de los trozos de buque a unir. Una vez realizada la unión, el resto del buque (cámara de máquinas) se terminará en dique.

La SEPI espera la completa privatización de Trasmediterránea para julio

La SEPI espera que la privatización de Trasmediterránea se dé por concluida para julio de 2002. Aunque aún no se ha anunciado una fecha límite para la presentación de ofertas no parece que comiencen a hacerse públicas hasta marzo o abril del presente año. El grupo Boluda ya ha expresado su interés en la privatización, no habiendo aún confirmado si presentará una oferta en solitario o con un socio extranjero. A su vez el presidente de P&O Ferries ha expresado el interés de su compañía en dicha operación.

Nuevas tasas en los puertos nacionales

Se va a imponer un nuevo impuesto a los pasajeros y vehículos que lleguen a puertos españoles; con este dinero se pretende hacer frente a nuevas medidas de seguridad dispuestas como consecuencia de los actos terro-

ristas del 11 de septiembre y de la banda terrorista ETA. El nuevo impuesto será de un euro por pasajero de crucero, 20 céntimos por pasajero de ferry, un euro por vehículo privado y dos euros por vehículo de carga o autobús. Las tarifas que evidentemente repercutirán sobre los pasajeros serán abonadas por las compañías navieras.

Marpetrol contrata dos nuevos petroleros de productos

El crecimiento de Marpetrol dentro del mercado de petroleros continúa tras la contratación de dos nuevos petroleros de productos de 4.750 tpm con el astillero Selah de Estambul. Para la compañía española se están construyendo en la actualidad dos petroleros de productos químicos de 18.800 tpm en Factorías Vulcano, así como un LNG de 138.000 m^3 en Izar.

La zona franca de Gran Canaria ha abierto sus puertas

La zona franca de Gran Canaria ha abierto sus puertas en enero, tres años después de que fuese dado el visto bueno por el gobierno español. Separado entre dos zonas - una en el puerto de Las Palmas y otra en el área industrial de Arinaga- se convertirá en la cuarta zona franca en España y pretende explotar el comercio actual con las islas. La nueva instalación cuenta con una superficie total de unos 300.000 m^2, estando la mayor parte de ellos en Arinaga.

Recortes en el transporte de contenedores

Las más importantes compañías de transporte marítimo de contenedores han anunciado planes para reducir la capacidad mundial de este transporte durante el año 2002. Grand Alliance ha presentado un programa por el cual recorta en un 15% su capacidad y Maersk Sealand ha confirmado la cancelación de una de sus rutas entre Europa y Asia.

Inversión en Corea para mejorar sus puertos

El gobierno coreano ha propuesto un plan de inversión de 27.000 millones de US$ para los próximos diez años con vistas a mejorar sus instalaciones portuarias y convertir al país en el centro logístico del noreste asiático. Casi 15.000 millones de US$ serán invertidos por el gobierno mientras que el resto vendrá del sector privado. Según el plan previsto por el gobierno coreano, con estas medidas pasarían de tener un comercio de 9 millones de TEU en el año 2000 a 30 millones de TEU en el 2011.

Corea pretende concentrarse en buques de alto valor tecnológico

Los astilleros coreanos pretenden concentrarse en la construcción de buques de alto valor tecnológico tales como LNG y FPSO para el próximo año. Tanto Hyundai Heavy Industries, Daewoo Shipbuilding y Samsung Heavy Industries pretenden conseguir un alto número de contratos en este sector ante el miedo al posible descenso en las nuevas construcciones comparado con este año. Sin embargo, pese a que los astilleros coreanos hayan construido innumerables petroleros, este conocimiento puede que no les prepare suficientemente, según afirma Det Norske Veritas, para la construcción de FPSOs. El diseño estructural del casco de un FPSO requiere llegar a un equilibrio entre la industria marítima y la offshore. Normalmente la industria marítima sigue unas reglas de base empíricas mientras que la industria offshore tiende a utilizar principios básicos. La fatiga es uno de los principales problemas de estas construcciones; por ejemplo un petrolero está diseñado para aguantar la peor tormenta en 20 años en el Atlántico Norte mientras que un FPSO debe considerar las condiciones del peor huracán en 100 años.

Tonnage tax en Bélgica

Tras meses de deliberación, el gobierno belga podría estar a punto de adoptar el sistema de impuesto por tonelaje con lo que revitalizaría su flota mercante. Basándose en la experiencia llevada a cabo en Holanda y el Reino Unido, un gran número de sus buques volverían a tener bandera belga con lo que se conseguiría incrementar en gran medida los ingresos debidos a la industria naval y se generarían un gran número de puestos de trabajo.

Nueva construcción de ULCC

Los ULCC empezaron a "popularizarse" a mediados de los 70 cuando un gran número de armadores creyeron que esta era la mejor opción para el transporte de crudo desde Oriente a Europa. Esta podría haber sido una buena medida de no ser por la crisis de 1973; desde

entonces dicha flota de ULCC han seguido navegando más por una razón de prestigio que económica. Pese a estos precedentes, los ULCC vuelven a ser noticia con la contratación de cuatro buques por parte de Hellenspont Steamship de GB. En breve se entregará el primero de la serie que también será el primero en ser construido desde 1979.

Evergreen reestructura sus líneas regulares

El operador taiwanés Evergreen va a introducir en el mercado dos nuevas líneas regulares para sustituir su hasta ahora vigente ruta de servicio mundial. Una de las nuevas líneas unirá el norte de Europa, Asia y el noroeste del Pacífico mientras que la otra comunicará el norte de Europa, América del norte y central y el este asiático. Está previsto que ambas rutas entren en servicio a mediados de febrero de 2002.

El problema de las múltiples inspecciones

Desde el accidente del *Erika* se está llevando un control mucho más severo tanto a los quimiqueros como a petroleros, llegándose a realizar hasta diez inspecciones de dichos buques al año. Según reclama la International Parcel Tankers Association, dichos controles deberían sustituirse por una inspección común al año realizada entre la sociedad de clasificación y el país de bandera. Aparte de los costes económicos que conllevan dichas paradas, afirman que estas inspecciones pueden ser contraproducentes.

China mantiene el tercer puesto como constructor naval

China mantendrá su tercer puesto mundial como constructor de buques por sexto año consecutivo al finalizar 2001 con 4,5 millones de tpm construidos durante dicho año. Mas de un 60% de los buques construidos en China son exportados, habiendo obtenido para el país unos ingresos de 7.900 millones de US$ en los últimos cinco años. En la actualidad China posee el 6% del mercado siendo superada sólo por Corea y Japón.

China contrata el primer FPSO

Con la esperada contratación del primer FPSO por parte del astillero Shanghai Waigaoqiao (SWS) se observa el rápido crecimiento tecnológico de los astilleros chinos. Dicho FPSO de 150.000 tpm sería para la China National Oil Offshore Corp (CNOOC) y se entregaría a mediados de 2003. De igual forma el astillero Jiangnan está en negociaciones con Navigator Holdings para la construcción de otro FPSO.

MOL advierte sobre la relajación en las medidas de seguridad de los LNGs

La naviera MOL, líder mundial en el servicio de LNGs, ha advertido de los posibles riesgos que puede ocasionar tanto el aumento descontrolado en la demanda de estos buques como la reducción de los costes de producción en la seguridad de los LNGs actualmente en construcción. Según la naviera japonesa, el hecho de no haberse producido accidente grave alguno en un LNG en los últimos 30 años no debería conllevar una relajación en las medidas de construcción de estos buques.

Bruselas controlará la fusión Aker Maritime/ Kvaerner

La Comisión Europea controlará la posible fusión entre Aker Maritime y Kvaerner para evitar posibles problemas en la operación. Según Aker Maritime no sería necesario tal control, ya que la posible fusión sólo será con la división noruega de gas y petróleo del grupo Kvaerner. Aker Maritime ya ha tenido problemas con Bruselas en anteriores ocasiones.

Babcock próxima al control total de HDW

Babcock Borsig se está aproximando a su objetivo de poseer en un 100% el mayor astillero alemán, Howaldts-werke-Deutsche Werft (HDW). Actualmente Babcock es dueño del 50% de HDW y un 20% es de Saab del cual dicen que está asociado a Babcock. Según su presidente, el objetivo final de la compañía es la posesión completa de HDW que cuenta con una plantilla de 3.500 trabajadores y tiene contratadas obras hasta el 2007.

Corea teme ayudas selectivas de la UE a la construcción de LNGs

Distintos astilleros surcoreanos han expresado su temor a que la UE introduzca ayudas selectivas para la construcción de LNGs si se produjese una gran demanda de este tipo de buques en astilleros coreanos. Corea pretende resolver con la UE sus diferencias en este sentido a la vez que anuncia que este tipo de ayudas podrían paliar en parte la crisis actual en la construcción de buques de pasaje.

Desmentido sobre los posibles problemas de venta de Hellenic Shipyards

El gobierno griego ha desmentido los rumores sobre un posible deterioro en las negociaciones sobre la venta de Hellenic Shipyards al grupo alemán HDW-Ferrostal, anunciando que pretende que se dé por concluida la operación para finales de año. El acuerdo firmado con el grupo alemán consiste en la compra del astillero por 5,5 millones de US$ y en el futuro aumento del capital de la empresa en 36,4 millones de US$.

SHI diseña el primer LNG con propulsión eléctrica

Samsung Heavy Industries ha realizado el diseño del primer LNG con propulsión eléctrica para un buque de 147.000 m^3. El LNG podría ahorrar del orden de un millón de US$ por año en gastos totales de combustible al utilizar azipods de propulsión eléctrica en lugar de los actuales sistemas, consiguiendo también un mayor volumen de carga al verse reducido las dimensiones de la cámara de máquinas. Los inconvenientes que presenta esta propuesta son tanto que el combustible utilizado es LNG, con lo que el coste del cual vendría a cabo por el fletador y no por el armador, y que los gastos de instalación de dichos motores eléctricos son mayores.

HHI no prevé ningún descenso en la demanda de plataformas offshore

La división de producción offshore de Hyundai Heavy Industries no prevé ningún descenso en la demanda de este tipo de instalaciones como consecuencia de la actual crisis en Afganistán. Según ellos, las compañías petrolíferas están invirtiendo en proyectos offshore con vistas a cinco años, por lo tanto la actual situación no les afecta a corto plazo. Este año, la división offshore de HHI pretende conseguir 2.000 millones de US$ en contratos para nuevas construcciones.

Caída en el precio de nuevas construcciones

Una serie de contratos de nuevas construcciones con importantes astilleros podrían ser renegociados ante la caída generalizada de los precios en el lejano Oriente. Los precios firmados recientemente para una serie de *bulkcarriers* y petroleros parecen excesivos visto el actual panorama. En algunos casos los precios han llegado a descender hasta un 30% como consecuencia de la caída de los fletes y de las consecuencias de los ataques del pasado 11 de septiembre. Sin embargo, Hyundai Heavy Industries (HHI), el mayor astillero del mundo, insiste en que mantendrá sus precios pese a la actual crisis en la contratación de nuevas construcciones. No obstante asegura que el miedo generalizado a un posible hundimiento del mercado podría ocasionar un gran deterioro en las expectativas mundiales de los astilleros.

Credit Agricole tras la operación de compra de seis cruceros de Renaissance Cruises

El banco Credit Agricole está tras la operación de compra de seis de los cruceros de Renaissance Cruises por unos 150 millones de

US$ cada uno. Los cruceros para unos 700 pasajeros y construidos entre 1998 y 2001 serán llevados a Marsella en breve. El precio de la operación está muy por encima de lo que hubiesen obtenido en el mercado, ya que según parece cada uno de ellos costó unos 190 millones de US$ cuando fueron construidos.

Posible reducción de las tasas de seguros

Comienza a haber señales de que las compañías internacionales de seguros puedan estar preparando una reducción de las tasas impuestas a la industria naval en Oriente Medio tras la subida impuesta el 27 de septiembre. Parece que se confirman los contactos entre Intertanko, ICS y el Lloyd's War Risk Committe para recalificar una serie de puertos de esta zona en conflicto.

Rápida mejoría de los astilleros chinos

Según un estudio del Samsung Economic Research Institute (SERI), China está mejorando sus astilleros a gran velocidad pudiendo llegar a competir en igualdad de condiciones con Corea en el sector de la construcción de post-Panamax y de LNGs para el 2005. Según el informe, China está invirtiendo grandes cantidades de dinero en sus astilleros con la intención de competir con sus vecinos a corto plazo tanto en precio como en tecnología.

HDW construirá buques mercantes a menor escala

El mayor astillero alemán, Howaldtswerke Deutsche Werft, confirma que seguirá construyendo buques mercantes, pero a una escala mucho más pequeña. Con ello pretenden no repetir las altas pérdidas económicas provocadas por los retrasos en las entregas de los últimos ferries que construyeron.

Nuevo diseño de hélice "RingProp"

Un nuevo diseño de hélice, "RingProp", que consiste básicamente en rodear las palas con un aro formando una pieza construida con molde único, puede ser la solución buscada para eliminar las vibraciones en todo tipo y tamaño de buques. El nuevo diseño propuesto por Johnny Townsend de Nabarro Wells & Co ha sido ya patentado en USA y Japón y según su creador tendrá un potencial ilimitado a la hora de reducir las vibraciones ocasionadas por la hélice.

Los astilleros alemanes buscan acuerdos de producción en toda Europa

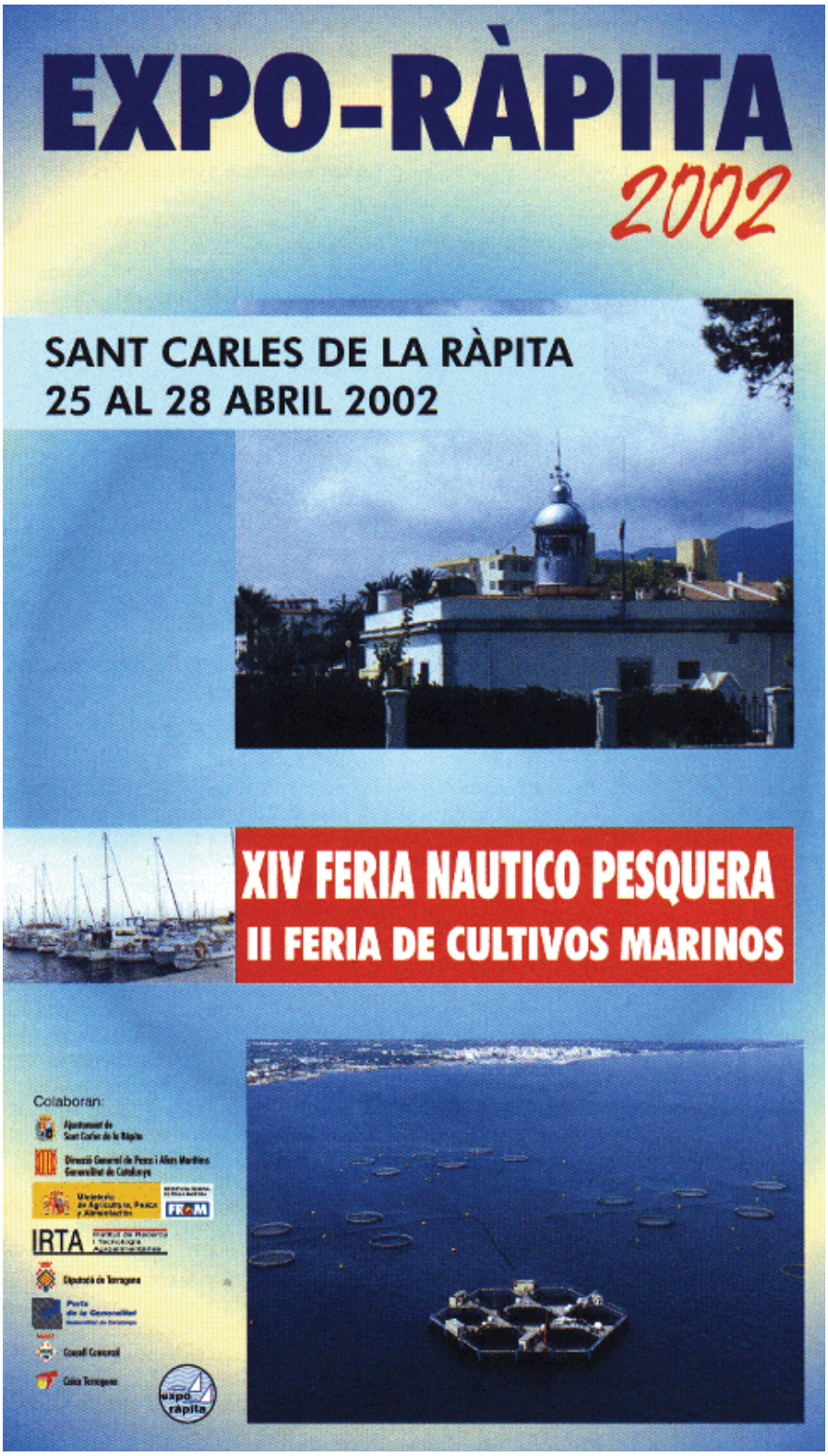
Los dos principales astilleros alemanes, Howaldstwerke-Deutsche Werft (HDW) y Blohm+Voss (B+V) pretenden rediseñar el actual mapa europeo de astilleros. Para ello están en negociaciones con astilleros como Hellenic Skaramanga, de Grecia, Lisnave y Viana do Castelo, de Portugal, o Fincantieri, de Italia, para llegar a mutuos acuerdos de producción. Los astilleros alemanes se encuentran actualmente en una delicada situación al poder perder su alta tecnología si no toman parte en otros astilleros europeos en los que los diseños están ya en construcción.

Plan para crear un portal de Internet auspiciado por un grupo de astilleros de Euroyards

Seis de los principales astilleros europeos están planeando crear un portal de internet común bajo el auspicio de su actual cooperación como astilleros con intereses comunes en el grupo Euroyards. Los astilleros son: Izar, Chantiers de l'Atlantique, de Francia, HDW y Meyer, de Alemania, Fincantieri, de Italia, y Kvaerner MasaYards, de Finlandia; que juntos acumulan un poder adquisitivo de unos 3.600 millones de US$. El grupo anunció que dicho portal traería consigo nuevas oportunidades para la integración y la promoción de la industria marítima europea.

Q-Ship quiere aumentar su papel en el transporte de LNG

Qatar Shipping Co (Q-Ship) va a tratar de jugar un papel más importante en el transporte de



LNG debido a que, en breve, Qatar se convertirá en el máximo productor mundial de gas natural del mundo. Q-Ship planea participar en un consorcio de propiedad de hasta seis LNG referentes al contrato entre Ras Laffan e Italia. Además de otros acuerdos con consorcios japoneses Q-Ship planea participar en un 15% sobre el control de dos LNG de 138.000 m^3 charteados a Petronet de la India.

Lloyd's Register estudia las ventajas de grandes portacontenedores

Según el último estudio publicado por Ocean Shipping Consultants y Lloyd's Register of Shipping sobre grandes portacontenedores, las ventajas de proyectar estos buques con doble línea de ejes no son suficientes para atraer a los armadores en la actualidad. También se analiza la ventaja en reducir la velocidad de servicio de estos buques, por ejemplo los operadores podrían ahorrar hasta un 19% con un buque de 12.500 teu a 23 nudos, comparado con otro de 10.000 teu a 25 nudos, que es la velocidad típica para la última generación de este tipo de buques de gran tamaño.

Nuevo diseño de bulkcarriers y petroleros más ecológicos

Según el director general de Bureau Veritas, Bernard Anne, el diseño de bulkcarriers sería la mejor medida para mejorar la seguridad y ecología de este tipo de buques. Afirma que dicha opinión es personal y que antes de llevarla a cabo habría que consultar con los armadores y astilleros por su posible rechazo al encarecer en gran medida los costes. Bureau Veritas es la sociedad de clasificación que cubre un mayor número de bulkcarriers actualmente. Por otra parte, Bureau Veritas y la naviera francesa Services & Transport han desarrollado un nuevo diseño para petroleros, denominado Ecomax, con el cual pretenden combatir la mayoría de los accidentes ocurridos en este tipo de buques. Este diseño para aframax tiene dos cámaras de máquinas independientes y pretende con el resto de sus innovaciones luchar contra las cuatro principales razones de accidentes a gran escala, que son: fallo en la maquinaria, error de navegación, fuego y explosión y daño estructural en el casco.

Decae la demanda de petroleros

Tras el inesperado "boom" en la contratación de petroleros del año 2000 se ha producido un efecto difícil de predecir a corto plazo. En la actualidad la gran demanda de dicho año ha desaparecido y ahora el comercio de petroleros está decayendo debido tanto al efecto que está produciendo la actual recesión económica como a las consecuencias del excesivo "boom" del año 2000.

Wärtsilä anuncia el cierre de su centro de producción en Zwolle

Peligran más de 1.700 puestos de trabajo del grupo finlandés Wärtsilä Corporation tras el anuncio de cierre de su centro de producción en Zwolle. Según fuentes del grupo, el proceso ha comenzado en enero y la fábrica quedará definitivamente cerrada para septiembre/octubre de 2002. Esta operación por parte del grupo ha sorprendido, dados los planes de expansión que tiene en la India y a las actuales negociaciones que está llevando a cabo con el suministrador de equipos navales John Crane-Lips.

Canyon confirma sus planes de sacar una línea de cruceros

La compañía americana Canyon ha confirmado que sigue manteniendo sus planes para sacar al mercado una línea de cruceros y en breve anunciará la contratación de nuevos cruceros de 36.000 gt. Pese a las noticias negativas al respecto tras los ataques a EE.UU., la compañía afirma que se están llevando a cabo negociaciones con astilleros europeos para la contratación de dichos buques.

Cascos más baratos desde Europa del este

Astilleros alemanes y noruegos se han unido a la lista de nuevos clientes para la compra de cascos más baratos de nueva construcción procedentes de Europa del este. Daewoo-Mangalia Heavy Industries encabeza dichos acuerdos con nueve cascos y dos proas para tres clientes alemanes. Entre las compañías alemanas se encuentran JJ Sietas y SSW y por parte de Noruega están Kleven Floro, astilleros del grupo Kleven Maritime y otros.

WCM pretende absorber a ThyssenKrupp

El holding alemán de inversión WCM pretende absorber hostilmente al grupo ThyssenKrupp, dueño de los astilleros Blohm+Voss y Thyssen Nordeseewerke. Actualmente la compañía WCM está envuelta en el plan de salvamento del astillero SSW, utilizando para ello su propio capital. Es difícil que se lleve a cabo dicha absorción hostil de ThyssenKrupp, ya que la mayor parte de su capital está en posesión de un reducido número de accionistas.

Trasmediterránea renueva el contrato como operadora en las rutas entre la península y Canarias, Baleares y Ceuta-Melilla

La compañía Trasmediterránea va a renovar el contrato que tenía como operadora en tres rutas para los próximos cinco años tras ser la única compañía en entrar en la puja por dichos servicios. Las tres líneas de ferries unirán la península con Canarias, Baleares y Ceuta-Melilla. El precio total por la operación asciende a 53,8 millones de US$ (60 millones de Euros).

Reducción de la contratación de nuevas construcciones en Corea

Los contratos de nuevas construcciones realizados en Corea han disminuido en gran medida durante los primeros once meses de 2001. Los buques contratados en dicho período fueron 174, 124 menos que los contratados en el mismo periodo de 2000, y en términos de tonelaje la reducción de los contratos fue de un 46%. Pero de la misma forma que se redujeron los contratos aumentó el precio por GT en un 26%, pasando de los 766 US$ a los 970 US$ por GT en el 2001. En Japón se contrataron en dicho período 324 buques en comparación con los 303 del año 2000; no obstante, en cuanto a ingresos Japón sigue alejada de Corea.

Depreciación del yen japonés frente al dólar

Aumenta el desconcierto entre los constructores navales surcoreanos ante la continua depreciación del yen japonés respecto al dólar. Según portavoces de Hyundai y de Samsung Heavy Industries, un yen en baja provocará una mayor competitividad de sus rivales japoneses. La depreciación del yen ha traído consigo reducciones en el coste del material y de la mano de obra, los cuales representan un 90% de los costes de la construcción naval.

Nueva reglamentación sobre financiación marina Basel II

Basel II, nombre dado al nuevo Acuerdo sobre Capital y Financiación de Basel, va a tener un gran impacto sobre la financiación marina en los próximos años. Con este acuerdo se estipula una nueva reglamentación en lo referente a los préstamos concedidos por los bancos para la construcción naval. La normativa impuesta en Basel II sustituye a la antigua reglamentación de 1988.

CNFO al borde de la bancarrota

El astillero italiano Cantiere Navale Fratelli Orlando (CNFO) está atravesando una grave crisis económica estando al borde de la bancarrota. El astillero toscano trata de conseguir créditos bancarios para poder mantenerse en activo. La crisis viene poco después de que el astillero vecino Sec se declarase en bancarrota en medio de una difícil situación para los pequeños astilleros italianos. La situación en CNFO se ha com-

plicado en los dos últimos años tras la eliminación de la ayuda estatal.

Lloyd's Register obtiene beneficios en el 2001

La Sociedad de Clasificación Lloyd's Register (LR) se ha recuperado económicamente, obteniendo unos beneficios operativos de 35,5 millones de US$ en el último año comparado con unas pérdidas acumuladas de 83,8 millones de US$ en el año 2000. LR tiene clasificados bajo su sociedad en torno al 20% de la flota mundial y la mejora en sus resultados económicos se ha producido fundamentalmente gracias a las ganancias en el sector naval.

La agencia marítima permanente de la UE sigue sin sede

Sigue sin llegarse a un acuerdo para la ubicación de la nueva agencia marítima en la UE. Bélgica había propuesto ubicarla en Lisboa, pero Francia lo ha rechazado proponiendo Nantes como alternativa. Ahora pasa dicha elección a España, como país que ostenta la presidencia de la UE en este semestre. La decisión para crear una agencia marítima permanente fue tomada en las reuniones celebradas tras el hundimiento del *Erika* a finales de 1999.

Reducción en la emisión de NO_x

Se están obteniendo esperanzadores resultados de una nueva tecnología encaminada a reducir tanto las emisiones de NO_x como el consumo de combustible de los motores marinos, sin afectar a su rendimiento. Las pruebas han sido aplicadas sobre el motor principal Sulzer 4RTA58 y sobre los tres auxiliares Wärtsilä 6-8R22 del buque *Bebedouro* y confirman las optimistas expectativas del "sistema de inyección continua de agua" propuesto por MA Turbo/Engine Design de Vancouver. En la emisión de NO_x se ha conseguido una reducción del 22% en el motor principal y del 27% en los auxiliares.

Italia tiene una fuerte demanda de ingenieros navales

Italia demanda en la actualidad un gran número de ingenieros navales para su industria. Por ejemplo, Fincantieri presenta una amplia cartera tanto en buques militares como de cruceros, por lo que necesita incorporar a su plantilla personal cualificado. Para afrontar esta demanda de ingenieros en Italia, el grupo Navis Holding ha tenido que duplicar su personal y ha creado la compañía Internavi dedicada al diseño naval.

EU aprueba la nueva legislación Erika I

La Unión Europea ha aprobado una serie de medidas para evitar accidentes como el ocurrido con el *Erika.* Las medidas tomadas dentro del denominado Erika I conciernen al control portuario, a las Sociedades de Clasificación y a la eliminación de petroleros de casco sencillo. Dichas medidas serán obligatorias en 18 meses pero la UE espera que comiencen a llevarse a cabo inmediatamente. Bajo la nueva ordenanza, los buques que hayan sido detenidos en más de una ocasión por deficiencias técnicas y que a su vez lleven bandera de conveniencia serán sancionados y excluidos de las aguas comunitarias.

Hitachi Zosen y NKK harán frente común a los costes

Hitachi Zosen y NKK Corp. esperan que al formar un frente común podrán reducir costes y superar en gran medida la competencia. Ambas compañías han firmado el plan para su fusión que se producirá en octubre de 2002 y mediante la cual pretenden obtener unos ahorros de 27,8 millones de US$ al año. Con estos y otros ahorros, pretenden conseguir unos beneficios anuales de 63,5 millones de US$ con unas ventas de 1.190 millones de US$ al año. La compañía se llamará Universal Shipbuilding Corp y contará con 3.500 empleados y cinco centros de producción.

VOLVO PENTA INTRODUCE SU NUEVA GAMA DE MOTORES DE USO PROFESIONAL

Volvo Penta introduce una gama completamente nueva que incrementa considerablemente la potencia disponible.

Tenemos disponibles motores propulsores con cilindrada desde 4 hasta 65 litros y de potencia desde 75 hasta 1.400 KW. Todos estos motores ofrecen fiabilidad, prestaciones y economía de funcionamiento para cualquier tipo de operación, desde la pequeña lancha de salvamento hasta el gran buque pesquero o el buque de cabotaje.

La extenda red de agentes Volvo Penta está a su servicio para proporcionarle todo tipo de ayuda, así como repuestos, y cualquier apoyo que usted necesite. Nuestros servicios oficiales en todo el mundo reciben un entrenamiento específico para atender nuestros motores.

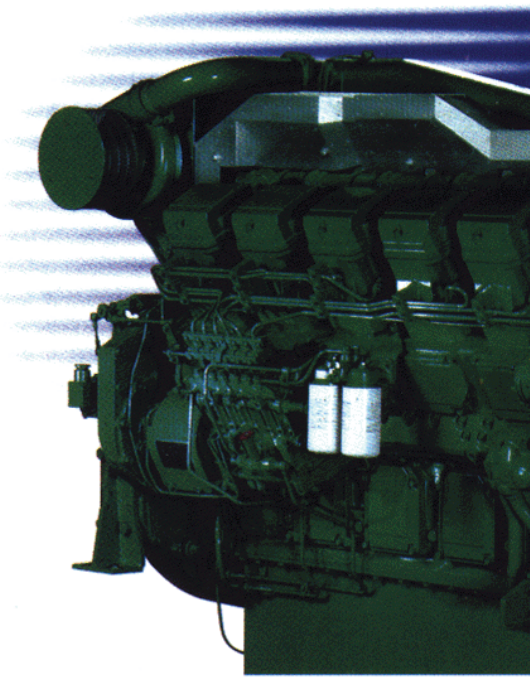
Dondequiera que esté, usted nunca estará lejos de un servicio oficial de Volvo Penta.

Potencia profesional de Volvo Penta

Desde 4 hasta 65 litros

Desde 75 hasta 1.400 KW

Certificados por IMO



VOLVO PENTA

Volvo Penta España, S.A.
Paseo de la Castellana, 130 - 8.ª planta
28046 MADRID
Tfno.: 91 566 62 21 • Fax: 91 566 62 00

Asamblea anual de UNINAVE

El pasado 13 de diciembre de 2001 tuvo lugar en el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo la Asamblea General de UNINAVE, acto que fue presidido por José Esteban Pérez, Presidente de dicha Asociación y que contó con la asistencia de representantes del Ministerio de Ciencia y Tecnología, de los diferentes astilleros españoles y del propio CEHIPAR.

Durante el acto se procedió a la entrega del documento Informe - Memoria 2000, que recoge las actividades de UNINAVE durante el año 2000, así como datos sobre nuevos contratos, cartera de pedidos, botaduras y entregas de buques realizadas por los astilleros españoles durante dicho año. Asimismo se recoge la evolución de la construcción naval en España, AWES, Japón y Corea.

Intervención de José Esteban Pérez, Presidente de UNINAVE

A continuación se recoge un extracto de la intervención de José Esteban Pérez, Presidente de UNINAVE, que comenzó agradeciendo al Director del CEHIPAR y al Ministerio de Defensa, por haber permitido la celebración de la Asamblea en dicho Centro:

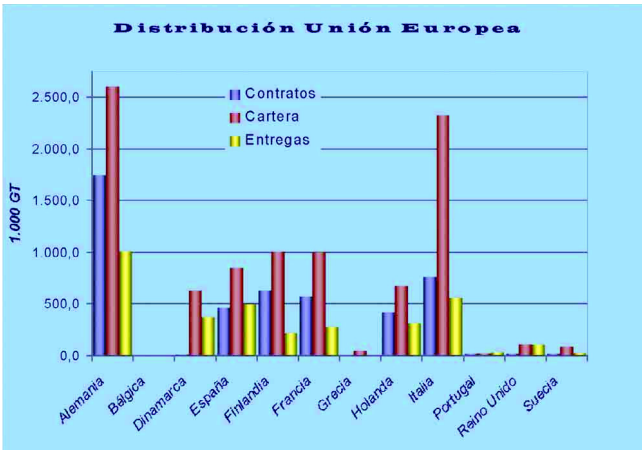
"Durante el año 2000 la industria de la construcción y reparación naval española recuperó sus índices de actividad, particularmente en la contratación de nuevas construcciones, pese a que la situación general del mercado, en cuanto a precios, seguía siendo mala.

Se contrataron 74 nuevos buques que sumaron 494.321 GT y 540.358 CGT y, por primera vez en muchos años, el volumen de exportación fue inferior al construido para España. La contratación durante el año 2000 fue de un 418% y un 300% en GT y CGT respectivamente de la conseguida en el año precedente. La cartera de pedidos a 31 diciembre de 2000 ascendía a 87 buques y 730.000 CGT.

La producción española representa aproximadamente el 3% de la producción mundial y alcanza el tercer lugar en la UE, tras Alemania e Italia y el séptimo en el mundo, tras Corea, Japón, China y Polonia. La facturación correspondiente al valor de las entregas en el año 2000 alcanza la cifra de 1.150 M€, de los cuales 964 millones corresponden a la exportación.

La reparación naval alcanza los 140 M€, reparándose durante el año 673 buques. Esta actividad está mostrando un enorme nivel de vitalidad en España; ha logrado ir superando tiempos difíciles y haciéndose con un mercado basado en la confianza en su calidad, el cumplimiento de sus plazos y sus precios competitivos. El segmento de la Reparación Naval en España ha dado excelentes ejemplos de capacidad de colaboración y entendimiento entre astilleros, aún siendo competidores.

La construcción naval militar no se incluye en estas cifras por los más dilatados plazos de construcción y las diferencias en las estimaciones de facturación debidas a este hecho, siendo sin embargo un porcentaje muy elevado del total.



A escala mundial, el año 2000 supuso cotas de contratación no alcanzadas desde 1973. Se contrataron 1.790 buques por 46,7 millones de GT, constituyéndose una cartera de pedidos al final del año de 3.219 buques, totalizando 76,5 millones de TRB. Sin embargo, la práctica totalidad del incremento de contratación fue copado por astilleros de la República de Corea.

Con los datos disponibles de enero a septiembre de 2001, se observa que Japón recupera posiciones como consecuencia de la dificultad de los astilleros coreanos para ofrecer ya fechas de entrega relativamente próximas.

Petroleros y metaneros han sido los tipos de buque en los que la demanda ha permanecido alta, en valor absoluto en el primer caso y en crecimiento en el segundo. En general se puede decir que los buques dedicados al transporte de productos energéticos siguen siendo los que dominan la demanda y han experimentado un mayor crecimiento durante el año 2001. Carga seca, y específicamente portacontenedores, son segmentos que han decrecido, aunque estos últimos siguen conservando una cuota muy amplia. Buques de pasaje y ferries han mantenido su cuota de participación. Los buques no de carga han incrementado ligeramente su cuota de participación.

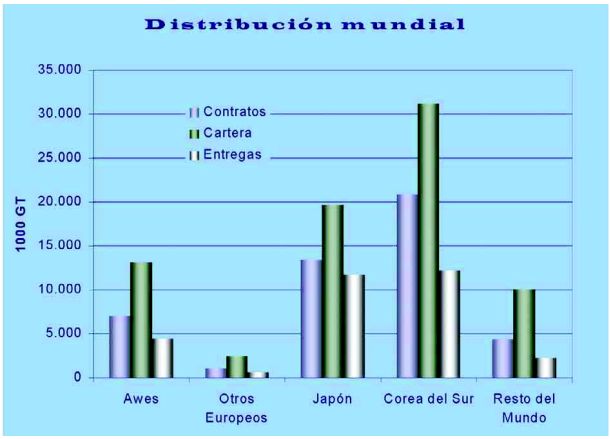
Dado que especialmente cruceros, y en menor grado portacontenedores, son segmentos que han caído tras los sucesos del 11 de septiembre (aunque las flotas a los que sirven empezaban ya a mostrar síntomas de exceso de capacidad), los países cuyos astilleros estaban muy concentrados en esos tipos tratarán ahora de invadir segmentos de mercado de otros.

En estas condiciones resulta evidente que se deben dirigir los máximos esfuerzos a trabajar en las relaciones coste-calidad-prestaciones, que es verdaderamente donde residirá la capacidad de competir de los astilleros del sector.

Si hay algún sector industrial cuyo mercado está globalizado, éste es el de construcción naval y esto, que es verdad en términos generales, no lo es en su sentido más negativo, cuando países industrialmente importantes en el concierto mundial protegen tanto a sus flotas mercantes como a su construcción naval, cerrando al resto del mundo la posibilidad de entrar en sus mercados.

La Comisión Europea ha suscrito un estudio, que el Consejo ha aprobado, donde se demuestra que los astilleros coreanos, apoyados por su gobierno, practican claramente una competencia desleal, vendiendo por debajo de sus costes. Tal demostración no ha servido para nada, mientras la Dirección General de la Competencia, de la Comisión, ha inventado una nueva forma de inquisición, ve fantasmas por todos sitios y lógicamente está a punto de resolver definitivamente el problema, que es precisamente eliminar la posibilidad de competir. Si no hay enfermo, no hay enfermedades.

Llevamos tanto tiempo conviviendo con ello que incluso ha llegado a formar parte del paisaje y nos parece normal. Mientras tanto, la construcción naval de la Unión Europea padece de la enfermedad de la incertidumbre, no sabe si la propia UE va a defenderla o va a dejarla a los pies de los caballos, que es lo que lleva haciendo desde hace un año. Nos parece perfecta la posición que hasta ahora está manteniendo el gobierno español, pero no podemos por menos denunciar la permanente falta de acuerdo del Consejo de Ministros de la UE, que, ni acuerda luchar contra la competencia desleal extranjera, ni nos protege contra ella, y no se plantea tampoco la discusión de las prácticas proteccionistas de otros; simplemente, no hace nada, pero anuncia que va a hacer, con lo cual nadie sabe lo que pasará en el próximo futuro. Así, contratar, que es el camino a seguir para sobrevivir, se convierte en un ejercicio de bola de cristal, imposible de afrontar.



Para más indefinición todavía, el Consejo de Ministros que certificó el fin de las ayudas al funcionamiento en el año 2000, recomendó incrementar las ayudas a la investigación y desarrollo para este sector y, consecuente con su deseo, aprobó un menú de temas para el VI Programa Marco de I+D de la UE que excluía de la primera línea al transporte marítimo y rebajaba sus expectativas para ser ayudado, lo que no había sucedido en el Programa Marco anterior. Mientras tanto, se vuelca en otros sectores como, por ejemplo, el sector de la industria aeronáutica.

La construcción naval es un sector industrial de alto nivel tecnológico. Basta visitar uno de sus productos de última generación para darse cuenta de ello y UNINAVE aconseja que se visiten y que los astilleros hagan campaña para mostrar los buques que construyen, sean pesqueros, quimiqueros, metaneros, ferries, FPSO, o cualquier otro.

Podrá verse así claramente que este sector es un líder industrial y que su producto es también líder en incorporación tecnológica. Esta industria, a través del sector marítimo, sirve al país y, lo que es más importante, a sus ciudadanos.

Es crucial que seamos capaces de trasladar el mensaje de que el impulso tecnológico en este sector es necesario para proteger los intereses públicos y la sociedad civil, en áreas tales como el aprovisionamiento de bienes de consumo y productos estratégicos, la seguridad y la defensa, la protección del medio ambiente, etc.

Es por esto por lo que esperamos del gobierno el máximo apoyo para las actividades de investigación, desarrollo e innovación tecnológica que el sector realiza constantemente y que está presto a expandir inmediatamente con las herramientas necesarias y a través de los instrumentos nacionales existentes.

Y en parte, dentro de este capítulo estará la importante contribución al desarrollo del transporte marítimo a corta distancia *(short sea shipping)*, pieza básica para proteger el medio ambiente y descongestionar las vías terrestres de transporte.

España es teóricamente un país marítimo, pero un análisis detallado de su capacidad marítima con relación al volumen de su comercio, su PIB y otros parámetros útiles para comparar, la sitúa en un lugar extraordinariamente bajo y modesto en Europa, no acorde con su nivel de desarrollo.

El nuevo marco legislativo de carácter fiscal que esperamos se apruebe en el contexto de la llamada Ley de Acompañamiento de los Presupuestos Generales del Estado para el año 2002 puede ser una herramienta adecuada para mejorar la situación del sector marítimo y los astilleros de España estarán ahí para conseguir contratar.

Queremos, desde aquí, ofrecer un reconocimiento al trabajo de comprensión del sector marítimo que ha realizado el Ministerio de Hacienda gracias a la Gerencia del Sector Naval, órgano técnico del Ministerio de Ciencia y Tecnología a quienes agradecemos el esfuerzo.

Así mismo queremos resaltar el entendimiento que UNINAVE siempre ha encontrado en la Asociación de Navieros Españoles, ANAVE, en los asuntos que les han podido ser comunes, tales como la exposición de las inquietudes compartidas a la Dirección General de Política Sectorial del Ministerio de Economía.

Con ese mismo espíritu de entendimiento, colaboraremos con el Ministerio de Fomento, como siempre hemos hecho, y esperamos que nuestras conversaciones con el Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en lo que respecta a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, sea fructífero, y que futuras conversaciones con la Secretaría General de Pesca Marítima, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, también lo sean.

Queremos destacar también la atención que dispensan a este sector las Comunidades Autónomas en las que el mismo está ubicado, e igualmente el interés, que siempre trataremos de fomentar aún más, de los Grupos Parlamentarios.

No podría pasar por alto en este capítulo el servicio que al sector está prestando un instrumento que los mismos astilleros se han dado, como es el Fondo Patrimonial de Garantías Recíprocas.

Por último, llamar la atención sobre la reunión de la OCDE que se va a celebrar los próximos 20 y 21 de Diciembre, en la que esperamos se consensúen finalmente las Condiciones de los Créditos a la Exportación con Apoyo Oficial, instrumento necesario para la total utilización de nuestra legislación sobre construcción naval, y desear al Ministerio de Ciencia y Tecnología y al Gobierno toda la suerte necesaria para que consiga que, más pronto que tarde durante la Presidencia Española de la UE, el Consejo de Ministros se defina, de una vez por todas, sobre este sector nuestro.

Uno de nuestros astilleros tiene un viejo lema que dice: "Construir barcos es ensanchar el suelo de España"; además es el camino por el que nuestras empresas y otras muchas que trabajan para los astilleros pueden exportar y enseñar nuestra tecnología.

Muchas gracias."

Posteriormente habló el representante del Ministerio de Ciencia y Tecnología, quien manifestó el interés del ministerio por adelantar los acuerdos con la Unión Europea, que es consciente de los problemas que provoca la competencia desleal de Corea. Las dificultades para solventarlos radican en la falta de acuerdo frente a los mecanismos de ayudas temporales, encontrándose en contra principalmente países del norte de Europa como Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Suecia o Finlandia, mientras que Francia sólo está de acuerdo en algunas de estas ayudas, concretamente las ayudas relativas a quimiqueros.

Se propone la inclusión de todas las categorías de buques, ya que los informes presentados sobre la competencia demuestran que no sólo los quimiqueros se han visto afectados, sino también los gaseros, ro-ro, ferries... La comisión de ayudas todavía no ha recogido más que a quimiqueros y portacontenedores, pero esto no es suficiente para que el Comisario vaya al FMI.

La Comisión retiró la propuesta por falta de consenso, ya que no existe mayoría suficiente actualmente, pero sigue en estudio. Y ahora que comienza la presidencia española de la UE, se va a intentar conseguir la inclusión de todas las clases de buques.

A nivel nacional, el gobierno español intentará garantizar la continuidad del sector, mediante ayudas indirectas (dependientes o no del Ministerio de Ciencia y Tecnología), el *tonnage tax*, y ayudas fiscales para la construcción de buques.

Además se pretende conseguir una actualización tecnológica del sector, fomentando los desarrollos I+D, y elaborando un plan tecnológico del sector naval, además de realizar acciones conducentes a aligerar la estructura de costes (costes fijos).

También se pretende potenciar la regularización de buques, la reestructuración y modernización de los astilleros nacionales, y las inversiones en protección medioambiental.

Sobre Izar, manifestó que se trata de una apuesta de futuro para alentar la rentabilidad, además existen unas inversiones previstas de 72 M€.

A continuación, y antes de dar por cerrada la asamblea, el Sr. Pampillón, Director del CEHIPAR, realizó una exposición sobre las instalaciones y los programas de colaboración e investigación que realizan.

Panorama de actualidad de los sectores naval y marítimo

Ferliship. Enero 2002

Se abre el año 2002 con un decorado económico mundial en el que se combinan planos de optimismo y planos de pesimismo en cuanto a la depresión de la economía y a la inestabilidad e incertidumbre de los acontecimientos bélicos.

Una Europa "euro-eufórica" que empieza a sentir su gran potencial y capacidad económica y monetaria en el concierto mundial, frente a un conflicto bélico liderado por Estados Unidos, con consecuencias que aún son difíciles de prever y menos de evaluar y, con un Oriente Medio de nuevo en ebullición con la alta tensión pre-bélica que se vive entre Israel y Palestina. Añadiremos a estos ingredientes la actual crisis Argentina que hace desvanecerse el sueño de consolidación de Sur América, tornándose en nueva amenaza de desestabilización económica y social.

Todo parece indicar que estamos entrando en una etapa de recesión económica cuya duración quedará condicionada por el devenir de los acontecimientos mencionados. Como bien es sabido, estas crisis se transmiten de forma directa al comercio internacional y por ello al transporte marítimo y consecuentemente a la industria naval.

Al cierre del 2001, el precio del barril de crudo se logró situar por encima de los 20 US $ tras decidir los países de la OPEP, con ayuda de otros países productores como es el caso de Rusia, rebajar la producción en 1,5 millones de barriles diarios.

Esta medida no debe interpretarse como un relanzamiento de los precios sino simplemente un freno a la caída. La OPEP está mostrando debilidad en su capacidad reguladora de precios y producción, y en opinión de muchos analistas, el cártel está perdiendo credibilidad internacional.

Es posible que el descenso de la demanda mundial de energía sea el que regule la reordenación en las fluctuaciones del precio del barril de petróleo que se puede mantener entre los 18 y los 21 US $, como franja de fluctuación más alta, al menos hasta mediados del año 2002.

El crecimiento económico mundial que se está fijando por la OCDE y por el FMI en un 2,4%, marca una cota que es la menor de los últimos 8 años. Éste índice nos hace pensar en que el crecimiento del transporte marítimo mundial pueda estar en torno al 3,5%, de acuerdo con la tendencia seguida en los últimos años.

En lo que se refiere al comportamiento de los índices de fletes, al finalizar el 2001, se denota en todos los tráficos y mercancías una atonía y baja actividad del mercado de fletes, por lo que se abre el 2002 con índices muy por debajo de los que regían en el mercado de fletes al entrar el año 2001.

Nos es suficiente recordar los valores presentados en nuestro último "Panorama de actualidad". En el mercado spot, para rutas Mediterráneo - Golfo Pérsico – Japón con crudo, se está al nivel más bajo del año 2001 con WS 37,5. Petroleros de 260.000 tpm en ruta Wafrica/US Golf también con crudo está a 45 WS y tan solo a 120 WS los 80.000 tpm en rutas UK/Continente.

Los petroleros en fletes a time-charter de un año están: los VLCC´s en 27.500 US $ por día; los Suezmaxes en 21.000 US $ por día cuando estaban a 41.000 US $ por día. Por su parte, los Aframaxes no superan los 18.000 US $, mitad que el máximo anual. Los petroleros de productos de 80.000 tpm están a 21.000 US $ por día, un 30% por debajo del máximo anual y los de 40.000 tpm a 13.750 US $ por día, 4.000 US $ por debajo del índice mayor en 2001.

Los graneleros Capesize están en unos fletes a 8.000 US $ por día, cuando han estado a casi 18.000. Los Panamaxes con grano en rutas a Japón pagan 17,1 US $ por tonelada, cuando han estado a 24.

El mercado de LPG/ LNG está dando índices de hasta un 25% por debajo de los máximos anuales en el caso de los buques de 75.000 metros cúbicos y de un 60% en los buques de 15.000 metros cúbicos.

Los precios de desguace se mantienen entre los 110 US $ por tonelada ligera y los 150 US $, para buques de entre 80.000 tpm y 160.000 tpm. Los VLCC han reportado muy pocas ventas para desguace por lo que no son representativas las escasas referencias dadas al mercado.

En lo que afecta a la industria naval, el año 2001 ha marcado la toma del liderazgo en actividad contractual, de nuevo por parte de Japón sobre Corea. Japón ha cerrado el año con 11,4 millones de GT frente a las 9,5 millones que ha contratado Corea. El tercer lugar en dicha actividad queda en manos de China que logró contratos por un total de 3,1 millones de GT.

El total de contratos mundiales alcanzó (con cifras aún no consolidadas) en el 2001 los 29 millones de GT, con una cifra de producción, en términos de buques entregados, de 30,5 millones de GT.

En los astilleros europeos la indefinición de las ayudas y las incertidumbres en cuanto a la competencia desleal de Corea, traducidas finalmente en una falta efectiva de apoyo al sector, llevó a Alemania a contratar un 30% menos que en el 2000, alcanzando tan sólo 874.000 GT, mientras Italia únicamente lograba 141.000 GT, que supone una cuarta parte de su contratación en el 2000. Polonia, ha pasado de sus 1,1 millones de GT a los 400.000 GT contratados en el 2001, aún no estando afectada por los subsidios.

Los contratos de petroleros han descendido un 35 %, pasando de más de 20 millones de GT en el 2000 a 16,5 millones de GT. Los buques portacontenedores que en el 2000 alcanzaron 8 millones de GT contratadas, se han reducido en el 2001 hasta 5,2 millones de GT. Por su parte, los bulkcarriers han sufrido una gran depresión en los mercados de fletes, manteniendo una cifra de contratos prácticamente igual a la del año 2000 y habiendo logrado alcanzar los 5 millones de GT en el pasado año.

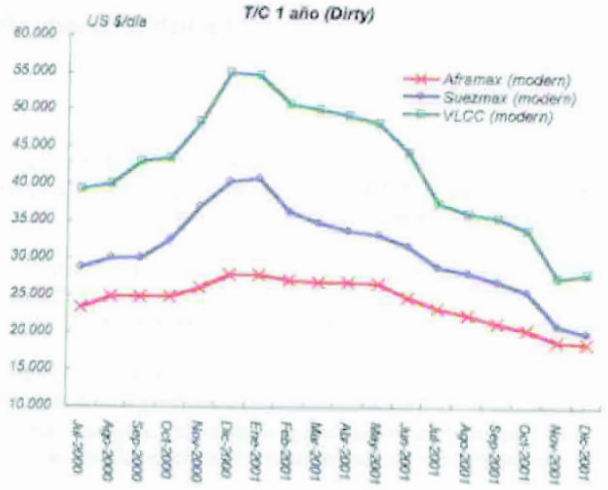
España, con un total de 460.000 GT en nuevos contratos durante el 2000, cerrará el año 2001 con poco más de la cuarta parte, contando solamente la contratación civil, mientras que en términos de entregas de buques se alcanzarán cifras cercanas a las 270.000 GT. La cartera de pedidos, que a mitad ' año alcanzaba cerca de 630.000 GT correspondiente a 77 buques, pasará a quedar en algo menos de las 400.000 GT, cuando se consoliden las cifras de cierre del año 2001.

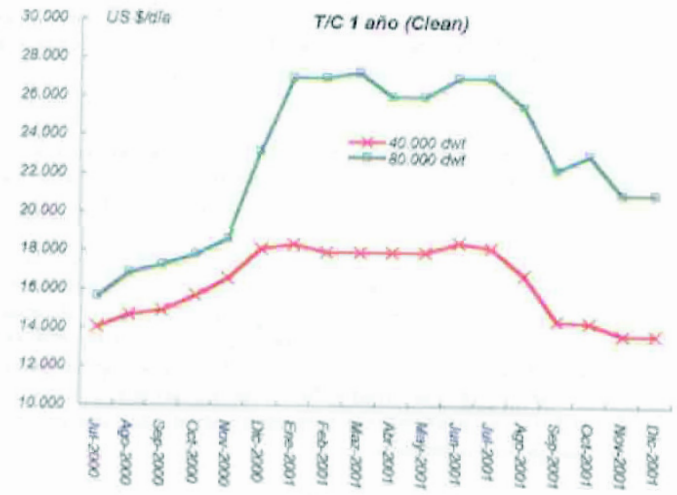
Hemos de reseñar el crecimiento de la Flota Española en el 2001 que ha aumentado un 20% en términos también de GT. El papel de la contratación en astilleros nacionales ha hecho subir el porcentaje de reparto frente a los buques para exportación, que ahora no superan el 50% del tonelaje.

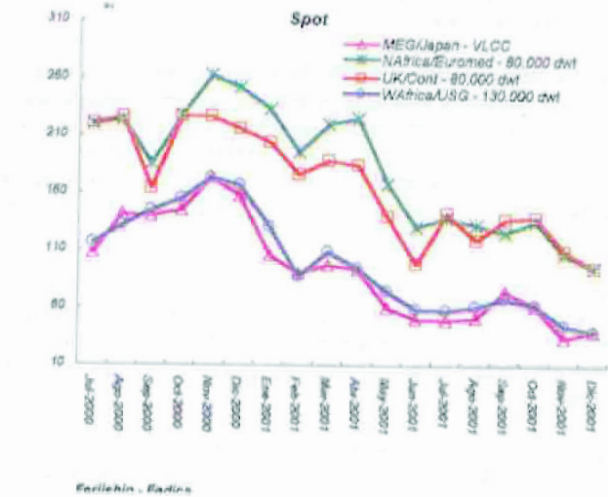
Aspecto negativo lo tiene el hecho de no haberse adjudicado ningún Aval del Estado para el fomento a la renovación de flota a los armadores nacionales, por deficiencias de forma en la presentación de solicitudes a la Administración, por lo que han quedado sin uso los 39 millones de Euros que el Ministerio de Fomento tenía dispuestos para este fin. Sin comentarios.

FLETES

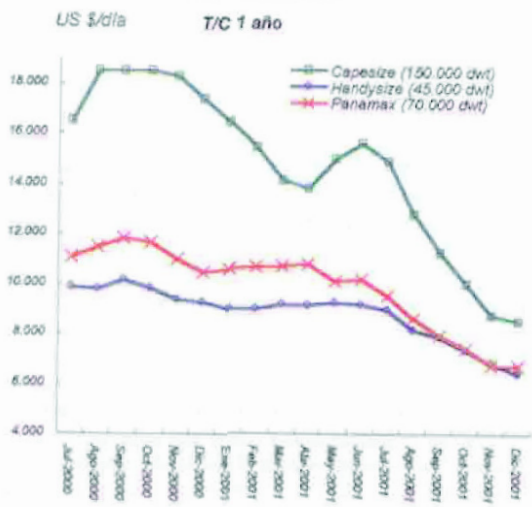
PETROLEROS

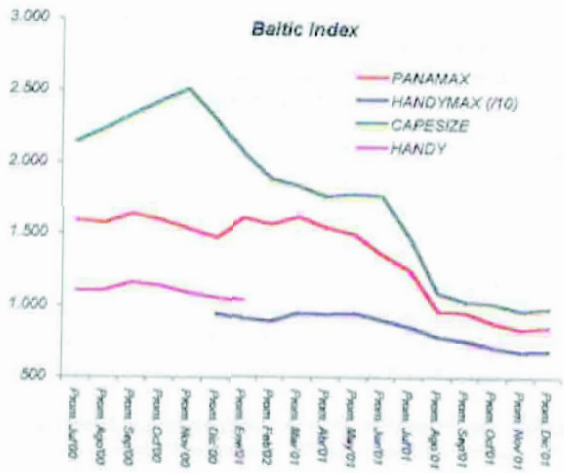


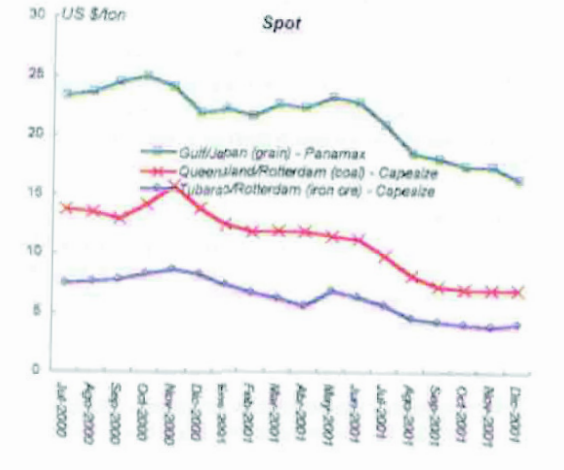




BULKCARRIERS







Ventajas económicas de la propulsión diesel-eléctrica en buques de crucero (*)

(*) Traducción de un artículo de Oskar Levander, Ingeniero de I+D de Wärtsilä, publicado en la Revista Marine News correspondiente al segundo cuatrimestre de 2001

En los últimos años se han contratado 10 buques de crucero con sistemas CODLAG *(Combined Diesel-electric and Gas Turbine)*. Las compañías navieras Princess Cruises, Holland America Line (HAL) y Cunard han seleccionado esta nueva solución de planta de propulsión para algunas de sus nuevas construcciones, que están llevando a cabo los astilleros Fincantieri, Mitsubishi y Chantiers de l'Atlantique.

El sistema CODLAG consta de al menos un motor diesel y una turbina de gas que accionan los alternadores que producen la energía eléctrica necesaria a bordo para la propulsión, los equipos de hotel y otros servicios del buque. Aunque los buques que están construyéndose actualmente con este sistema se basan en diferentes principios de diseño, tienen el mismo concepto básico de maquinaria. También tienen otra cosa en común, todos ellos irán equipados con motores diesel semirrápidos suministrados por Wärtsilä.

Buques en cartera con sistema CODLAG

Princess Cruises fue la primera compañía que anunció su decisión de equipar cuatro de sus buques de crucero con sistemas CODLAG. En este momento posee dos buques post-panamax de clase "Grand" en construcción en el astillero de Mitsubishi en Japón y dos panamax más pequeños, "Baby Grand", en Chantiers de l'Atlantique.

Los 2 nuevos buques de la clase "Grand" disponen de dos motores de 9 nueve cilindros Wärtsilä L46 y otros dos de 8 cilindros del mismo modelo. Además llevarán instalada una turbina de gas GE LM2500+. Los 2 buques "Baby Grand" poseen 2 motores V46 de 16 cilindros y una turbina de gas LM2500+. En todos los buques de Princess Cruises con el sistema CODLAG, la turbina de gas está situada en la chimenea, al nivel de la cubierta de sol. El motivo de esta situación poco convencional es reducir la longitud de los conductos de entrada de aire y de exhaustación para ahorrar espacio.

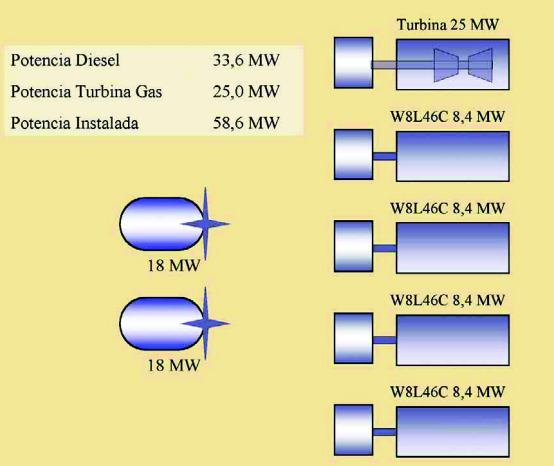


Fig. 1.- Planta de propulsión CODLAG formada por cuatro motores diesel semirrápidos y una turbina de gas

Holland America Line ha seleccionado también el sistema CODLAG para sus 5 nuevos buques de la clase "Vista", en construcción por Fincantieri. Sin embargo, poseen una disposición más convencional tanto de los motores diesel como de la turbina de gas, situados bajo la cubierta de compartimentado. Estos buques tienen tres motores Sulzer ZA40S de 16 cilindros y otros dos de 12 cilindros así como una turbina GE LM2500.

Tres de los motores diesel están situados en la cámara de máquinas de popa, separada por un mamparo estanco resistente al fuego de la cámara de máquinas de proa, en la que están situados los otros dos motores diesel y la turbina de gas. La potencia de los motores diesel instalados en los buques "Vista" es mucho más alta que la de los instalados en los buques de la compañía Princess Cruises. Esto le permitirá operar en todos los modos sólo con los motores diesel. La turbina no necesita ser usada a menos que uno o más motores estén fuera de servicio. Por supuesto, si se desea, la turbina puede usarse en paralelo con los motores diesel o como unidad única en puerto.

Cartera de pedidos de buques de cruceros con sistema CODLAG

Armador	HAL	Princess Cruises	Princess Cruises	Cunard
Clase, Nombre	*Vista Class*	*Baby Gran Class*	*Grand Class*	*Queen Mary 2*
		Coral Princess	*Diamond Princess*	
		Island Princess	*Saphire Princess*	
Número de buques	5	2	2	1
Astillero	Fincantieri	Chantiers de l'Atlantique	Mitsubishi HI	Chantiers de l'Atlantique
GT	84.000	88.000	113.000	150.000
Camarotes	900	975	1.300	1.310
Maquinaria	2x Sulzer 12A40S	2 x Wärtsilä 16V46C	2 x Wärtsila 8L46C	4 x Wärtsilä 16V46C
	3 x Sulzer 16ZA40S	1 x LM2500+	2 x Wärtsila 9L46C	2 x LM2500+
	1 x LM 2500		1 x LM2500+	
kW de M. Diesel	51.840 (78 %)	33.600 (57 %)	35.700 (59 %)	67.200 (57 %)
kW de TG (%)	14.500 (22 %)	25.000 (43 %)	25.000 (41 %)	50.000 (43 %)
Potencia total, kW	65.340	58.600	60.700	117.200

Operación sin humos visibles

Una de las razones probables por las que Princess Cruises y Holland America Line eligieron el sistema CODLAG es por ser capaz de funcionar sin ninguna emisión de humo en áreas especiales como Alaska, donde algunos buques de crucero han sido multados por emitir humo visible, contraviniendo la legislación de la zona.

Especialmente importante para estas compañías es cumplir con las leyes vigentes en Alaska ya que ambas poseen bastantes buques de crucero operando en la zona. Los motores diesel convencionales pueden producir humo visible cuando funcionan con poca carga o durante cambios de carga rápidos. Esto puede evitarse ahora mediante la instalación de unos motores como los Wärtsilä EnviroEngines que emplean la inyección de combustible por raíl común para conseguir un funcionamiento sin humo para todas las cargas y durante los cambios de éstas. Sin embargo, estos buques propulsados con sistema CODLAG fueron diseñados antes de que este tipo de motores estuviese disponible.

La alternativa CODLAG fue elegida en su momento para cumplir los requisitos de funcionamiento sin humo. Se proyectó de modo que el buque pudiese funcionar exclusivamente con la turbina de gas, o con los motores diesel funcionando a carga alta constante, de modo que sea la turbina la que absorba las variaciones de carga. En una etapa posterior, los motores diesel de las dos series de buques de Princess Cruises, se cambiaron por motores EnviroEngines, con los que no es necesaria la instalación de turbinas de gas para la operación en zonas en las que esté prohibida la emisión de humos.

Sistema CODLAG para el *Queen Mary 2*

La selección de la planta propulsora del *Queen Mary 2* se ha basado en otras razones. El buque de pasajeros más grande del mundo tiene una demanda de potencia muy elevada debido a su gran tamaño y alta velocidad, por lo que en la selección de la planta se eligieron equipos de características únicas.

El sistema CODLAG proporciona una solución de compromiso entre el bajo peso y demanda de espacio con una gran potencia y buen rendimiento económico de la planta diesel-eléctrica. El *Queen Mary 2* (Ingeniería Naval, diciembre 2001) estará equipado con cuatro motores Wärtsilä EnviroEngines V46 de 16 cilindros y dos turbinas de gas. La potencia total instalada será de casi 120 MW.

Alternativa de planta CODLAG estudiada

Al objeto de comparar varias alternativas de propulsión de buques de cruceros, se ha elegido una planta propulsora CODLAG para un buque de cruceros típico Panamax-max, formada por 4 motores Wärtsilä L46 de 8 cilindros, produciendo 8.400 kW cada uno y una potencia total de 33.600 kW, y una turbina de gas de 25.000 kW (figura 1). La potencia total instalada es, por tanto, de 58.600 kW. El porcentaje de potencia suministrada por los motores y la turbina es del 57 % y 43 %, respectivamente.

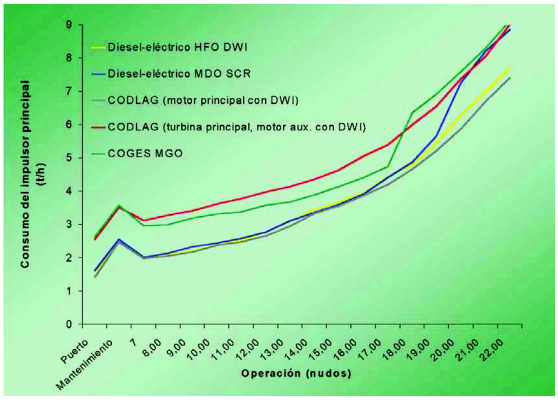


Fig. 2.- Consumo de combustible de un buque de cruceros Panamax-max para las alternativas de plantas de propulsión consideradas

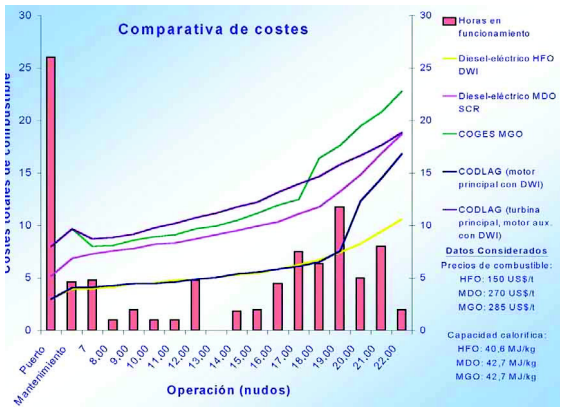


Fig. 3.- Coste de combustible a diferentes velocidades para un buque Panamax-max

Este concepto es bastante similar al de los buques en construcción para la compañía Princess Cruises. La potencia total instalada es la misma que la de su buque Panamax, pero con cuatro motores diesel con cilindros en línea en vez de dos grandes motores con cilindros en V. El principio es el mismo que el aplicado en los buques "Grand Classs". Proporciona buena flexibilidad y permite que los motores funcionen cerca de su carga óptima, lo que mejora el consumo de combustible. También es más fácil realizar el mantenimiento de un motor, sin que resulte afectada demasiado la potencia total disponible.

La maquinaria CODLAG propuesta será comparada con la de dos buques de referencia. El primero es un buque con propulsión diesel-eléctrica con 6 motores Wärtsilä L46 de 9 cilindros, similar al nuevo buque de Carnival de la serie Spirit. La otra referencia es un buque con sistema COGES (*Combined Gas Turbine and Steam Turbine Electric System)* con dos turbinas de gas de 25 MW y una turbina de vapor de 7 MW, similar a la planta de potencia de los buques de clase *Millennium* y *Vantage*.

Operación del buque con sistema CODLAG

Hay varios modos de operar un buque equipado con un sistema CODLAG. El modo más económico es usar los motores diesel el mayor tiempo posible y la turbina de gas sólo cuando la demanda de potencia exceda a la proporcionada por los motores diesel.

Sin embargo, una de las razones para la selección del sistema CODLAG fue para evitar la formación de humo a carga parcial y durante el aumento de la carga. Esto implica que las turbinas de gas pueden funcionar también en puerto, durante la maniobra y a velocidades bajas, lo que tiene un impacto negativo en el consumo de combustible del buque.

En la comparación realizada se han considerado dos modos de funcionamiento muy extremos. En el primer modo los motores diesel se usan como fuente principal de potencia y la turbina se arranca sólo cuando la demanda de potencia excede de la potencia de los motores. El otro modo es el opuesto: la turbina de gas se usa para cubrir la carga base y los motores diesel actúan como auxiliares. En la realidad un sistema CODLAG funcionará entre ambos modos y el modo de operación real dependerá en gran medida del itinerario que realice el buque.

Consumo de combustible

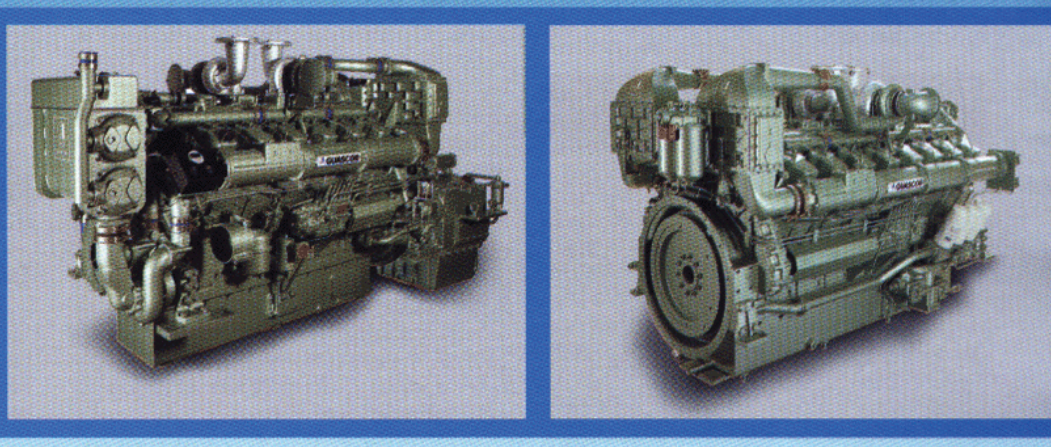
El consumo específico de combustible (SFOC) de una turbina de gas típica es mucho mayor que el de un motor semirrápido. El consumo es particularmente alto a carga parcial y puede

La potencia más natural,
para atravesar el océano limpiamente.

Gracias a la aplicación de las más avanzadas tecnologías, GUASCOR pone a su disposición los motores marinos auxiliares y propulsores de gran potencia y bajo consumo más respetuosos con el medio ambiente.

Y es que, GUASCOR se compromete en la conservación medioambiental cumpliendo estrictamente la normativa IMO de límites máximos de emisiones NOX.

Por eso GUASCOR, que mantiene el reconocimiento del sector marítimo y pesquero desde hace más de 30 años, le asegura el menor consumo con la potencia más natural.



GUASCOR

Barrio de Oikia, 44 • 20759 Zumaia. Gipuzkoa. Spain • P.O.Box 30 • Tel.: 34 943 86 52 00 • Fax: 34 943 86 52 10
e-mail: guascor@guascor.com • www.guascor.com

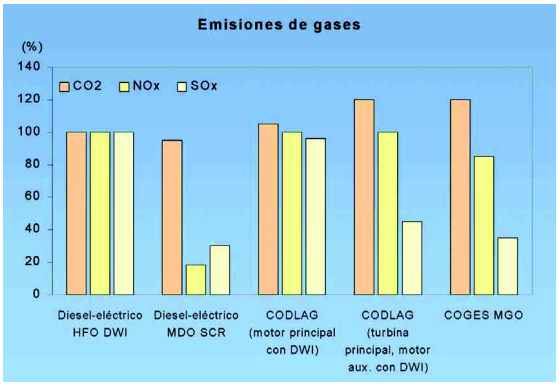


Fig. 4.- Emisiones totales relativas a la planta diesel-eléctrica. Los motores diesel queman HFO y están provistos de Inyección Directa de Agua

alcanzar niveles por encima de los 400 g/kWýh. A la carga máxima el consumo sigue estando por encima de los 230 g/kWýh, mientras que el consumo medio de un motor diesel semirrápido se encuentra por debajo de los 175 g/kWýh a plena carga; además, el consumo del motor depende menos de la carga que el de la turbina, ya que aumenta sólo unos 30 g/kWýh cuando la carga cae al 20%.

Esta gran diferencia del SFOC entre la turbina de gas y el motor diesel destaca algunas de las características típicas del sistema CODLAG. El consumo es muy bajo cuando el buque utiliza sólo los motores, pero aumenta con rapidez al poner en marcha la turbina, como puede verse en la figura 2.

El menor consumo de combustible no es el único factor que favorece el uso de los motores frente a las turbinas. Éstas también demandan combustible de alta calidad como el gas-oil marino (MGO) que es bastante más caro que el HFO que se usa normalmente en los motores diesel. De hecho, el precio del MGO puede llegar a ser dos veces mayor que el del HFO.

El coste del sistema COGES es el más alto, mientras que un buque propulsado por una planta diesel - eléctrica, que consuma HFO, es el que tiene menores gastos en cualquier modo de operación. El coste de combustible del sistema CODLAG es similar al de la propulsión diesel-eléctrica cuando sólo funcionan los motores diesel. Este coste aumenta al entrar en funcionamiento la turbina. En esta comparación se han tenido en cuenta las diferencias entre las demandas de potencia y calor. El combustible de la caldera de mecheros también se ha tenido en cuenta.

El coste total anual de combustible de estas alternativas se muestra en la figura 3. Los costes de combustible y aceite lubricante en un buque COGES son casi un 125 % superiores a los de la versión diesel-eléctrica. Las cifras correspondientes a un sistema CODLAG están entre un 14 % y un 117 % en función del modo de operación que se aplique.

Emisiones

Las emisiones de los distintos sistemas propulsivos pueden verse en la figura 4. El buque con propulsión diesel-eléctrica está equipado con un sistema de reducción catalítica selectiva (SCR) y consume diesel-oil marino, resultando así el sistema más ecológico.

El mayor consumo de la turbina de gas da lugar a mayores emisiones de CO_2. Las emisiones de SO_x dependen del consumo de combustible y del azufre contenido en éste. Los niveles de NO_x de una turbina de gas son menores que los de un motor estándar. Sin embargo, un motor con inyección directa de agua puede alcanzar los mismos niveles de NO_x que la turbina. Este sistema puede usar también aguas grises una vez limpias y filtradas, de modo que no sea necesario producir agua dulce extra.

Peso y empacho

Una turbina de gas es más ligera que una planta diesel-eléctrica de la misma potencia. Sin embargo, el aspecto crítico en el diseño de un gran buque Panamax es la estabilidad, no el peso en sí. Como la manga del buque está limitada por el canal de Panamá, la estabilidad no puede mejorarse por un aumento de ésta. Por tanto, debe añadirse lastre permanente para disminuir la altura del centro de gravedad del buque.

Una planta COGES de 57 MW es unas 1.000 t más ligera que la planta diesel-eléctrica correspondiente. Algunos de los últimos buques COGES llevan 1.300 t de lastre por lo que la reducción de peso se ve anulada. El peso de los equipos CODLAG es algo menor que el de la planta diesel-eléctrica. La disposición de las turbinas en la cubierta de sol no mejora la estabilidad.

Una turbina de gas también es más pequeña que un motor diesel, de modo que el empacho se reduce en las alternativas que usan turbina de gas. Sin embargo, no todo el espacio ahorrado puede usarse para camarotes adicionales para pasajeros. Cuando se aumenta el número de camarotes, los espacios públicos, de servicio y técnicos en la acomodación deben aumentarse para mantener la misma relación de volumen por pasajero. También debe modificarse el número de camarotes disponibles para la tripulación.

La diferencia en las necesidades de espacio entre una planta diesel-eléctrica y una COGES es de unos 3.000 m^3 en un buque Panamax, mientras que la planta CODLAG está entre ambas. Si se mantienen los mismos estándares se podrían instalar entre 10 y 15 camarotes (tamaño medio) adicionales en el buque COGES, todos interiores y en un nivel bajo. El buque CODLAG con una turbina de gas situada en la chimenea ahorrará más espacio que una versión con todos los grupos generadores situados bajo la cubierta de compartimentado. Sin embargo, este buque pierde un espacio muy valioso al nivel de la cubierta de sol.

Comparación económica de las alternativas de propulsión consideradas

El RTR proporciona el precio mínimo que el operador debe aplicar por pasaje diariamente para cubrir gastos. Incluye los costes de venta de las agencias de viajes, descuentos y marketing. Todos estos aspectos se han incluido en la comparación, así como el número de camarotes y elementos como la tripulación, combustible, aceite lubricante, mantenimiento...

En la figura 5 pueden observarse que el funcionamiento de un buque con planta diesel eléctrica que consuma HFO es la alternativa más económica. El buque CODLAG es ligeramente más caro (con los motores como fuente de potencia principal), mientras que la alternativa COGES es la que proporciona el resultado menos favorable. La propuesta más ecológica, la propulsión diesel-eléctrica con diesel-oil y SCR es también mejor que el sistema COGES, desde el punto de vista económico.

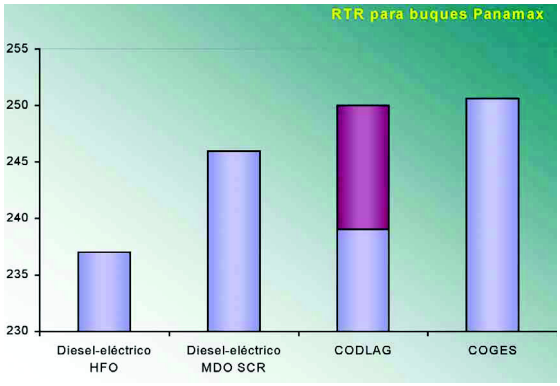


Fig. 5.- RTR para las alternativas de plantas de propulsión de un buque Panamax-max

Resultados de las hélices CLT en Corea

La compañía armadora Soponata (Sociedad Portuguesa de Navíos Tanques), que ha seguido con interés la evolución de las hélices CLT desarrolladas por Sistemar, decidió instalar este tipo de hélices en sus dos nuevas construcciones en Hyundai Mipo Dockyard, astillero del grupo Hyundai Heavy Industries (HHI).

Los buques *Flores (Hull* 0006) y *Sicilia (Hull* 0007) propiedad de la compañía armadora Stockport, joint-venture entre Soponata (Portugal) y Arminter (Mónaco), son petroleros de productos de 37.000 tpm y pertenecen a una serie de más de 20 buques similares contratados en el mismo astillero por diferentes armadores.

Hasta la fecha alrededor de 10 barcos de la serie han sido entregados con hélices convencionales; el *M/V Flores*, primero de los dos barcos equipados con hélices CLT fue entregado a finales de junio de 2001 mientras que el Sicilia ha realizado sus pruebas de mar a finales de noviembre.

Características principales de esta serie de buques	
Eslora total	182,50 m
Eslora entre perpendiculares	175,00 m
Manga	27,34 m
Puntal	16,70 m
Calado	10,85 m
Peso muerto (al calado de verano)	37.000 t
Potencia M.C.R	12.870 BHP/127 rpm

Las características principales de las hélices convencional y CLT son las siguientes:

	Hélice convenc.	Hélice CLT
Diámetro	5,800 m	5,450 m
Nº de palas	4	4
Relación área/disco	0,5806	0,480
Paso en 0.7R	4,2406 m	4,2540 m

Las hélices convencionales han sido diseñadas por HHI Maritime Research Institute y construidas por HHI Engine & Machinery Division mientras que las hélices CLT diseñadas por Sistemar han sido construidas por Navalips Cádiz.

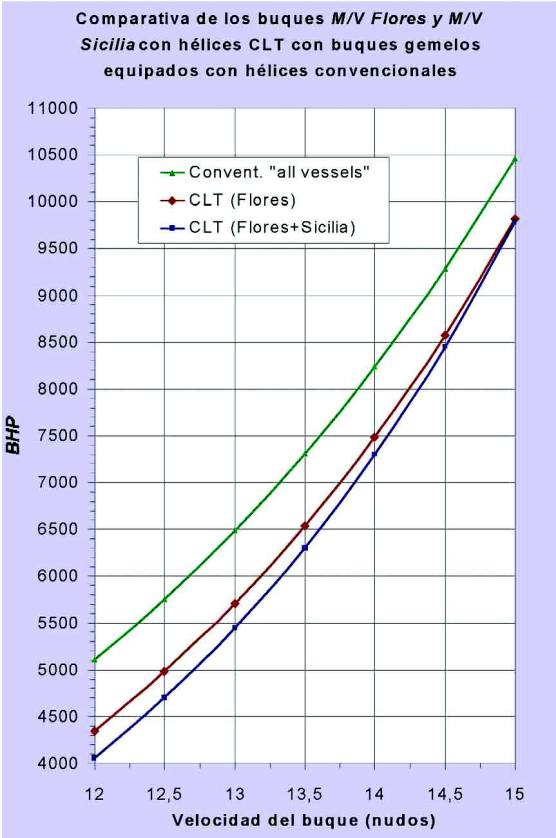
Soponata ha realizado un informe en el que se comparan los resultados obtenidos en las pruebas de mar realizadas por el astillero con cinco barcos de la serie equipados con hélice convencional con los resultados de las pruebas de mar realizadas, también por el Astillero, con los buques *Flores* y *Sicilia.*

Para realizar los análisis, ha sido necesario homogeneizar todos los resultados para un mismo desplazamiento y en todos los casos se han utilizado las correcciones por viento y mala mar aplicadas por el astillero.

De las comparaciones realizadas tras las pruebas del buque *Flores*, Soponata dedujo que el ahorro medio de potencia proporcionado por la hélice CLT en la gama de velocidades comprendida entre 12 y 15 nudos era del 10,5%.

Al entrar el barco en servicio y dado que se disponía a bordo de un equipo MIP para medición de potencia, se decidió realizar unas pruebas especiales que permitiesen confirmar las conclusiones deducidas del análisis de los resultados de pruebas de mar.

El ahorro de consumo con este tipo de hélice no es inferior al 8 %



Los análisis se realizaron en el buque *Flores* y en otro equipado con hélice convencional

Desde mediados de agosto a mediados de septiembre, durante los dos primeros viajes en servicio del buque, se realizaron 29 pruebas de velocidad de tal manera que dos veces al día durante una hora y a un determinado régimen de revoluciones del motor, a intervalos de 6 minutos la tripulación registró los siguientes datos: la velocidad del buque medida con corredera y GPS, la dirección y velocidad del viento, el estado de la mar, características de las olas, etc. Durante ese mismo periodo de tiempo la potencia suministrada por el motor propulsor fue medida tres veces por medio del MIP. También fueron registrados datos que permitiesen calcular el consumo de combustible.

Del análisis realizado por Soponata de todos los datos registrados durante estas pruebas efectuadas en servicio y comparando con los resultados de las pruebas de velocidad realizadas por el astillero con cinco barcos equipados con hélice convencional, se concluye que el ahorro medio de potencia proporcionado por la hélice CLT es de un 11%.

Por otra parte, de los datos diarios de consumo enviados por las tripulaciones del buque *Flores* y de otro barco de la serie con hélice convencional, entregado pocas semanas después que el *Flores*, ambos en su primer viaje, Arminter ha deducido unas curvas que proporcionan el consumo diario de combustible en función de la velocidad del buque. De estos análisis también se deduce un importante ahorro de consumo para la hélice CLT, no inferior al 8%.

Los buques *Flores* y *Sicilia* son petroleros de productos de 37.000 tpm y pertenecen a una serie de más de 20 buques similares

Los tres distintos tipos de análisis realizados por los armadores muestran una importante reducción del consumo en buques con hélice CLT frente a buques de la misma serie instalados con hélice convencional.

El ahorro medio obtenido en el rango de velocidades más probable es del 11,3 %

No obstante, a la vista de que se iban a realizar a finales del mes de noviembre nuevas pruebas de mar con el segundo buque de la serie equipado con hélice CLT, Soponata y Arminter decidieron adoptar las medidas necesarias para garantizar que las mediciones a realizar durante las pruebas fuesen llevadas a cabo con la mayor minuciosidad posible.

Los resultados de las pruebas realizadas con el buque *Sicilia* a finales de noviembre han sido muy satisfactorios y han confirmado que el ahorro medio de consumo obtenido por la hélice CLT en el rango de velocidades de operación más probable de estos buques es del 11,3%.

En la figura adjunta se representan las curvas V-BHP correspondientes a los comportamientos del barco con hélice convencional y CLT deducidos de los análisis realizados por Soponata.

Sistemar ha iniciado conversaciones tanto con Hyundai Heavy Industries como con Nakashima Propeller para establecer sendos acuerdos de colaboración que permitan construir las hélices CLT en Corea del Sur y Japón, respectivamente. En el caso de HHI se está negociando también la incorporación de hélices CLT a las nuevas construcciones del astillero.

Teniendo en cuenta que la producción conjunta de estos dos países representa aproximadamente el 65% de la construcción naval mundial, se espera que tras la firma de dichos acuerdos la tecnología española representada por la hélice CLT vea ampliado su campo de aplicación.

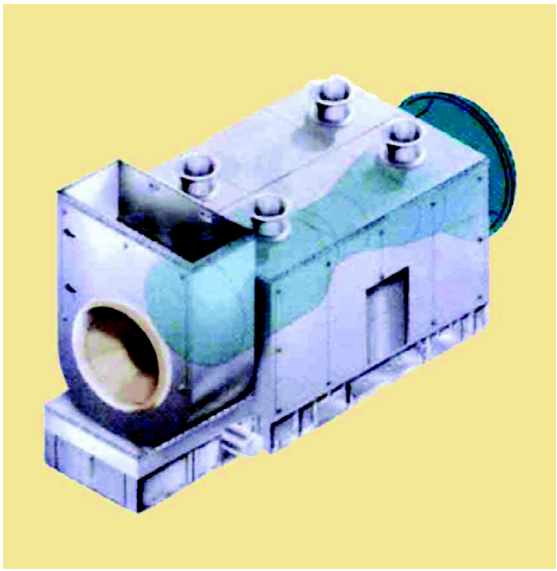
Marine Trent 30: tecnología punta en turbinas de gas

Fiel a su espíritu investigador y buscando siempre estar a la vanguardia del mercado, la empresa *Rolls-Royce* tiene bastante avanzado el desarrollo del último modelo en sus turbinas de gas, el Marine Trent 30, de 30 MW de potencia. Este modelo constituye lo más avanzado en la aplicación de técnicas aeroespaciales a la construcción de motores marinos. La turbina se podrá aplicar tanto para la propulsión como para generación de potencia, en los mercados civil y militar.

La turbina *Marine Trent 30* estará disponible para entrega a finales de 2003 y suministrará una potencia ISO (sin pérdidas) de 36 MW. Si se compara con los modelos de turbinas de gas existentes en el mercado, es económicamente viable para aplicaciones marinas con una demanda de potencia superior a 25 MW. Entre las aplicaciones posibles para estas turbinas se encuentran los portaaviones, fragatas rápidas, destructores, y todos aquellos buques comerciales que necesiten grandes demandas de potencia propulsiva.

El diseño de esta nueva turbina se basa en un 80 % en el del modelo de turbina aeroespacial *Trent 800*, que cuenta con una experiencia de más de 2 millones de horas de vuelo desde que se lanzara al mercado en 1996. La introducción de esta nueva turbina dentro del mundo naval supone todo un hito en desarrollo, simplicidad y mantenimiento. Con un diseño modular compacto, la *Marine Trent 30* es una unidad ligera, pues la unidad completa, con carcasa y auxiliares, pesa menos de 26.000 kg, lo que supone una relación potencia/peso muy elevada.

El diseño está basado en el de la turbina aeroespacial Trent 800



SISTEMA GMDSS

SISTEMA UNIVERSAL DE SOCORRO Y SEGURIDAD MARÍTIMOS

Al conectar la nueva interfase GMDSS a los cargadores de baterías Mass, estos últimos se convierten en cargadores de baterías/fuentes de alimentación GMDSS, cumpliendo así todos los requisitos y directrices de la Organización Marítima Internacional (OMI).

INTERFACE GMDSS

CARGADORES DE BATERIAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Testigos luminosos indicadores y contactos libres de potencia: • Detección de red CA • Cargador on/off/fallo • Alarma bajo/alto voltaje CC
Visualización: • Voltaje batería • Corriente de carga/descarga de la batería • Voltaje de salida del cargador • Corriente de salida del cargador
Alarma acústica: • Alarma acústica con reconocimiento
Muy ligeros (desde 3kg hasta 12kg, según modelo) **Modelos desde 15A hasta 100A**

www.mastervolt.net

Torrent de Ca l'Amat, 85
Polígono Ind. Els Garrofers
08340 Vilassar de Mar (Barcelona)

Tel. 93 759 70 90
Fax 93 759 59 67
ventas@mastervolt.net

MASTERVOLT

Un módulo de RoxSystem puede ser adaptado a una variedad de diámetros de cables y tubos gracias a la tecnología MultiDiámetro, desprendiendo simplemente capas desde su centro.

La seguridad y fiabilidad están en los detalles

Con creatividad y ojo para el diseño, RoxSystem® provee a los clientes con una solución de sellado completa que mejora la calidad, seguridad y flexibilidad en los ambientes de vida y trabajo. Los sellos de penetración para cables y tubos con tecnología MultiDiámetro de RoxSystem han marcado el estándar mundial dentro de la rama.

Realmente es la suma de todas las partes la que determina la seguridad y fiabilidad en una embarcación. Este es el motivo por el que muchos líderes mundiales en construcción naval y operadores han elegido instalar sellos de penetración para cables y tubos RoxSystem®, a bordo de sus barcos de pasaje, petroleros y ferrys.

Los peligros de fuego, presión de agua y gas, explosión, perturbaciones eléctricas y vibraciones pueden amenazar la seguridad. RoxSystem ayuda a proteger las embarcaciones contra todas estas amenazas, manteniendo la integridad de las cubiertas y mamparos.

Sumar SL
Calle Bardiza, 4 Santa Lucia
30202 Cartagena, Murcia, España

tel: (968) 52 57 53 • fax: (968) 50 00 92
sumar@accesosis.es • www.roxsystem.com

ROXSYSTEM

Balance de la actividad de Izar Propulsión y Energía Motores

Izar Propulsión y Energía Motores proporciona al Grupo Izar el soporte técnico e industrial para los sistemas de propulsión y generación de energía, con motores de 4 tiempos en las áreas de defensa y civil, impulsando las tecnologías de doble uso y aprovechando su conocimiento para aplicarlo a otros mercados convergentes.

Esta Unidad de Negocio ha comenzado una nueva etapa bajo la denominación Izar, con vocación de innovación continua, participando en los nuevos sistemas de propulsión y generación de energía, diversificando la aplicación de sus productos tradicionales, optimizando los recursos y comprometida con la protección del Medio Ambiente.

La actividad principal de Izar Propulsión y Energía Motores es la fabricación, comercialización, instalación y servicio de mantenimiento de motores de 4 tiempos para su aplicación en:

- Propulsión y generación a bordo.
- Plantas estacionarias.
- Propulsión terrestre.

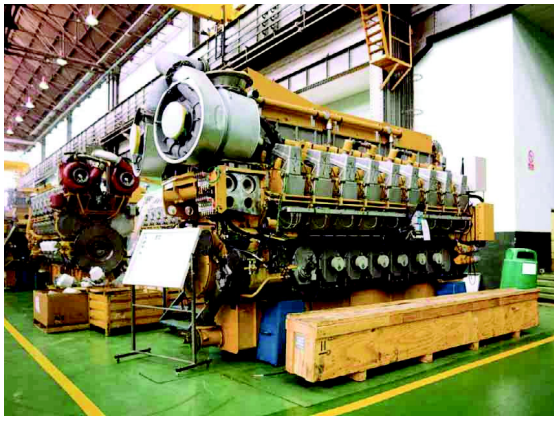
En la actualidad Izar Motores está inmersa en una serie de programas tanto para el sector de Defensa, como el Mercado Civil, que proporciona una gran actividad en sus instalaciones.

En los Programas de Defensa, podemos enumerar los siguientes:

- Fragatas Clase F-100 (4 unidades), para la Armada Española, cuyo suministro por buque consiste en: 2 motores propulsores IZAR-CAT BRAVO 12, desarrollando cada uno de ellos 4.500 kW a 1.000 rpm y 4 grupos generadores con motor IZAR-MTU 12V 396 TE 54, desarrollando cada uno de ellos 1.200 kW a 1.800 rpm.

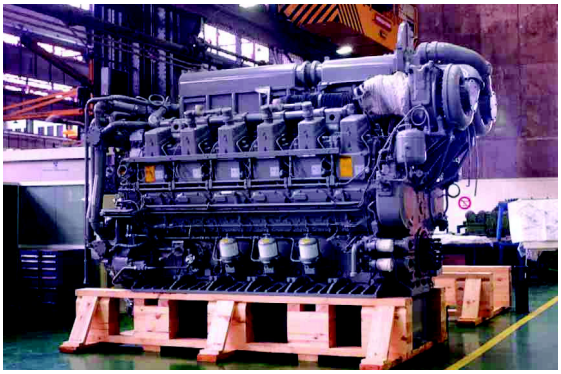
- Fragatas Clase F-310 (5 unidades), para la Armada Real Noruega, cuyo suministro por buque consiste en: 2 motores propulsores IZAR-CAT BRAVO 12, desarrollando cada uno de ellos 4.500 kW a 1.000 rpm y 4 grupos generadores con motor IZAR-MTU 12V 396 TE 54, desarrollando cada uno de ellos 1.200 kW a 1.800 rpm.

- Programa "Pizarro", Vehículo Acorazado de Caballería, para el Ejercito de Tierra Español, 144 motores propulsores, IZAR-MTU 8V 183 TE 22, desarrollando cada uno de ellos, 440 kW a 2.300 rpm.



Se van a suministrar tres grupos diesel generadores de 3.630 kW cada uno para el FPSO que Izar Gijón construirá para Exmar Offshore

La actividad principal de Izar Propulsión y Energía se ha centrado en la fabricación, instalación y mantenimiento de motores de 4 tiempos



- Programa "Leopardo", carro de combate para el Ejercito de Tierra Español, 239 motores propulsores, IZAR-MTU 12V 873 Ka 501, desarrollando cada uno de ellos, 1.100 kW a 2.600 rpm.

- Submarinos Clase "Scorpene" (2 unidades), para la Armada Chilena, cuyo suministro por buque consiste en: 4 grupos generadores para propulsión diesel eléctrica, con motor IZAR-MTU 12V 396 SE 84, desarrollando cada uno de ellos, 630 kW a 1.700 rpm.

Para los submarinos de la clase "Scorpene" se están realizando 4 grupos generadores para propulsión diesel-eléctrica

- Patrulleros Clase OPV (2 unidades), para la Marina Real de Malasia, cuyo suministro por buque consiste en: 2 motores propulsores IZAR-CAT BRAVO 16, desarrollando cada uno de ellos 5.650 kW a 1.000 rpm y 4 grupos generadores CAT 3412, desarrollando cada uno de ellos 525 kW a 1.800 rpm.

- Cazaminas Clase "Segura" (segunda fase/2 unidades), para la Armada Española, cuyo suministro por buque consiste en: 2 motores propulsores IZAR-MTU 6V 396 TB 83, desarrollando cada uno de ellos 570 kW a 1.940 rpm.

En los Programas del Mercado Civil, podemos enumerar los siguientes:

- Suministro de tres grupos diesel generadores con motor IZAR-MAN 7L 32/40, desarrollando cada uno de ellos 3.630 kW a 720 rpm, que tendrán como destino el FPSO que el astillero IZAR-Fene construirá para la Compañía Exmar Offshore.

- Suministro de tres grupos diesel generadores con motor IZAR-MAN 5L 23/30H, desarrollando cada uno de ellos 654 kW a 720 rpm, y un grupo generador de emergencia CAT 3306 DITA que desarrolla 180 kW a 1.800 rpm, que tendrán como destino el buque quimiquero que el astillero IZAR-Gijón, construirá para la Compañía Chilena Ultragas Internacional, S.A..

- Suministro del motor propulsor CAT 3406 que desarrolla 320 kW a 2.100 rpm, con destino al buque escuela Gure IZAR, que se construye en Astilleros de Bermeo (Vizcaya), para la Asociación Aula del Mar.

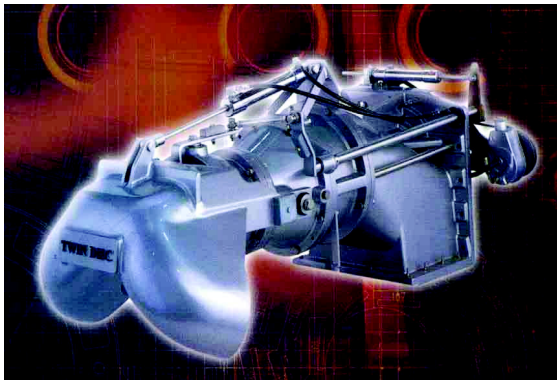
- Suministro de los cuatro motores propulsores IZAR-CAT BRAVO 18, desarrollando cada uno de ellos 7.200 kW a 1.050 rpm, que tendrán como destino al fast ferry catamarán, construcción número 140 del astillero Austal de Australia.

Novedades de Centramar

Centramar presenta los nuevos productos de su representada Twin-Disc: las hélices de superficie Arneson Surface Drive y los waterjets Twin Disc.

Waterjets

La tobera de empuje actúa a la vez de timón, ofreciendo una elevada maniobrabilidad ya que la salida del flujo del agua siempre es axial, sin rebotes con elementos direccionales. El waterjet Twin-Disc usa la totalidad de la fuerza de expulsión de agua para los cambios de dirección. Combinando esto con el cubo de marcha atrás se consigue una capacidad de maniobra de 360º, incluso a velocidad cero, incluyendo además la posibilidad de frenado inmediato accionando la marcha atrás a plena velocidad avante.



Los *waterjets* proporcionan una capacidad de maniobra de 360 °, incluso a velocidad cero

La instalación se realiza en el espejo de popa, sin otro elemento interior que el cardán de transmisión, eliminando los agujeros en el casco para la aspiración y para la tobera de expulsión. Esta solución facilita la instalación y aumenta el espacio disponible para la habilitación.

Los jets permiten evitar colisiones con objetos flotantes y los daños asociados que sufren las hélices tradicionales. Esta característica contribuye también a alargar la vida útil del equipo. También permite navegar en aguas de poco calado.

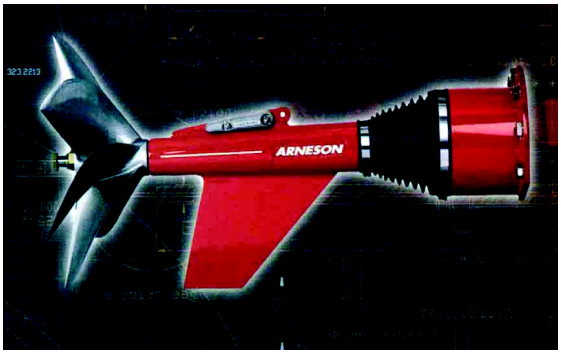
Los modelos tienen potencias que se mueven entre los 100 y los 3.750 HP.

Hélices Arneson Surface Drive

Estas hélices de superficie permiten una mayor libertad de innovación en el diseño de los barcos, ya que con estos equipos es posible colocar los motores o turbinas desde la mitad del barco hacia popa, pudiendo realizar la distribución del espacio del modo que se crea más conveniente.

Las hélices se instalan en el espejo de popa de la embarcación. Su conexión al motor o turbina requiere únicamente un eje cardánico en la mayoría de los casos. La alineación es sencilla y los motores pueden ser anclados a la bancada con soportes elásticos para reducir los niveles de ruidos y vibraciones.

Los modelos proporcionan unas potencias de entre 300 y 5.000 HP.



Motor MAN B&W RK280

La industria naval ha impulsado, tradicionalmente, el desarrollo de los motores debido a la demanda continua de buques más rápidos y con más carga. Las demandas del mercado como el requisito de más potencia, la reducción de costes y el respeto por el medio ambiente, han sido las causas del desarrollo del motor de 1.000 rpm más potente del mundo, el MAN B&W RK280, que fue presentado por la compañía en la Muestra Europort 2001 de Amsterdam.

El motor RK280 proviene del éxito de la gama de motores RK desde que se presentó el primero en 1934. Las actuales series Ruston RK215 y RK270 producen unos 2 millones de kW en unos 50 países de todo el mundo. Sus motores RK270 de 16 y 20 cilindros han sido líderes en la propulsión de ferries de alta velocidad desde que aparecieron en 1990. También se usan como productores de energía eléctrica en tierra.

La gama de motores RK280, disponible con 12, 16 y 20 cilindros, ofrece ventajas significativas a los armadores, astilleros y operadores, siendo su consumo de menos de 190 g/kWh y su potencia de 450 kW por cilindro, lo que no sólo lo destacan como el motor más potente de su clase, sino también como el más eficiente.

El motor MAN B&W RK280 posee una potencia de 450 kW por cilindro, y está disponible con 12, 16 y 20 cilindros

El diseño del motor se ha realizado usando la extensa experiencia de los productos de la compañía y empleando las últimas técnicas de diseño y construcción, que incluyen ingeniería predictiva y de prevención de riesgos.

La serie ofrece una reducción de los componentes para facilitar la instalación, disminuir el mantenimiento y los costes operativos, lo que se consigue con unas tuberías integradas, conexiones sencillas y la inclusión del filtro de aceite y las válvulas termostáticas dentro del motor.

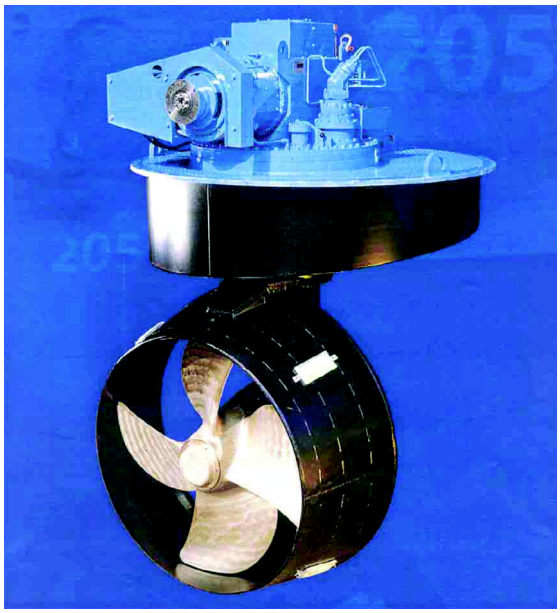
Aunque el diseño original de las series del motor proporciona una potencia de 500 kWb a 1.000 rpm, en la etapa inicial los motores producirán 450 kW por cilindro hasta que se evalúen los resultados de su funcionamiento en servicio.

Equipos propulsores de Rolls Royce

Hélices Aquamaster Ulstein

Estas hélices proporcionan unas potencias de entre 700 y 1.800 kW a una velocidad de entre 750-2.000 r.p.m. para el modelo 155 y de entre 750-1.800 r.p.m. para el modelo 205. En el primero de los dos modelos los diámetros disponibles son de 1.600, 1.800 y 2.000 mm en hélices de paso fijo o variable, mientras que en los modelos sin tobera (abiertos) los diámetros máximos son 1.850, 2.100 y 2.300. El tiro es de 245-392 N.

En el modelo 205 los diámetros para hélices de palas controlables son 2.150, 2.300, y 2.400 mm, a estos tamaños se añade el de 2.000 mm en hélices de paso fijo. Los tamaños máximos en hélices sin tobera son de 2.300, 2.500 y 2.700 mm. El tiro de este modelo es de 392-539 N.



Las hélices Aquamaster TCNP están diseñadas para que su montaje se realice bajo el agua, sin necesidad de llevar al buque a un dique seco, lo cual puede ser un problema para grandes buques como buques de producción de petróleo, plataformas semisumergibles... El montaje puede realizarse de un modo fácil y seguro, gracias al equipo especial de elevación y al dispositivo de cierre y sellado que se incorpora en la hélice.

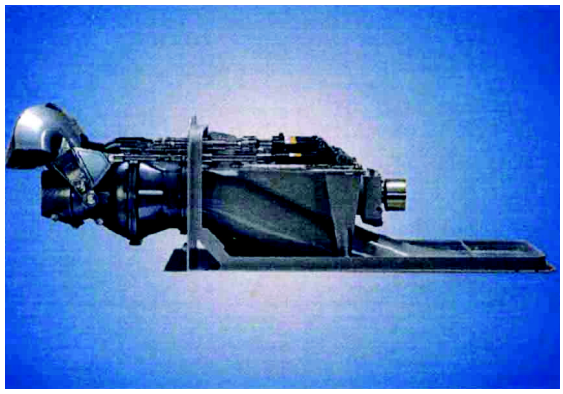
Waterjets Kamewa

Las bombas de flujo mixto instaladas en estos *waterjets* consiguen unos rendimientos de más del 90 %. Se consigue una mínima instalación de cableado gracias a un nuevo sistema computerizado basado en sistema de bus de datos, que es utilizado para el control de la maniobra y marcha atrás por medio de un *joystick*. Los componentes de acero inoxidable proporcionan una larga vida y un servicio fiable.

Además pueden optimizarse de modo individual para cada instalación, reduciéndose así el consumo de combustible. Hay 8 diámetros distintos de entrada de agua y cinco ángulos de pala para permitir un ajuste adecuado a las revoluciones. Además pueden elegirse entre 10 formas distintas de la toma de agua para evitar problemas de cavitación y separación.

Las hélices Aquamaster están diseñadas para que el montaje pueda realizarse bajo el agua

Los *waterjets* de Kamewa alcanzan unos rendimientos de más del 90 %



Rolls-Royce usa su propio programa de diseño por ordenador que cuenta con la última tecnología en *waterjets* y resultados reales de instalaciones de este tipo. Con ayuda de este programa se estudian las influencias individuales y el efecto combinado de todos los parámetros para encontrar las soluciones más adecuadas a la instalación.

Los *waterjets* están construidos en materiales fuertes, resistentes a la corrosión. El impulsor, el eje y las barras de maniobra están construidas en acero inoxidable. El resto de los componentes son de aluminio.

Las series Kamewa FF cubren un rango de potencias de entre 100 y 1.000 kW. Las aplicaciones típicas son botes de rescate, de trabajo, yates...

La superficie interior del alojamiento del impulsor está recubierta de un material semejante a la goma que reduce ruidos y el desgaste. El conducto de entrada está fabricado en planchas de aluminio naval para reducir el peso y conseguir un buen comportamiento hidrodinámico, además de una resistencia a la corrosión.

La bomba de una etapa y flujo axial proporciona un gran caudal combinado con un buen empuje a bajas velocidades. Normalmente este equipo no necesita reductora.

La serie Kamewa A lleva unas bombas de flujo mixto, optimizadas hidrodinámicamente de modo que tienen un rendimiento de un 5-10 % mayor que otros *waterjets* de su gama. Esta mejora de rendimiento puede emplearse en aumentar la velocidad del barco o en reducir su consumo de combustible. El alojamiento del impulsor está recubierto de poliuretano para disminuir la corrosión y el desgaste.

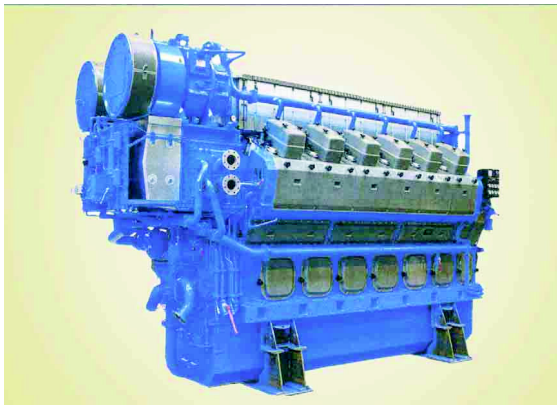
Motores Bergen K y B

Durante los últimos 60 años se han instalado más de 5.000 unidades de este tipo de motores de cuatro tiempos. Estos motores se caracterizan por un funcionamiento de alto rendimiento y fiabilidad combinados con unos costes reducidos.

Pueden funcionar con HFO (ISO 8217 – RMH 55), MDO (ISO 8217) y, en el caso de la serie K, LNG, CNG, LPG, BIO. La serie B tiene disposiciones de 6, 8 y 9 cilindros en línea, y 12 en V, mientras que la serie K puede encontrarse con 3, 5, 6, 8 y 9 cilindros en línea ó con 12, 16, y 18 en V.

Los motores Bergen K pueden funcionar con LNG, CNG, LPG y BIO, a parte de HFO y MDO

Estas series de motores ha sido instaladas en buques de crucero, graneleros, ro-ros...



El sistema CanMan es una plataforma de control avanzada para sistemas propulsivos

Características técnicas de los motores		
	Bergen K	**Bergen B**
Diámetro (mm)	250	320
Carrera (mm)	300	400
Velocidad (rpm)	720 - 1.000	720 - 750
Potencia (kW)		
Principal	1.200 – 4.000	2.600 – 6.000
Auxiliar	500 – 3.900	2.400 – 5.800

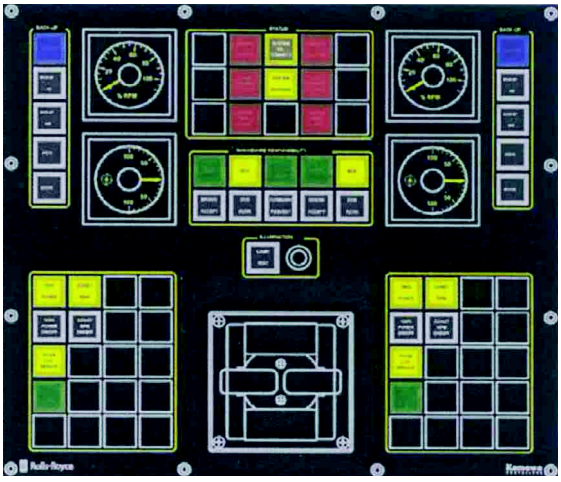
CanMan - sistema de control avanzado

Una de las novedades en propulsión es CanMan *(Controller Area Network MANoeuvring system platform)*, una plataforma de control avanzada para sistemas propulsivos. La característica principal del sistema es la descentralización de todas las aplicaciones. En vez de un solo procesador central, el sistema dispone de varios en comunicación que realizan las funciones que antes sólo realizaba uno.

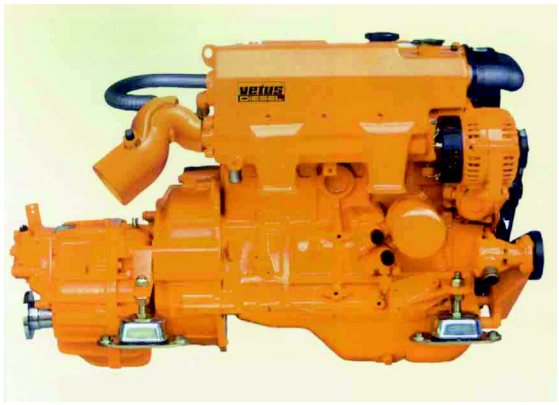
Por ejemplo, en una aplicación típica, la información se transmite desde el procesador conectado a las palancas de control del puente al procesador en comunicación con la hélice. Los *buses* CAN transmiten los datos de un modo digital, reemplazando un cableado extenso por software y comunicación de datos.

Desarrollado de acuerdo con las normas ISO 9001, el sistema ha sido diseñado para cumplir con los requisitos de las sociedades de clasificación. Además ha superado las pruebas relativas a vibraciones, compatibilidad electromagnética y medioambientales.

Las ventajas son principalmente económicas, ya que se reducen las horas de trabajo perdidas en la resolución de problemas y en mantenimiento. Además la instalación se realiza más rápidamente gracias a la simplicidad del sistema.



Nuevos motores Vetus VH4-65 y VH4-80 con base Hyundai



El motor Vetus VH4-65 desarrolla una potencia de 46,6 kW, proporcionando un para de 170 Nm a 2.200 rpm

El nuevo motor VH4-65, basado en uno Hyundai, es un motor de cuatro tiempos y cuatro cilindros que desarrolla una potencia de 46,6 kW en la línea de ejes (ISO 3046-1, de acuerdo con ISO 8665). El sistema de refrigeración es indirecto.

Características principales del VH4-65	
Carrera	100 mm
Diámetro	91,1 mm
Cilindrada	2.607 cm^3
Tasa de compresión	22:1
rpm (máx.)	3.000
Par a 2.200 rpm	170 Nm
Inclinación lateral máx.	25º

El peso en seco, si se incluye una reductora estándar ZF-Hurth HBW 250, es de 240 kg. Dispone de luces de alarma y señales auditivas para aquellos problemas relativos a la presión de aceite, temperatura del agua, corriente de carga. Además lleva una luz de control del precalentado. La reductora tiene unas relaciones 1,55/1,93/2,29/2,71:1. Además del modelo estándar pueden instalarse otros modelos como el ZF-Hurth HBW 125H, NewagePRM 150, Technodrive TMC260, TM345H y TM345A.

Con el motor se suministran cuatro acoplamientos flexibles Vetus. El panel de instrumentos estándar consta de 5 luces indicadoras, un tacómetro, un voltímetro, alarma acústica y un interruptor de arranque.

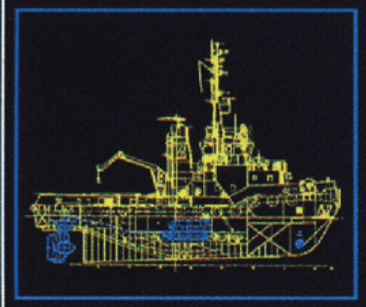
Motor VH4-80

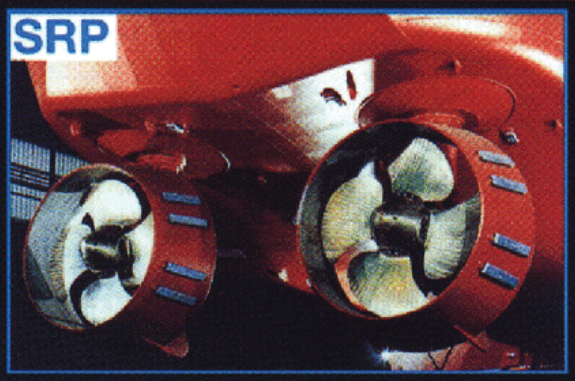
El modelo VH4-80 es un motor muy parecido al anterior, que desarrolla una potencia algo mayor, 57,2 kW, y además es un poco más pesado (245 kg). La reductora estándar es la ZF-HurthHSW 250H aunque pueden instalarse los siguientes modelos: ZF-HurthHSW 250A, NewagePRM 150, Technodrive TMC260, TM345 y TM345A.

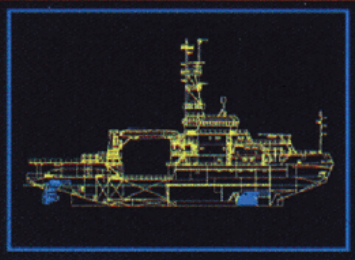
Características principales del VH4-80	
Carrera	100 mm
Diámetro	91,1 mm
Cilindrada	2.607 cm^3
Tasa de compresión	22:1
rpm (máx.)	4.000
Par a 2.200 rpm	170 Nm
Inclinación lateral máx.	25º

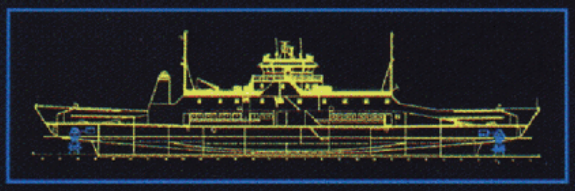
SCHOTTEL

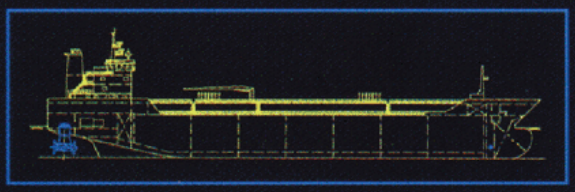
for the Shipping World

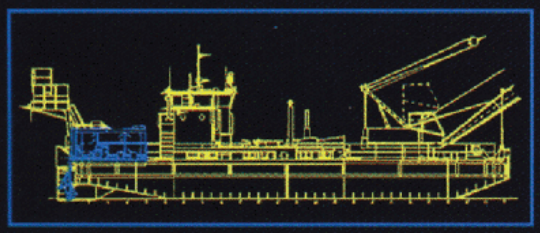


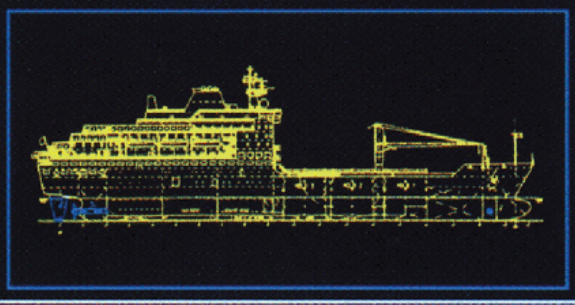












Our product range embraces 360° steerable propulsion systems rated at up to 30 MW, manoeuvring devices, and also complete conventional propulsion packages. Through our worldwide sales and service network we offer economical and reliable solutions for every imaginable maritime application.
So we can provide the right thrust for your vessel.

SCHOTTEL

Innovators in steerable propulsion

SCHOTTEL-Werft Josef Becker GmbH & Co. KG · Mainzer Strasse 99 · D-56322 Spay/Germany
Tel.: + 49 (0) 26 28 / 6 10 · Fax: + 49 (0) 26 28 / 6 13 00 · e-Mail: info@schottel.de · http://www.schottel.de

WIRESA C/ PINAR, 6 - BIS - 1° - 28006 MADRID - Tel.: 91 411 02 85 - Tg: Wilmerimport Madrid - Fax: 91 562 77 62 - 91 563 06 91 - E-mail: industrial@wiresa.isid.es

Alternativas de propulsión con dos hélices para super-portacontenedores (*)

(*) Traducción del artículo publicado por Heinrich Schmid, Director de Desarrollo de Producto de Wärtsilä Switzerland Ltd, en la Revista Marine News correspondiente al segundo cuatrimestre de 2001

La industria naval está llevando a cabo estudios sobre el sistema propulsivo más adecuado para buques portacontenedores de más de 10.000 TEU. El sistema de propulsión utilizado tradicionalmente en los portacontenedores Post-Panamax, consistente en un motor de baja velocidad acoplado a una línea de ejes y hélice de paso fijo, no se considera factible para los tamaños de buques de los que se está hablando últimamente, debido a que es posible que no haya disponibles motores y hélices de la potencia y tamaño adecuados. Es necesario desarrollar otros sistemas de propulsión para las nuevas generaciones de super-portacontenedores.

Se espera que el ritmo de crecimiento anual de la carga transportada en portacontenedores sea de entre el 6 y el 9 %

El volumen de carga transportada por mar en contenedores se ha incrementado considerablemente en las últimas décadas y se espera que siga creciendo a un ritmo anual entre el 6 y el 9 %. Basándose en esta tasa de crecimiento, se estima que en el año 2010, el volumen de carga transportada en contenedores sea el doble que la transportada durante el año 2000 y, por tanto, resulta necesaria una mayor capacidad de transporte de contenedores en el futuro. Además, los operadores de buques portacontenedores se enfrentan a la apremiante necesidad de reducir los costes de transporte por contenedor, para mantener la competitividad. En términos económicos, como la potencia requerida por TEU para una velocidad de servicio dada es menor cuanto más grande sea el buque, resultará un menor coste de transporte por contenedor cuando se utilicen buques más grandes.

Los grandes buques portacontenedores de hoy en día necesitan más potencia de propulsión que la que pueda suministrar un solo motor lento, directamente conectado a una hélice de paso fijo. El motor Sulzer RTA96C de 14 cilindros suministra una potencia máxima continua de 80.080 kW y, en comparación con uno de 12 cilindros, puede considerarse que no ofrece riesgo adicional. El cojinete de empuje ha de ser modificado y el cigüeñal tiene que construirse con material de mejor calidad, para soportar el mayor par existente. Por lo demás, el motor se construye con componentes perfectamente probados. El peso total de este motor de 14 cilindros es de 2.300 Tm.

Sin embargo, un motor de 14 cilindros debe considerarse como el límite superior real para un motor lento de dos tiempos, debido a las limitaciones existentes de tecnología, fabricación y manejo. Este motor es adecuado para buques con capacidad de hasta 10.000 TEU y una velocidad de servicio de 25 nudos.

Opciones de propulsión para portacontenedores de 12.000 TEU

El Instituto Holandés de Investigación Marítima (Marin) ha realizado estudios de predicción de la potencia necesaria para la propulsión de grandes buques portacontenedores. Para potencias superiores a los 80 MW es cuestionable la viabilidad de la propulsión con una sola hélice. Por ejemplo, el peso de una hélice propulsora para una potencia de 90 MW estaría entre 110 y 120 Tm. En la actualidad no hay disponibles instalaciones de fabricación de hélices de esos tamaños. Además, cuando se enfrentan a velocidades y cargas altas, las hélices tienen un comportamiento crítico en lo que se refiere a cavitación y pulsos de presión. Ante cargas elevadas, también pierden mucho rendimiento.

Marin ha cuestionado la viabilidad de la propulsión con una sola hélices para potencias superiores a 80 MW

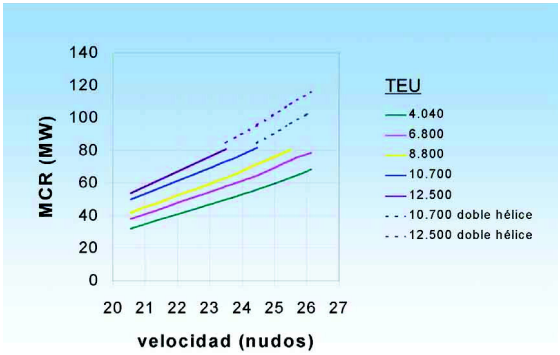


Fig. 1.- Potencia máxima continua del motor para varios tamaños de super-portacontenedores, incluyendo un margen del motor del 10% y un margen por mala mar del 20%.

Para la propulsión de un super-portacontenedores de 12.000 TEU con quillote central y una velocidad de servicio de 25 nudos, se necesita una potencia de unos 82.000 kW, incluyendo un margen por mala mar del 20 %, por lo que se requeriría un motor diesel con una potencia MCR de 91.100 kW. Como alternativas al buque de una línea de ejes y hélice, se podrían adoptar las siguientes opciones de propulsión:

- Buque con doble quillote y hélices de paso fijo.
- Buque con quillote central y hélices contrarrotativas.
- Buque con quillote central y propulsor pod contrarrotativo.
- Sistema de propulsión diesel-eléctrica con propulsor pod.

Esta última opción puede excluirse como solución realista, debido al alto coste de su instalación y a las pérdidas de rendimiento en la transmisión de potencia.

Buque con doble quillote y hélices de paso fijo

El sistema de dos líneas de ejes y dos hélices presenta un gran número de ventajas, entre las cuales la más importante es que la potencia de propulsión necesaria es un 3 % menor que la correspondiente a un buque equivalente de una sola hélice. Además, se pueden utilizar motores con menor número de cilindros y disponer las dos plantas de maquinaria totalmente separadas por razones de redundancia. La menor potencia de propulsión supone un ahorro en los costes de operación, aunque un buque de doble quillote es algo más caro de construir que otro con uno solo.

En un portacontenedores la instalación de propulsión diesel eléctrica con pods puede tener un alto coste

Naturalmente, los dos quillotes y dos timones dan lugar a una mayor superficie mojada (5 % más) y, por tanto, mayor resistencia al avance. Sin embargo, este aumento queda parcialmente compensado por una situación más a popa del centro de carena, que da lugar a una menor resistencia por formación de olas. Por tanto, puede suponerse que, para una disposición con dos quillotes, el aumento total de resistencia al avance es del 3 %. Además, el rendimiento

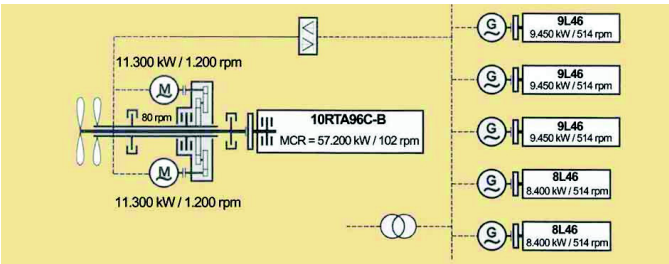
del casco de un buque con dos quillotes es un 5 % más bajo que el de un buque con una hélice debido a un campo de estela menos favorable. Estos incrementos en la potencia necesaria quedan ampliamente compensados gracias al mejor rendimiento de las hélices en aguas libres, debido a la mayor posibilidad de elección del diámetro de las mismas. En el caso estudiado, se puede obtener hasta un 11 % de mejora en el rendimiento de la hélice.

Así, para un buque portacontenedores de 12.000 TEU, de 375 m de eslora, 55 m de manga, 14 m de calado de diseño y una velocidad de servicio de 25 nudos, los 91.100 kW de potencia MCR necesaria pueden ser cubiertos con dos motores Sulzer RTA96C de 8 cilindros, de 45.760 kW a 102 rpm, cada uno.

Los ahorros estimados muestran que el ahorro de potencia de un buque con quillote contral con hélices contrarrotativas sería del 10 %

Sistema de propulsión con hélices contrarrotativas

Los sistemas de propulsión con hélices contrarrotativas (CRP) cuentan ya con amplia experiencia y pueden conseguir ahorros de potencia de hasta el 10 %. Para un super-portacontenedores de 12.000 TEU puede ser interesante un sistema CRP en el que se suministre potencia adicional por medio de dos motores eléctricos.



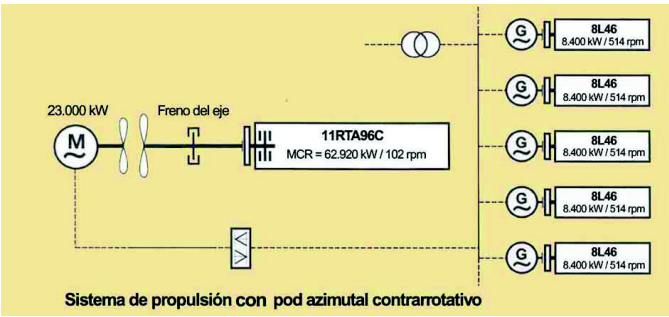
Sistema de propulsión con hélices contrarrotativas

En el caso estudiado, el propulsor situado más a popa estaría accionado por un motor Sulzer RTA96C de 10 cilindros, de una potencia MCR de 57.200 kW a 102 rpm. El propulsor más a proa se accionaría a través de un eje concéntrico, un reductor y dos motores eléctricos de 11,3 MW de potencia. La potencia eléctrica necesaria, tanto para los motores como para el resto de servicios del buque, podría obtenerse de varios grupos diesel generadores.

Con este sistema se podrían obtener ahorros significativos en los costes de operación y una redundancia buena en la propulsión. También se conseguiría una buena respuesta a baja carga sólo con la unidad eléctrica. Sin embargo, todavía no se ha construido ningún sistema de transmisión concéntrica para plantas propulsoras de esta potencia, por lo que tiene un riesgo potencial.

Sistema con propulsor pod azimutal contrarrotativo

Esta variante del sistema CRP puede conseguirse sin más que instalar un propulsor pod azimutal a popa de la hélice accionada por el motor principal. Así, para el portacontenedores de 12.000 TEU, la hélice de proa estaría accionada por un motor RTA96C, de 11 cilindros, de una potencia máxima continua (MCR) de 62.920 kW a 102 rpm. La hélice propulsora situada más a popa estaría accionada por un motor eléctrico de 20 MW acoplado en la unidad pod azimutal.



Sistema de propulsión con pod azimutal contrarrotativo

Al igual que con el sistema CRP, el ahorro en la potencia propulsiva sería del orden del 5 %, comparada con una planta convencional de una línea de ejes y hélice. Como la unidad pod sirve para gobernar el buque, se puede eliminar el timón. El buque mantiene una excelente capacidad de maniobra y se sigue consiguiendo un ahorro significativo en los costes de operación.

Cerca del 30 % de la potencia propulsora la suministran los grupos generadores formados por motores semirrápidos, que tienen un consumo específico de combustible mayor que el del motor principal. Además, hay que tener en cuenta las pérdidas de potencia en la transmisión eléctrica. De todas formas, los costes totales de operación son similares a los de la solución con doble quillote.

A continuación se recogen los costes de combustible, aceite lubricante y mantenimiento para las diferentes alternativas de propulsión consideradas.

Costes (US$)	Una hélice	Dos quillotes	Pod CRP	CRP mecánica
Combustible	13.094.500	12.693.800	12.791.700	12.385.500
Aceite lubricante	834.700	810.600	709.400	671.200
Mantenimiento	425.200	482.900	646.600	667.500
Totales	14.354.400	13.987.300	14.147.700	13.724.200

Conclusiones

Comparados con el sistema de propulsión tradicional, todos estos sistemas requieren menos potencia, proporcionan redundancia y mejoran la capacidad de maniobra del buque. El sistema de doble quillote ofrece además la ventaja de que ya se ha utilizado en otros tipos de barcos, en los que ha probado su eficacia, pero la puerta está abierta para las demás alternativas.

Los ahorros estimados de potencia frente a la solución con un solo motor accionando una línea de ejes y hélice, son los siguientes:

- Buque con dos quillotes. 3 %
- Buque con quillote central con propulsión pod contrarrotativa 5 %
- Buque con quillote central con hélices contrarrotativas 10 %

Hasta ahora, la redundancia en la propulsión no ha sido una característica determinante en el proyecto de un portacontenedores. El sistema de propulsión constituido por un motor accionando una línea de ejes y hélice de paso fijo ha demostrado tener el grado de fiabilidad necesaria para ser aceptado como sistema propulsivo estándar. Sin embargo, se espera que la redundancia vaya ganando fuerza conforme aumente el precio de la carga transportada.

Está claro que habrá demanda de buques super-portacontenedores en un futuro no muy lejano. Por tanto, los astilleros deberían irse preparando para hacer frente a esa demanda y ser capaces de ofrecer soluciones a un nivel de costes comercialmente atractivo. Así mismo, los armadores habrán de evaluar cuidadosamente la inversión inicial frente al menor coste de operación y, en consecuencia, el menor coste de transporte por contenedor.

Novedades de Pasch y Cía

Pasch y Cía suministra y realiza el servicio posventa de elementos pertenecientes al sistema de propulsión del buque. Entre otros, Pasch suministra los siguientes equipos:

- MAN: Motores propulsores diesel de hasta 1300 bhp, de 6, 8, 10 y 12 cilindros, para pesqueros y servicio ligero (yates, patrulleras).
- Daewoo: Motores propulsores diesel de hasta 360 bhp.
- Nanni Diesel: Motores propulsores diesel de hasta 115 bhp.
- Steyr: Motores propulsores diesel de hasta 236 bhp.
- Renk: Reductores, reductores-inversores y tomas de fuerza tipo "túnel" y por proa. Reductores especiales. Acoplamientos y cojinetes.
- B+V-I (Simplex): Cierres de bocina, cojinetes de bocina, bocinas completas y cierres de timón.
- Kidde Fire Protection (Graviner): Detectores de niebla de aceite para motores diesel.
- Geislinger: Acoplamientos elásticos, amortiguadores de vibraciones torsionales y líneas de ejes de materiales compuestos.

Entre las novedades dignas de destacar se encuentran los siguientes equipos:

Nuevos motores MAN serie D28xx

- Motor MAN D2842 LE404: Con una disposición de 12 cilindros en V y 22 litros de cilindrada entrega una potencia de 1.300 bhp a 2.300 rpm en aplicación de servicio ligero. Tiene un peso de tan solo 1.750 kg y dispone de regulación electrónica de la velocidad.

- Motor MAN D2876 LE401: Con una disposición de 6 cilindros en línea, 128 mm de diámetro y 166 mm de carrera, este motor aumenta en casi un litro la cilindrada respecto a sus hermanos de la gama D2866, hasta 12,8 litros. Entrega una potencia de 700 bhp a 2.200 rpm con un peso de tan solo 1.200 kg y dispone también de regulación electrónica de la inyección.

Bocina completa de B+V -Industrietechnik (Simplex)

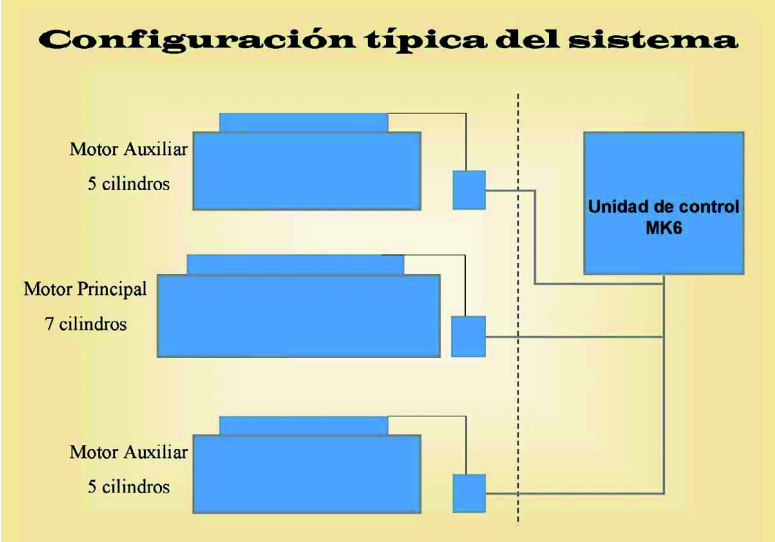
Pasch ha contratado con el grupo Izar la entrega de la primera bocina completa Flexi-Sterntube suministrada en España.

Esta bocina será instalada a bordo del buque quimiquero que se construye en Izar-Gijón para el armador chileno Ultragas. Aún cuando este buque es casi una repetición de construcciones anteriores de este astillero, Izar ha considerado que es muy conveniente la instalación de una bocina prefabricada.

La bocina Flexi-Sterntube desarrollada por B+V-I es la primera bocina estandarizada que puede instalarse a bordo en un plazo extremadamente corto gracias a las siguientes ventajas:

- Está compuesta de tres partes principales: Portacasquillo de proa, tubo central y portacasquillo de popa.

- La bocina se suministra completamente ensamblada y con todos sus componentes: tubo de bocina, casquillos, cierres, tubos para vertido de resina, para rellenado de aceite, para sensor de temperatura...



La primera bocina Flexi-Sterntube suministrada en España se instalará en un quimiquero que está construyendo Izar-Gijón

- Además, una vez definidos los cierres de bocina a utilizar, se integran en la bocina los conductos necesarios para la circulación de aceite a los cierres, de manera que el astillero sólo debe montar los tanques necesarios evitando el montaje de estos tubos en una zona de tan difícil acceso.

- El diseño de la misma está estandarizado por lo que se dispone de planos desde la primera oferta. En la actualidad el rango de diámetros de ejes disponibles es de 126 a 1.000 mm.

- La longitud total necesaria (según los requisitos de cada astillero) se ajusta con facilidad gracias al tubo de bocina intermedio. Estando los tubos de proa, central y de popa unidos mediante resina Chockfast.

- Gracias a la disposición de la brida de proa de la bocina, se absorben las dilataciones y contracciones que puedan provocar los cambios de temperatura y se eliminan las tensiones.

- Para el preajuste de la bocina, se dispone de dos apoyos rodantes de altura ajustable, lo que hace que la introducción en los moyús sea fácil y con menor esfuerzo.

- Gracias al cierre inflable, el proceso de fijación con resina es una operación segura y sin fallos. Además se dispone de un respiradero que facilita la salida del aire y que funciona como testigo de que se ha completado la operación.

- Los casquillos de bocina son calados hidráulicamente de manera que siempre pueden ser extraídos en caso de fallo o para inspección.

- Además las bridas de proa y popa están taladradas para atornillar el cierre de bocina escogido en cada caso así como para fijarlas a la estructura del buque.

Para Naval Gijón se suministran los multiplicadores tipo túnel y los acoplamientos dentados para el eje de cola de las construcciones 603 y 604

Todo ello resulta muy ventajoso para el astillero, tanto por la reducción de costes como por el ahorro de tiempo, tanto de ingeniería como de construcción.

Detector de niebla Graviner Mk 6 de Kidde Fire Protection

Dando un paso más en los sistemas de detección de niebla de aceite en el cárter del motor, Graviner ha desarrollado el

Mk 6, un sistema diseñado especialmente para cámaras de máquinas con 2 o más motores.

El sistema se compone básicamente de una Unidad Central de Control que recibe las señales de los detectores individuales en cada cilindro.

Estos detectores envían una señal electrónica a la unidad central que procesa las señales procedentes de hasta 64 detectores (hasta un máximo de 8 motores) en menos de 4,5 segundos.

La unidad central se instala en la Cámara de Control y tiene capacidad para guardar un archivo histórico de los eventos ocurridos.

Este sistema resulta más sencillo que los hasta ahora existentes dado que no hay conexiones de aire entre la unidad central y los detectores individuales sino tan solo un cable y elimina la necesidad de una unidad por cada motor.

Además, desde la unidad central se pueden realizar todas las operaciones de ajuste o medida lo que evita la necesidad de acercarse al motor aumentando también así la seguridad de la tripulación.

Principales suministros de Pasch

Los principales suministros que Pasch y Cía ha realizado en España, son los siguientes:

Para el buque quimiquero que Izar-Gijón está construyendo para Ultragas (C/367), Pasch suministra, además de la bocina Flexi-sterntube comentada anteriormente, los cierres de bocina también de la casa B + V -I (simplex) del tipo Multisafe + Leakproof que cumplen con las más estrictas normas en cuanto a contaminación marina (incluso en Alaska).

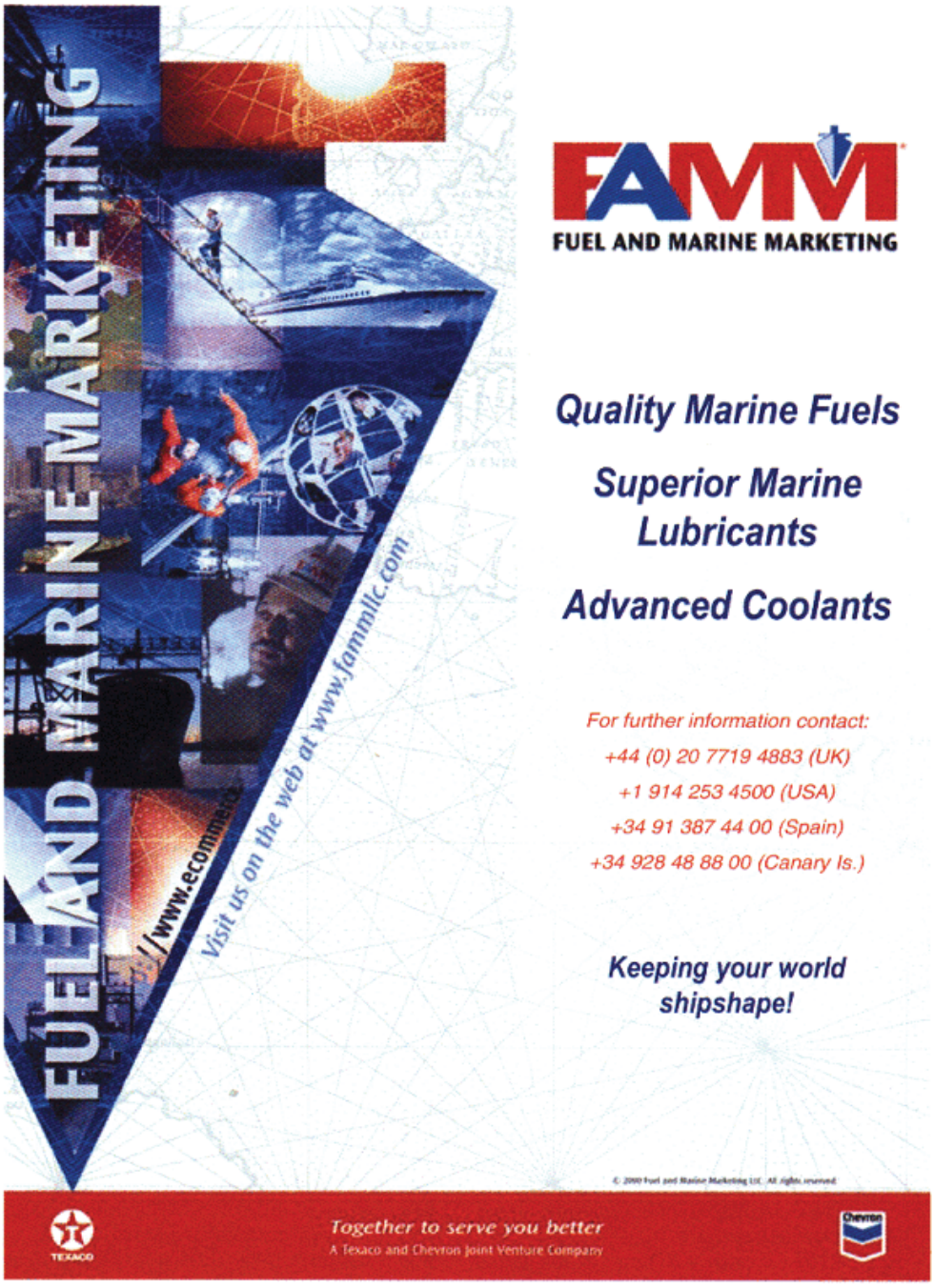
También se va a suministrar el multiplicador de la casa Renk del mismo tipo que los entregados para anteriores construcciones de este astillero, si bien con ciertos cambios requeridos por el armador.

En la tabla que figura más adelante se mencionan otros buques que irán equipados con cierres de B + V -I (simplex).

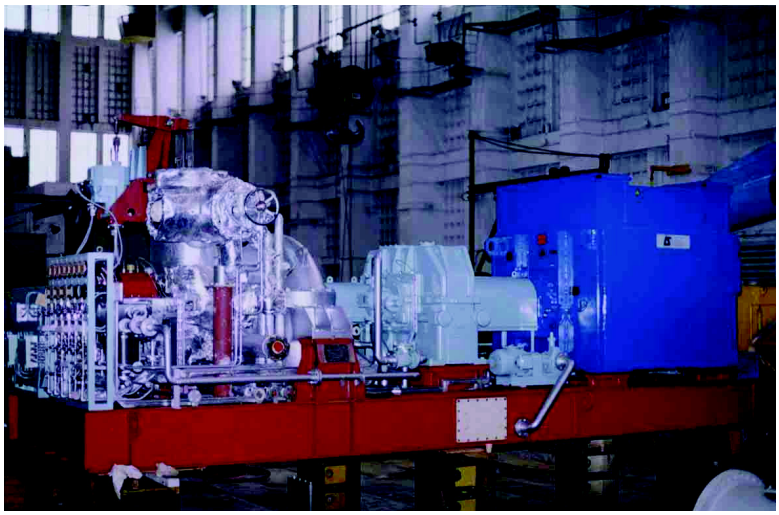
Para las construcciones 603 y 604 de Naval Gijón, Pasch suministra los multiplicadores tipo "túnel" y los acoplamientos dentados para los alternadores de cola. Estos multiplicadores son de la casa Renk y están acoplados a alternadores de 700 kW a 1.800 rpm, teniendo una relación de multiplicación de 1:14,32.

Más información en:
Pasch y Cía, S.A. Capitán Haya, 9
28020 Madrid. Tel.: 91598 37 60.
Fax: 91 555 13 41
e-mail: Paschmad@pasch.es
web: www.pasch.es

Astillero	Const.	Tipo de buque	Armador
Izar-Gijón	366	Draga	Dragages Ports
Izar-Puerto Real	093	Petrolero	Elcano
Zamacona	486	Remolcador	
Izar-Sestao	319	LNG	N.F. Tapias Gas
Izar-Sestao	321	LNG	Knutsen/Marpetrol
Izar-Puerto Real	087	LNG	Elcano
Izar-Puerto Real	103	LNG	Knutsen/Marpetrol
Izar-Puerto Real	105	LNG	N.F. Tapias Gas



Actividades de IZAR Propulsión y Energía Turbinas



Izar Propulsión y Energía Turbinas está localizada en Ferrol y ha participado desde sus orígenes, como antigua integrante de la E.N.Bazan, en la construcción y suministro de los sistemas de propulsión y generación de energía, centrándose en turbinas de vapor y turbinas de gas. Actualmente, Izar Turbinas junto con Izar Manises e Izar Motores, configura la actual División de Izar Propulsión y Energía.

Izar Propulsión y Energía Turbinas ha estado, además, presente en la aplicación de estos productos y tecnologías a otros mercados y aplicaciones de generación como, por ejemplo, en grandes centrales eléctricas, en plantas de cogeneración y en diversas aplicaciones industriales.

En este sentido hay que destacar que más del 80% de las plantas de generación eléctrica, centrales eléctricas de ciclo fósil y nuclear, instaladas en el territorio español están equipadas con las turbinas de vapor y otros equipos auxiliares construidos en las instalaciones de Izar Turbinas en Ferrol.

Las actividades principales de Izar Propulsión y Energía Turbinas se centran en la fabricación, suministro, instalación y servicio posventa de turbinas y sus componentes, enfocadas a la aplicación de:

- Propulsión de buques militares y civiles.
- Centrales térmicas y nucleares para la generación eléctrica.
- Ciclos combinados.
- Plantas de biomasa.
- Parques eólicos.
- Servicio y componentes.

En cada uno de los epígrafes antes señalados, Izar Propulsión y Energía Turbinas acomete una serie de contratos y programas que proporcionan a la Unidad de Negocio una gran actividad así como un nivel de ocupación muy importante.

Específicamente y dentro del segmento de Propulsión de Buques Militares y Civiles se acometen como aplicaciones más recientes en cada sector lo siguiente:

Sector de Defensa

Dentro del programa de Fragatas de la serie F-100 de la Armada Española, se está procediendo a la construcción y suministro de diversos elementos como engranajes reductores, líneas de ejes y el encapsulado de las turbinas de gas de propulsión LM2500.

Las actividades principales de Izar Propulsión y Energía Turbinas se centran en la fabricación de suministro, instalación y servicio postventa de turbinas y sus componentes

Así mismo se incluye la construcción, montaje y pruebas de los equipos de refrigeración para el sistema de combate AEGIS. En este apartado es de destacar que esta línea de actividad implica no sólo a los programas nacionales que desarrolla Izar, sino también a otros programa y buques de la US Navy.

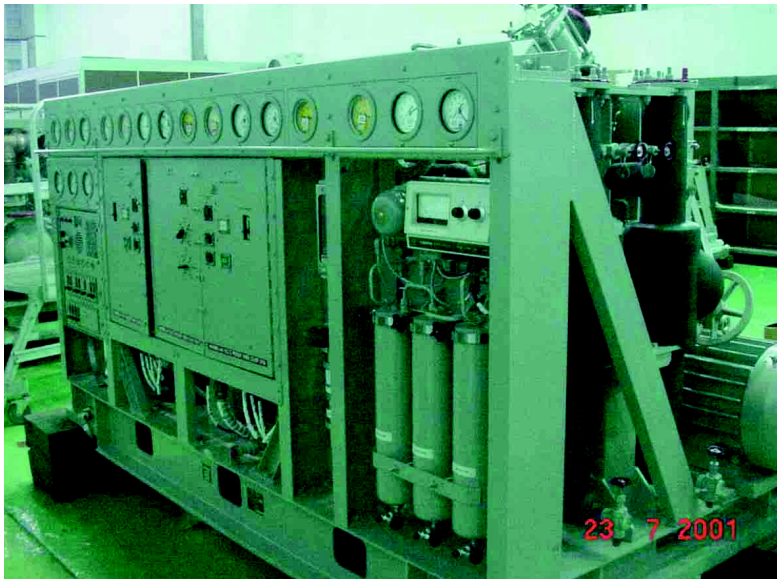
Sector Civil

En este segmento podemos enumerar, como más significativo y actual, el programa de construcción de las plantas con turbinas de vapor para los buques gaseros de 138.000 m^3 que se están construyendo en los astilleros de Izar-Sestao e Izar-Puerto Real.

Este programa, aparte de su importancia, supone el reinicio de la actividad de construcción de turbinas de vapor para propulsión de buques, en el cual Izar Turbinas ya estuvo presente hace años con el suministro de equipos de este tipo para la serie de las primeras fragatas, tipo DEG7, para la Armada Española que se equiparon con turbinas Izar-Westinghouse de 25,7 MW (35.000 SHP), así como para la propulsión de grandes buques petroleros con turbinas Izar-Kawasaki de 23,5/26,5 MW (32.000/36.000 SHP), todos ellos construidos en los últimos años de la década de los 70 y que han supuesto la fabricación de más de 20 unidades propulsoras.

El programa actual de plantas propulsoras con turbinas de vapor se refiere, en principio, a seis buques gaseros contratados con destino final a Repsol-Ypf y Unión Fenosa, entre otros, y para los armadores Elcano, N.Tapias y Knutsen, para el transporte y abastecimiento de gas licuado a las plantas de regasificacion de la red nacional.

El marco de la actividad de Izar Propulsión y Energía Turbinas para este programa se centra en la construcción, mecanizado, montaje y prueba final del paquete propulsor tipo UA-400 de Izar-Kawasaki, cuyas turbinas, que reciben



el vapor a alta presión y temperatura (62 bar y 512 ºC) entregan a la hélice una potencia continua de 28.000 kW, con una velocidad de 83 rpm.

Los componentes más significativos del paquete propulsor UA-400 Izar-Kawasaki, en los que se trabaja en la actualidad, son los siguientes:

- Turbina de AP (Alta Presión) + válvula principal de maniobra y válvulas de admisión/regulación.
- Turbina de BP (Baja Presión) + turbina de ciar.
- Engranaje reductor principal + chumacera de empuje, incluyendo acoplamientos con turbinas.
- Condensador de superficie, de tubos de titanio.
- Sistemas de tuberías de alta presión.
- Sistema de aceite de lubricación y control.
- Sistema de extracciones de turbinas de AP y BP.
- Sistemas de vapor auxiliar.
- Instrumentación.
- Repuestos.
- Montaje completo.
- Prueba mecánica del conjunto, con vapor, en banco de pruebas de Izar Turbinas.

Está previsto que a lo largo del 2002 se entreguen cuatro unidades y otras dos adicionales en el primer cuatrimestre del 2003.

Finalmente hay que destacar que, dado el interés creciente por las energías renovables, Izar Propulsión y Energía Turbinas tomó en su día un posicionamiento estratégico al respecto, introduciéndose en este campo y centrándose en su aplicación en la generación de electricidad. De hecho, otras líneas de fabricación importantes están constituidas por la fabricación de turbinas eólicas, para el aprovechamiento de la energía derivada del viento y de turbinas de vapor para plantas de biomasa, para el aprovechamiento de la incineración de los residuos forestales, residuos industriales del sector maderero, residuos agrícolas y residuos sólidos urbanos, etc.

Proyectos de Izar Propulsión y Energía Manises

Izar Propulsión y Energía Manises está apostando claramente por la diversificación, tanto en productos como en servicios comerciales. En esta línea de actuación participa activamente en la construcción de buques, no sólo suministrando los motores sino también los paquetes propulsivos completos, además de realizar el montaje de estos en la mayoría de los casos. De esta forma, Izar Manises proporciona a sus clientes un servicio completo.

Entre los últimos proyectos de paquetes propulsivos destacan:

Draga (C/366 de Izar Gijón)

Se trata de una Draga de succión de 8.500 m^3 que está construyendo Astillero Gijón para Krupp. El buque está siendo clasificado por el Bureau Veritas.

Izar Manises está realizando el equipo de propulsión para una Draga de Izar Gijón con ejes de 9.300 mm

La propulsión del buque consiste en dos líneas de ejes, cada una de ellas integrada por un motor propulsor eléctrico de 2.500 kW y un reductor, que suministra a la hélice 155 rpm. Cada línea de ejes está formada por un único eje de 9.300 mm cuyo acoplamiento al reductor se realiza mediante un mangón hidráulico SKF OKF 245. Además, cada una de ellas está provista de un freno neumático dimensionado para frenar la línea estando ésta sin carga y con un 50% de las revoluciones nominales.

Cada bocina tiene una longitud de 6.604 mm y contiene dos apoyos, uno a proa y otro a popa de metal blanco antifricción, estando lubricada por aceite. La estanqueidad de la bocina se consigue mediante dos cierres Simplex-Compact.

Las hélices tienen un diámetro de 3.400 mm y 4 palas fijas, fabricadas en CuNiAl por Marin.

Izar-Manises suministra las líneas de ejes y sus accesorios, llevando a cabo también el montaje de todo el conjunto.

Quimiquero (C/367 de Izar Gijón)

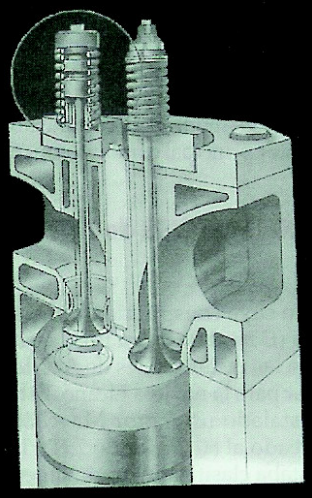
Se trata de un quimiquero de 22.700 m^3 que está construyendo Izar-Gijón para Ultragas, clasificado por Det Norske Veritas.

Izar-Manises suministra y se encargará del montaje de todo el paquete propulsivo, compuesto por los siguientes equipos:

- Motor propulsor Izar Manises-MAN B&W 6S50MC-C dando 9.480 kW a 127 rpm, optimizado al 90 %.
- Línea de ejes de 12.500 mm de longitud, formada por un carrete, un eje intermedio, el eje de distribución de aceite y el eje de cola. Sobre el eje intermedio está montado un acoplamiento flexible Vulkan que enlaza con un multiplicador Renk para la toma de fuerza de un alternador de cola.

MÄRKISCHES WERK, HALVER

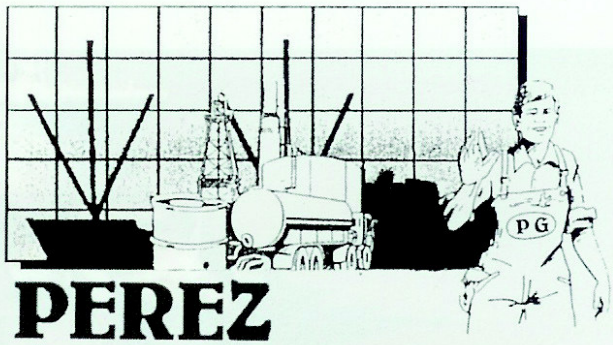
- Líder mundial en la fabricación de componentes para motores Diesel y de Gas
- 50 años de experiencia garantizan su fiabilidad
- Con más de 250 Tipos diferentes de Motores en su programa de fabricación



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

Cascos Naval, S.L.

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



PEREZ GALIANA, S.A.

Montserrat, 7 – 08340 Vilassar de Mar
Barcelona (Spain)
E-mail: perez.galiana@perezgaliana.com

Tel: +34 93 759 14 00
Fax: +34 93 759 04 08
Móvil: 609 30 11 39

REPUESTOS

Equipos para el tratamiento por medios mecánicos del cumbustible diésel y pesado para buques

FUEL MAG

PCi PURIFIER

NELSON Industries, Inc.

CEN-TRA-MAR

CENTRAL DE TRANSMISIONES MARINAS, S.L.

Invención, 12
Pol. Ind. "Los Olivos"
28906 Getafe (Madrid)
Tel.: 91 665 33 30
Fax: 91 681 45 55
centramar@centramar.com
www.centramar.com

- Bocina con una longitud de 5.520 mm suministrada por Svenka Bearings. Se trata de un modelo de bocina completa Flexi-stertube que lleva integrados todos los accesorios necesarios para su montaje y operación. Los cierres de bocina son Simplex-Compact especiales, siendo el de popa el modelo Leak-proof de 4 labios con cuerpo de bronce y partido. La bocina cuenta con dos apoyos en bocina de metal blanco antifricción. El acoplamiento entre el eje de distribución de aceite se realiza mediante un acoplamiento hidráulico SKF OKCA 410. Los ejes están dimensionados para trabajar a un 110 % de la S-MCR.
- Hélice de paso controlable de 4 palas y 5.200 mm de diámetro, suministrada por Rolls-Royce junto con todo el sistema de control remoto.
- Hélice de proa, que será suministrada también por Rolls-Royce. Se trata de una hélice de 1.850 mm de diámetro con palas orientables de accionamiento hidráulico.

LPG (C/1589 de H. J. Barreras)

Se trata de un LPG de 7.000 m^3 que será construido por el astillero H. J. Barreras, y que será clasificado por la sociedad de clasificación Bureau Veritas.

Izar-Manises suministrará la planta de propulsión completa además de los auxiliares de cámara de máquinas y se encargará también del montaje de los equipos.

La planta de propulsión de este buque consiste en:

- Motor Izar Manises B&W 8S35MC de 5.920 kW a 173 rpm, optimizado al 90 %.
- Línea de ejes de 10.800 mm de longitud, formada por un eje de cola y un eje intermedio, unidos por medio de un mangón SKF.

Izar Manises suministrará y se encargará del montaje de todo el paquete propulsivo del quimiquero que está construyendo Izar Gijón

Para H.J. Barreras se va a suministrar la planta de propulsión completa, los auxiliares de cámara de máquinas y realizará el montaje de los equipos

- Hélice de palas fijas de 4.250 mm de diámetro, diseñada y suministrada por Rolls-Royce.
- Cierres de bocina Simplex-Compact, siendo el de popa bipartido. La bocina tiene una longitud de 3.700 mm, por lo que se ha optado por poner un único apoyo a popa de bocina y una chumacera de apoyo a la salida de la misma, consiguiendo así una mayor flexibilidad de la línea y un mejor comportamiento dinámico.

En cuanto a los auxiliares de cámara de máquinas, Izar Manises suministrará el sistema de refrigeración centralizada incluyendo un módulo de precalentamiento de agua de cilindros, el sistema de lubricación del motor principal (bancada y cilindros), y el módulo de combustible que alimentará tanto al motor principal como a los motores auxiliares.

Quimiquero de 22.600 TPM (C/93 de Astillero Puerto Real)

Se trata de un quimiquero cuya construcción comenzó en el astillero de Kherson (Ucrania) y cuya finalización se está llevando a cabo en las instalaciones de Astillero Puerto Real del Grupo Izar para la naviera Elcano. El buque traía consigo ya instalado un motor Man B&W 6L60MC Mark III derrateado al 60 %, dando 7.600 kW a 111 rpm. Este buque estaba clasificado originalmente por el Registro Ruso, asumiendo el Bureau Veritas su clasificación.

Izar Manises ha suministrado y efectuará el montaje de la línea de ejes, la hélice, la bocina con sus cierres (contando con un casquillo sintético en su popa y cierres Simplex-Compact) y la chumacera del eje intermedio en el área del sistema de propulsión; y el timón, la mecha, el pinzote y el servomotor en el área de gobierno.

Petroleros (C/2497-2501 de Litton Avondale (USA))

Se trata de 5 buques tipo *shuttle-tanker* (quimiqueros en ruta de ida y vuelta entre Alaska y la Costa Oeste de USA) de 125.000 tpm que está construyendo Litton Avondale para el armador estadounidense Polar Tanker. La sociedad de clasificación es ABS.

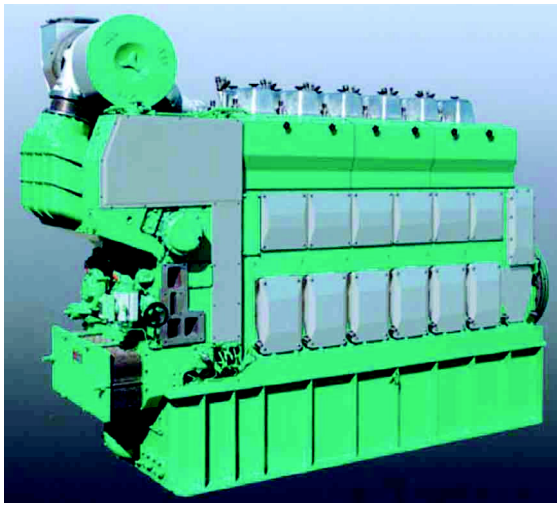
Izar Manises suministrará el paquete propulsivo de todos lo buques, consistente en:

- 2 motores MAN B&W 7S50MC-C, cada uno de ellos con una potencia de 15.015 BHP. Los motores de los buques 2º, 4º y 5º han sido fabricados directamente por Izar-Manises.
- Generador de 8.600 kW a 1.200 rpm, marca ABB.
- Acoplamiento elástico de tipo túnel, marca Vulkan. En el momento del diseño del sistema propulsivo era el acoplamiento más grande jamás construido en el mundo.
- Multiplicador en 2 etapas con embrague de fricción incorporado, marca Renk. Este embrague permite la conexión de las hélices sin necesidad de parar los motores.
- Sistema de control integrado de la planta, marca Norcontrol.

El resultado final es que la planta puede utilizarse como grupo generador, como grupo propulsor o como combinación de ambos.

Además del diseño completo de la cámara de máquinas, el montaje de los motores a bordo, la realización de cálculos de vibraciones y la coordinación de todos los equipos suministrados, Izar Manises lleva a cabo también la coordinación con todos los suministradores directos del astillero.

Nuevo motor Bergen C de Rolls-Royce: fiabilidad ante todo



Rolls Royce ya ha recibido pedidos para suministrar 4 motores Bergen C de 9 cilindros

Tras tres años intensos de investigación y desarrollo, el nuevo motor Bergen C25:33 L de Rolls-Royce fue presentado el pasado verano en el salón internacional Nor-Shipping, y la compañía ya ha recibido el pedido para el suministro de las cuatro primeras unidades de 9 cilindros, que formarán parte del sistema de propulsión diesel-eléctrica de un buque offshore para Noruega.

El nuevo motor se ha desarrollado en cooperación con la empresa surcoreana Hyundai Heavy Industries, utilizando los últimos adelantos en técnica, materiales y herramientas. Se realizaron dos prototipos de forma independiente, que fueron probados en las instalaciones de Rolls-Royce en Bergen y en las de Hyundai.

La característica primordial de esta serie es la versatilidad. El motor está pensado para operar como motor auxiliar marino, quemando fuel pesado. Sin embargo, se puede utilizar también en otras aplicaciones como motor principal de una instalación diesel-eléctrica. Además, el diseño del motor incluye una variante como motor mixto quemando gas y fuel para instalaciones terrestres.

El rango de velocidades del motor está centrado entre las 900 y 1000 rpm, a 50-60 Hz, por ser el intervalo de mayor compromiso dentro de las preferencias de la industria auxiliar pesada para trabajar a bajas velocidades, y el de menor precio por kW. Existe también otros modelos para trabajar entre 720 y 750 rpm.

Las principales características de diseño del motor son las siguientes:

- Fiabilidad y duración
- Alta disponibilidad tras largos intervalos de servicio
- Unidad compacta
- Coste de producción competitivo
- Costes de operación económicos: consumo de fuel, aceite y repuestos
- Fácil instalación, operación y mantenimiento
- Sistema de monitorización y control electrónico.

El diseño del C25:33 L es compacto, con el bastidor de fundición nodular resistente. El receptor del aire de carga, los conductos de aceite lubricante y las tuberías del aire de refrigeración están integradas dentro de la propia estructura, para reducir empacho. El cigüeñal es de acero de grano continuo forjado, con los contrapesos de balance también de acero y trabaja con el mismo material en los cojinetes que en la serie K, lo que permite conservar la misma distancia al centro del cilindro que tiene dicha serie. Esto supone un aumento de rigidez y de compactibilidad.

Otro de los atractivos del C25:33 L es el tiempo entre revisiones completas, tanto si el motor opera quemando fuel pesado, como si no. Los tiempos oscilan entre las 15.000 y 30.000 horas de servicio. Estos tiempos se han conseguido analizando al máximo las características tecnológicas de los materiales del motor. El tiempo muerto durante la revisión también se reduce al mínimo con el concepto unitario de cada cilindro, que permite cambiar totalmente cada unidad de forma independiente.

El aire de carga se enfría en dos etapas, existiendo en todo momento un control electrónico de la temperatura

Cada unidad comprende el pistón, la camisa y la cabeza del cilindro. Las piezas se encastran en la camisa del cilindro y se sujetan a la cabeza del cilindro mediante cuatro pernos. Cada unidad tiene mecanizados los conductos para el agua y el aire de refrigeración y están comunicados con los cilindro adyacentes mediante conexiones rápidas. La línea de cilindros está refrigerada por agua en las camisas, lo que permite una refrigeración intensa y alta resistencia sin necesidad de colocar aros de refuerzo en las zonas críticas.

Motor	C25:33L5A	C25:33L6A	C25:33L8A	C25:33L9A	C25:33L5A	C25:33L6A	C25:33L8A	C25:33L9A
Nº cilindros	5	6	8	9	5	6	8	9
rpm	720 / 750	720 / 750	720 / 750	720 / 750	900 / 1.000	900 / 1.000	900 / 1.000	900 / 1.000
Vel m. pistón (m/s)	8	8	8	8	10 / 11	10 / 11	10 / 11	10 / 11
MCR (kW)	1.100 / 1.145	1.440 / 1.500	1.920 / 2.000	2.160 / 2.250	1.350 / 1.500	1.740 / 1.800	2.320 / 2.400	2.610 / 2.700
PME (bar)	22,6 / 22,6	24,7 / 24,7	24,7 / 24,7	24,7 / 24,7	22,2 / 20,6	23,9 / 22,2	23,9 / 22,2	23,9 / 22,2
Cons. fuel (g/kWh)	185 / 186	182 / 183	182 / 183	182 / 183	188 / 190	185 / 187	185 / 187	185 / 187
Cons. aceite (g/kWh)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
T agua refrig. (ºC)	90	90	90	90	90	90	90	90

Motor	C25:33L6P	C25:33L8P	C25:33L9P
Nº cilindros	6	8	9
rpm	900 / 1.000	900 / 1.000	900 / 1.000
Vel media pistón (m/s)	10 / 11	10 / 11	10 / 11
MCR (kW)	1.740 / 1.800	2.320 / 2.400	2.610 / 2.700
PME (bar)	23,9 / 22,2	23,9 / 22,2	23,9 / 22,2
Cons. espec. fuel (g/kWh)	185 / 187	185 / 187	185 / 187
Cons. espec. aceite (g/kWh)	0,7	0,7	0,7
T salida agua refrig. (ºC)	90	90	90

El pistón consta de una corona de acero con tres anillos y una camisa de hierro colado nodular. El diseño especial del aro rascador, de los aros cromo-cerámicos y el trazado del honing de las camisas hacen factible un alto periodo de vida media y una reducción del consumo de combustible. La junta de cabeza de biela tiene tres piezas, lo que permite un acceso mucho más cómodo al bulón.

Las bombas de combustible son mecánicas, una por cilindro, con un sistema de sincronización sencillo en dos pasos y son controladas de forma automática por el equipo electrónico de regulación del motor. No se ha adaptado sistema de raíl común a este motor porque en el régimen de trabajo del motor, quemando fuel pesado, no supone ninguna ventaja adicional. Lo que sí lleva adaptado es un impulsor en la turbosoplante, de último diseño totalmente radial no refrigerada. El aire de carga se enfría en dos etapas, existiendo en todo momento un control electrónico de la temperatura. Todas estas características son reguladas por el equipo electrónico de gobierno del motor, lo cual supone una rápida respuesta del motor ante cambios súbitos de carga y velocidad, con una emisión mínima de humos visibles.

El cigüeñal se ha realizado en acero de grano continuo forjado con contrapesos de balance, también de acero

Para eliminar escapes se ha reducido el número de juntas mediante un sistema *plug-in* entre los distintos equipos, lo que permite que sean cambiados de forma más sencilla. De esta forma, en caso de inspección o de avería, no es necesario desmontar todo el motor, sino que se tiene un acceso más fácil. Para mayor comodidad, los pernos de anclaje son hidráulicos y las tapas de registro del cigüeñal son amplias.

Características técnicas del motor	
Diámetro	250 mm
Carrera	330 mm
Cilindrada	16,2 l
Rango de velocidades	720-1.000 rpm
Potencia de salida	220-300 kW/cil
Presión media efectiva	22,6-24,7 bar
Consumo específico de fuel	182-186 g/kWh
Velocidad media del pistón	7,9-11 m/s
Presión de ignición	190 bar
Número de cilindros	5, 6, 8, 9 en línea
Potencia total	1.100-2.700 kW

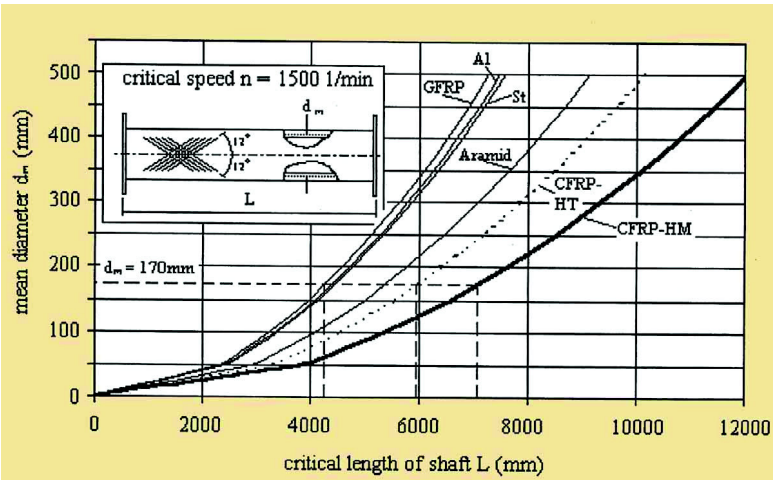
Avances en el uso de materiales ligeros en sistemas de propulsión

R E Arnott B.Sc.(Hons.), M.Sc.
Centa Transmissions Ltd

La fibra de carbono se utiliza en los ejes de propulsión debido, principalmente, a su mayor resistencia a tracción y bajo peso. La primera aplicación importante de un eje de propulsión marino dimensionable se instaló en 1995. Desde entonces se han instalado varios centenares. La empresa Centa Transmissions ha instalado más de 150 ejes, que funcionan sin problemas, contando en este momento con una sólida cartera de pedidos que se ajustan a los requisitos de seis Sociedades de Clasificación: DNV, GL, LRS, RINa, ABS y BV, lo cual refleja la amplitud de áreas de aplicación y ubicaciones geográficas en que están en funcionamiento, observándose un aumento de la confianza en la utilización de ejes de materiales compuestos en un sector muy conservador.

Actualmente, se emplean materiales compuestos únicamente en aplicaciones extraordinarias (aplicaciones que requieran bajo peso) debido al coste relativamente elevado en comparación con el de ejes convencionales. Estos costes son relativos si se consideran las siguientes ventajas.

El gráfico muestra la longitud de eje 'abarcable' para diferentes materiales



Ingeniería

El debate se centra ahora en los ejes de propulsión de fibra de carbono, ya que este material se utiliza únicamente en aplicaciones especiales como en dragaminas en los que sus propiedades físicas suponen una ventaja y en donde los ejes de propulsión, por regla general, no son tan largos (ya que las embarcaciones son más pequeñas).

• Ahorro de peso:

En un eje de propulsión típico, el ahorro de peso es de aproximadamente el 70% comparado con los ejes de acero convencionales. Además se estima que el ahorro puede llegar a ser de hasta un 87%. Dado que un eje de propulsión convencional pesa varias toneladas, es evidente que el ahorro alcanzable con los ejes de fibra de carbono es considerable. Como cabe esperar, el ahorro depende de la aplicación y si se elige la instalación de ejes de propulsión de materiales compuestos, mayores son las posibilidades de ahorro de peso.

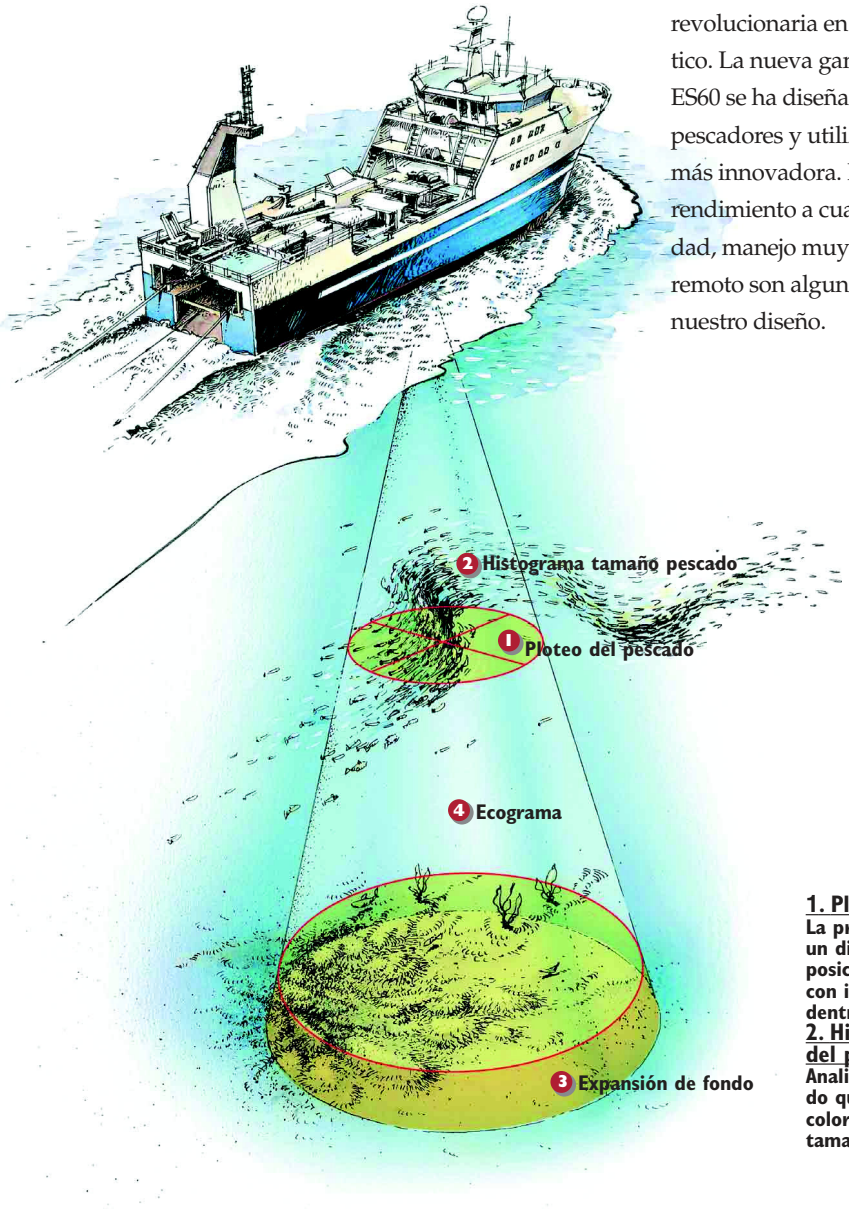
Al tener propiedades de alta resistencia mecánica y bajo peso, pueden lograrse ejes de mayor longitud, como se muestra en la figura. El examen del gráfico muestra un tubo con un diámetro medio de 170 mm, un eje de fibra de carbono del tipo PAN II puede abarcar una distancia de 7 m mientras que en acero la longitud crítica del eje es de 4,2 m. Además se muestran longitudes de eje para los materiales aluminio, fibra de vidrio, etc.

Puede considerarse el ahorro de peso secundario en la estructura de acero de soporte, el menor número de roda-

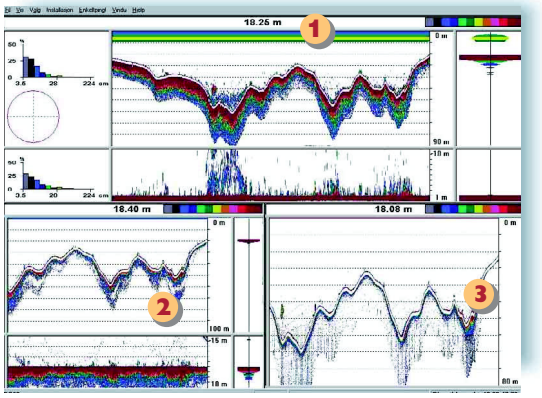
Nueva serie de ecosondas Simrad ES60 la pesca más allá del 2001

Simrad es, una vez más, pionera y revolucionaria en el sector hidroacústico. La nueva gama de ecosondas ES60 se ha diseñado pensando en los pescadores y utilizando la tecnología más innovadora. Máximo rendimiento a cualquier profundidad, manejo muy sencillo y control remoto son algunas de las claves de nuestro diseño.

La versión de haz partido (Spilt Beam) es una ecosonda calibrada que identifica los tamaños reales del pescado con los colores del eco. Además, calcula la densidad del pescado en toneladas por millas náuticas cuadradas. El ploteo muestra los blancos individuales de pescado para poder distinguirlo del cebo.



Presentación multi-frecuencia



Pesca inmejorable gracias a la presentación multi-frecuencia.
1. 18 KHz splitbeam 2. 38 KHz mono-haz
3. 200 KHz mono-haz

1. Ploteo del pescado
La presentación del ploteo en un display de seguimiento de la posición individual del pescado, con indicación de dónde están dentro del haz de la sonda.

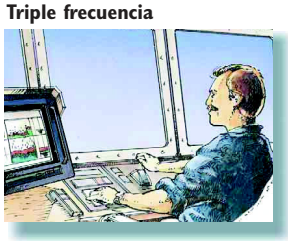
2. Histograma del tamaño del pescado
Analizador de tamaño del pescado que lo identifica mediante el color del eco y distribuye el tamaño por diagrama de barras.

3. Expansión del fondo
La escala de expansión de un área del fondo ofrece información detallada sobre el pescado que se mueve por el fondo.

4. Ecograma
Detección de pescado de fondo, multi-frecuencia, de alto rendimiento con larga y dinámica escala.
Detección individual de peces por debajo de los 1.000 m.

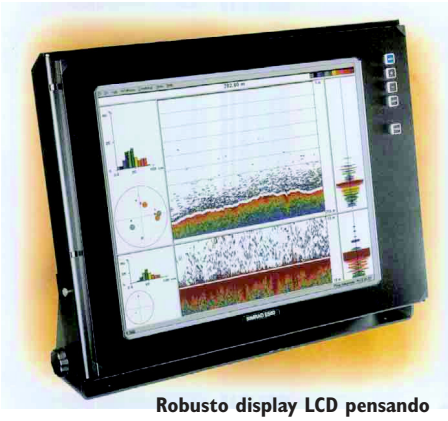
Doble frecuencia

Triple frecuencia



Cuatro frecuencias con dos monitores

Las ES60 básicas disponen de dos transceptores internos. Además, podemos añadir múltiples transceptores externos, con una o dos frecuencias, de haz simple o partido. Con más displays y operaciones, es posible visualizar cualquier combinación de frecuencias desde cada uno de los monitores.



Robusto display LCD pensando en el medio ambiente marino.

Para más información:

Delegación Galicia
Travesia Bouzas alm.71
36208 Vigo Pontevedra
Tel. 986 21 41 73
Fax. 986 21 41 67

Delegación Castellón
Churruca, 48 Bajos
12100 Grao de Castellón
Tel. 964 28 48 73
Fax. 964 28 64 85

Simrad Spain, S.L.
Partida torres nº38, nave 8 y 9
03570 Villajoyosa (Alicante)
Tel. 966 81 01 49
Fax. 966 85 23 04

www.simrad.com

ALWAYS AT THE FOREFRONT OF TECHNOLOGY

SIMRAD
A KONGSBERG Company

mientos y pedestales de eje, el menor número de bridas de eje, etc. En ciertas aplicaciones, los ahorros de peso en la estructura de acero de soporte pueden ser mayores que el ahorro de peso en los ejes.

Clave para los símbolos del gráfico					
GFRP	**Al**	**St**	**Aramid**	**CFRP-HT**	**CFRP-HM**
Fibra vidrio	Aluminio	Acero carbono	Kevlar 49	Fibra carbono – alta resistencia a la tracción	Fibra de carbono – alto módulo de Young

Ventajas secundarias

El ahorro de peso no es la única ventaja del nuevo material. Existen otras ventajas secundarias cuando se trabaja con componentes de bajo peso.

Menores costes de instalación:

- Menos componentes.
- Menor número de rodamientos de eje, lo que exige menos cableado para controlar la temperatura.
- Manipulación más fácil gracias a su menor peso.

Utilizando el enfoque de la "ingeniería de sistemas", puede aumentarse la flexibilidad en el eje de propulsión reduciendo las cargas sobre los rodamientos producidas por una desalineación y aumentando así su vida útil.

Menores costes de mantenimiento:

- Menor monitorización.

El ahorro de peso de un eje de propulsión de material compuesto es de en torno al 70 %

- Bajo coeficiente de dilatación térmica. Menores fuerzas de dilatación y menores cargas sobre los rodamientos.
- Mayor resistencia a la fatiga.
- Menores costes de explotación.
- Menos rodamientos, lo que supone menores pérdidas en ellos.

Niveles de rendimiento superiores:

- Se produce menos ruido. Al existir menos rodamientos hay menos vías de ruido hacia la estructura de la embarcación.
- Mejor nivel de equilibrio dinámico: gracias al método de fabricación que impide la aparición de inclusiones/imperfecciones que se observan en los ejes convencionales.

Conclusión

En resumen, la presentación de esta concepción de los ejes de propulsión acaba de iniciarse. Son necesarios unos cascos más ligeros y flexibles e impulsar al sector a adoptar soluciones innovadoras. Todavía hay numerosas áreas que explorar, ya que las actuales aplicaciones comerciales de ejes de fibra de carbono están dentro de la estructura de las embarcaciones, no expuestos al agua salina, y sin recibir el empuje de la hélice o incluir esfuerzos de flexión inducidos por la hélice. El estímulo de un bajo peso lo han dado los ferries rápidos de propulsión a chorro, cuyas exigencias hacen que estén dispuestos a pagar un plus por la nueva tecnología. La experiencia en estas aplicaciones presenta otras ventajas para los diseñadores/propietarios de embarcaciones y se espera que el área de aplicación vaya ampliándose ahora que se han reducido las dudas sobre esta tecnología.

SINTEMAR
SISTEMAS INDUSTRIALES & NAVALES

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

COUNTROSE
COJINETES LUBRICADOS POR AGUA
Cojinetes lubricados por agua para bocinas arbotantes y bombas. Interior de goma Dupont con estrías y con envolvente de bronce, latón, acero inoxidable o fenólico.

Devcon
RESINAS EPOXI
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.

TENMAT
COJINETES Y MATERIALES ANTIDESGASTE
Cojinetes sintéticos "Feroform" autolubricados, para aplicaciones en bocinas, arbotantes, bombas, etc...

Butterworth
MAQUINAS LIMPIEZA TANQUES
Máquinas portátiles y fijas para el sistema de limpieza de tanques, mangueras y accesorios.

Trimat
MATERIAL DE FRENOS
Forros de bandas de frenos para toda clase de maquinaria de cubierta y grúas.

M & AS
MOUNTING & ALIGNMENT SYSTEMS
Montaje y alimentación láser en todo tipo de maquinaria

Onyx
Control de Lodos
Mezcladores para control y recuperación de hidrocarburos en los almacenamientos de crudo.

Edificio "UDONDO", Ribera de Axpe, 50 - 48950 Erandio (VIZCAYA) - Tel: 94 480 03 75 - Fax: 94 480 05 59

Ultimas evoluciones en la tecnología de los lubricantes marinos

Javier de Gregorio
Gerente de Lubricantes de FAMM de España, S.R.L.

El mercado presiona continuamente a los fabricantes de motores para reducir el coste por unidad de potencia. Este objetivo se consigue mediante:

- Reducción del coste de fabricación, racionalización de la producción, reducción del número de piezas mediante la automatización.
- Incremento de la potencia desarrollada. Esto va acompañado de un incremento de la presión media efectiva y de la presión máxima de combustión.
- Reducción del consumo específico de fuel manteniendo, al mismo tiempo, el consumo de aceite e, incluso, reduciéndolo.

Además de los factores económicos, el fabricante de motores tiene que cumplir con los crecientes requisitos de la legislación sobre el medio ambiente.

El lubricante, que es una parte integrante del motor, tiene que ser continuamente adaptado para cubrir las exigencias del incremento de los esfuerzos mecánicos y térmicos y los cambios de calidad del fuel.

Fig. 1.- Limpieza del pistón y aro rascador de aceite conseguida con TARO 40 XL 40, a pesar de existir una contaminación por fuel del 4 %

Ultima tecnología de los lubricantes para motores de cogeneración

Como consecuencia de una serie de diseños de motores y cambios en la calidad del combustible, las exigencias para los lubricantes se han modificado significativamente. Estos cambios han generado una serie de problemas como el pulimentado y formación de lacas en camisas, depósitos bajo la cabeza del pistón, suciedad en los calentadores de las purificadoras, aumento del consumo del lubricante, caída del número base del lubricante (TBN), corrosión en caliente de la cabeza del pistón, agarrotamiento de los aros rascadores de aceite y aumento de los depósitos en el pistón. Cada uno de estos problemas ha sido tratado por los fabricantes de los motores y los fabricantes de lubricantes.

En este artículo serán comentados los principales problemas y las soluciones que FAMM (Fuel and Marine Marketing) aporta a los mismos.

Ennegrecimiento del motor por contaminación de fuel

En los modernos motores la presión de la bomba de inyección ha sido elevada hasta los 1.600 bares. Esto provoca un mayor riesgo de fuga del fuel en las bombas que, a su vez, origina una mayor contaminación. Los análisis del lubricante usado en los motores que consumen fuel pesado (HFO), indican una media de contaminación del 2 %.

La mayor parte de los fueles pesados (HFO) han sido obtenidos de las instalaciones de "cracking". Debido a la naturaleza aromática, son incompatibles con los lubricantes parafínicos. Si el fuel se mezcla con el lubricante, los componentes del fuel solubles en el lubricante, que son más del 90 % del fuel, se disuelven en el lubricante. Los asfaltenos del "cracking" se coagulan y forman unas partículas asfalténicas que flotan en el lubricante. Estas partículas son muy pegajosas y forman depósitos negros en todas las superficies metálicas del motor.

El resultado es la formación de depósitos que originan el agarrotamiento de los aros rascadores del pistón, resultando un elevado consumo del lubricante. Forman también depósitos en las ranuras del pistón de la bomba de inyección y en los espacios de refrigeración del mismo, originando, en ocasiones, el agarrotamiento de la bomba. Estos depósitos pueden obstruir los orificios de drenaje de las bombas y originar, como consecuencia, una excesiva contaminación de fuel en el lubricante.

Dispersión de asfaltenos

Para solucionar este problema se ha desarrollado por FAMM una nueva tecnología de lubricantes de cogeneración. En esta última generación de lubricantes, los asfaltenos se dispersan en el lubricante. Usando la gama de lubricantes TARO DP y TARO XL se proporciona una excelente limpieza general, a pesar de existir contaminaciones de hasta un 4 % de fuel pesado. Ver Fig. 1.

Limpieza del pistón

El requisito mínimo aceptable para la limpieza del motor es el cumplimiento de la norma API CF. Los lubricantes para motores de cogeneración de alta calidad exceden los requisitos mínimos considerablemente. Esto se representa en la tabla 1, donde se muestra el cumplimiento de la norma API CF del nuevo lubricante FAMM TARO 30 DP 40 (30 TBN, SAE 40).

Tabla 1.- Cumplimiento de la norma API CF probando el TARO 30 DP 40, un lubricante con TBN 30 y SAE 40 para motores de tronco de media velocidad

Caterpillar	Nuevo TARO	Límites
1M-Pc Testing	**30DP40**	
Total Weight Demerits	58,8	240 máx.
Top Groove Fill, %	0	70 máx.
Ring Side Clearance Loss, mm	0	0,013 máx.
CRC L-38 Testing		
Bearing Weight Loss, mg	12,7	43,7
Piston Skirt + Varnish (1)	9,85	

Depósitos en la corona del pistón

Debido al continuo incremento de la potencia, se incrementa también la temperatura de la cámara de refrigeración del pistón. La temperatura típica de la cabeza del pistón es de unos 250ºC. En la reciente generación de motores se

han registrado temperaturas de hasta 300ºC. Este incremento de temperatura puede originar depósitos de carbón en la corona del pistón, debido a la carbonización térmica del lubricante o a la adherencia de las partículas de asfaltenos originados por la contaminación del fuel. Los depósitos de carbón forman una capa aislante, por lo que aumenta la temperatura del pistón.

Corrosión de la cabeza de pistón

Los depósitos bajo la cabeza del pistón, en combinación con el funcionamiento con alta carga, pueden conducir a la corrosión de la cabeza del pistón. Estos depósitos producen una reducción en el efecto de refrigeración, resultando un incremento de la temperatura del pistón de 100 ºC. Por encima de los 450 ºC, algunas sales de sodio/vanadio producen una fusión con el material de la cabeza del pistón, originando una corrosión en caliente en la parte del pistón. El uso de los lubricantes de última generación TARO de FAMM elimina este riesgo.

Pulimentado de la camisa

El pulimentado de la camisa aumenta el desgaste de ésta, haciendo desaparecer el dibujo de la rugosidad. Esto último es de extrema importancia para mantener una película de aceite en la camisa. La desaparición de la superficie rugosa provoca un considerable aumento del consumo del lubricante.

Debido al aumento de las presiones de combustión, el pulimentado de la camisa está resultando un problema creciente en los modernos motores de cogeneración.

FAMM utiliza la prueba de Ford Tornado para evaluar las propiedades antipulimentación de sus lubricantes. Los resultados obtenidos con los lubricantes FAMM, para motores con TBN 16 y 40 en las pruebas del Ford Tornado se muestran en la figura 2.

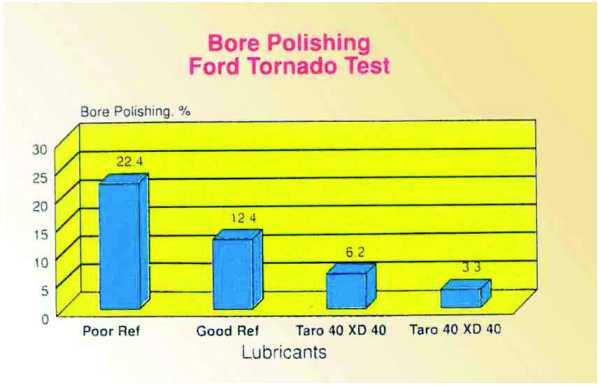


Fig. 2.- Cumplimiento del grado de pulimentación de la camisa del lubricante TARO 16 XD 40, un lubricante de TBN 16 y SAE 40 y del TARO 40 XL 40, un lubricante de TBN 40 y SAE 40, en la prueba de pulimentación de la camisa realizada en el motor Ford Tornado

Retención de la alcalinidad

Para combatir permanentemente la corrosión y el desgaste de la camisa se requiere una suficiente alcalinidad. Para los motores que queman fuel pesado, la mayoría de los fabricantes recomiendan un TBN mínimo de 18 a 20 en servicio. La caída del TBN depende principalmente del contenido de azufre del fuel y del consumo del aceite en el motor. La introducción del anillo antipulimentación, que reduce considerablemente el consumo de lubricante, provoca una caída del TBN en servicio por falta de reposición de aceite nuevo, reposición que haría recuperar las características del aceite en servicio normal.

Conclusiones

Con la gama de lubricantes TARO de FAMM de reciente tecnología puede obtenerse excelentes resultados de desgaste en los más modernos diseños de motores, excelentes condiciones, igualmente, de limpieza interna del motor, limitando principalmente las corrosiones en caliente de las cabezas del pistón y minimizando considerablemente la necesidad de drenajes y reposiciones del aceite en servicio. Sus excelentes comportamientos consiguen que sus viscosidades se mantengan en los parámetros deseados.

Cepsa Lubricantes lanza al mercado su nuevo lubricante ERTOIL KORAL HDL 40

Cepsa Lubricantes, siguiendo muy de cerca las necesidades del mercado, dedica importantes recursos a la investigación para el desarrollo de productos de vanguardia. Como fruto de este compromiso tecnológico, y al amparo del crecimiento de la cuota de mercado de sus lubricantes para usos marinos, ha desarrollado el nuevo lubricante ERTOIL KORAL HDL 40. Este lubricante viene a cubrir la demanda de un producto de muy alta calidad, especialmente formulado para su aplicación en motores diesel marinos de 4 tiempos de nueva generación, que operen bajo condiciones extremas de alta velocidad y presiones medias efectivas elevadas utilizando combustibles destilados marinos.

El nuevo ERTOIL KORAL HDL 40 posee el nivel de calidad API CF y está homologado por MTU como "Type II High Performance Category" y cumple satisfactoriamente los requerimientos del Test de Microoxidación de Caterpillar.

Su formulación confiere una especial protección del motor frente a la formación de lacas en camisas, reduciendo considerablemente el consumo de aceite por esta causa. De igual manera, aporta una especial protección frente a la formación de barros y depósitos como consecuencia de una alta estabilidad de las propiedades detergentes-dispersantes del aceite.

Entre las principales propiedades del ERTOIL KORAL HDL 40 podemos destacar:

- Alta estabilidad térmica y capacidad antidesgaste.
- Reduce el consumo de aceite y alarga los periodos de cambio.
- Disminuye la formación de lacas en camisas.
- Alarga periodos de revisión de los motores.
- Excelente demulsibilidad y resistencia a la corrosión y herrumbre.

Los aceites de la serie KORAL HDL están recomendados principalmente para su aplicación en motores diesel de tronco, fundamentalmente los instalados en los modernos buques fast ferries, como son los motores CAT 3600, motores Man B&W, motores Deutz, etc.

Arrastrero congelador *Cachacho* construido por Nodosa

El pasado 24 de noviembre tuvo lugar en Astilleros Nodosa la entrega del arrastrero congelador de altura *Cachacho* (construcción nº 235), primero de los dos arrastreros de idénticas características contratados por la empresa armadora Pesquerías Carral S.A. El *Cachacho* es un moderno buque pesquero congelador de 38,5 m de eslora, proyectado para la pesca de arrastre de fondo por popa y destinado a faenar en los caladeros del Gran Sol, teniendo como puerto base Vigo.

Astilleros Nodosa continúa con su plan de inversiones para ampliar sus instalaciones atendiendo así la demanda de mercado con un nivel óptimo de servicio. Además, está integrando sus sistemas de Calidad, Medio Ambiente y Prevención de Riesgos Laborales en un solo Sistema de Gestión de Calidad Total, con el apoyo de *Bureau Veritas* y conforme a la normativa ISO 14001.

Nodosa entregó también en el pasado mes de diciembre un pesquero de 21 m de eslora y durante el primer semestre del 2002 tiene previsto entregar otros siete buques pesqueros más a diferentes armadores.

Disposición general

El buque *Cachacho* está construido con casco de acero, con dos cubiertas corridas de proa a popa. La proa es lanzada y con bulbo mientras que la popa es recta, provista de una rampa central para largado e izado del aparejo de pesca y buenas salidas de agua.

El *Cachacho* es el primero de los dos arrastreros congeladores contratados por Pesquerías Carral S.A.

Sobre la caseta puente está colocado el palo bípode con mastelero para soporte de luces de navegación, antenas y proyectores para las faenas de pesca; los árboles para el soporte de antenas; el hongo de ventilación de la acomodación y el grupo de baterías y bitácora.

Características principales	
Eslora total	38,35 m
Eslora entre perpendiculares	32,00 m
Manga de trazado	8,40 m
Puntal a la cubierta principal	3,70 m
Puntal a la cubierta superior	5,90 m
Calado de diseño	3,05 m
Peso en rosca	406,2 t
Desplazamiento a plena carga	672,6 t
Potencia propulsora	815 CV
Velocidad en pruebas	13 nudos
Arqueo	410 GT/251 TRB
Volumen bajo cubierta de arqueo	1.324 m³
Tripulación	12 personas

Capacidades	
Bodega de pesca para fresco	133 m³
Bodega de pesca para congelado	100 m³
Combustible	143 m³
Agua dulce	9 m³
Agua de lastre	12 m³
Aceite	5 m³

Sobre la cubierta puente se ha dispuesto la caseta puente donde se aloja la zona de gobierno, maniobra de pesca y derrota. Allí se encuentran también las bajadas de acceso a la zona de habilitación de la cubierta superior y las bajadas a la cubierta superior: dos de ellas, por ambos costados, llevan a la zona de amarre y fondeo; la tercera, por el costado de estribor, comunica con la zona de la maquinilla de pesca. Por ambos costados de la cubierta se accede al espardel de popa donde se encuentra el bote de rescate; por los pasillos laterales, a la zona de balsas, manguerotes de ventilación, pescantes y grúa del costado de estribor.

En la cubierta superior, en la zona de proa, están todos los equipos de amarre y fondeo y el ancla de respeto; los accesos a ambos lados a la cubierta puente; la escotilla de acceso al pañol de proa y la escotilla para salida de emergencia desde la habilitación de la cubierta principal. En la habilitación de dicha cubierta se han dispuesto 4 camarotes individuales y un aseo para oficiales, la enfermería, la escalera de subida a la caseta puente, la de bajada a la habilitación de la cubierta principal y la salida de emergencia a través del local del motor de la maquinilla. Así mismo, en la cubierta superior se encuentra el local del motor de accionamiento de la maquinilla, con su puerta de salida de emergencia para la habilitación de la cubierta superior; la maquinilla principal de arrastre con su tambor doble para la recogida de la red; la escalera de acceso a la cubierta puente en el costado de estribor; la escotilla de carga y descarga de bodega.

A babor se encuentra la maquinilla auxiliar para el volteo del copo y la escotilla de acceso al pañol de redes; en el centro, las amuradas de pesca para guiar el aparejo de pesca. Además, están los guardacalores laterales, el local de CO_2 y el pañol de cubierta a babor y el local del grupo de emergencia a estribor. A popa se encuentra la escotilla basculante con apertura hacia arriba para la entrada del pescado al pantano; la rampa para el izado y largado de la red con su puerta de rompeolas; el pórtico de pesca y la maniobra de amarre de popa.

Sobre la cubierta principal se encuentra el pañol de proa, así como el resto de la habilitación, compuesta por tres camarotes (uno doble y los otros dos de cuatro plazas) y aseos de la tripulación, el comedor, y la cocina con gambuza seca, fría y de congelado.

En la cubierta superior se encuentra también el local del compresor de la máquina de hielo y los compresores de las gambuzas frigoríficas.

El parque de pesca también está situado en esta cubierta. Está forrado íntegramente con planchas de acero inoxidable y cuenta a estribor con locales para la ropa de agua; mientras que a babor están la máquina de hielo y los tanques vertederos de desperdicios. A ambos costados se encuentran los túneles de congelación. El pantano de pesca, también de acero inoxidable, se encuentra en el centro. Y por último, en popa, se encuentra el pañol de redes en el costado de babor, el local del servomotor en el centro (con acceso desde el taller) y el taller de máquinas en estribor.

El sistema Marelec SM I-D se encarga de regular de modo automático los ajustes de la maquinilla durante la maniobra de arrastre

El arrastrero está destinado a faenar en los caladeros de Gran Sol, teniendo Vigo como puerto base

El barco dispone de una potencia propulsora con la que ha alcanzado una velocidad en pruebas de 13 nudos

Bajo la cubierta principal se encuentra el pique de proa con tanque de agua de lastre, los tanques verticales de combustible, las bodegas de pesca para congelado (-25º C) y para fresco (0º C), con sus correspondientes casilleros con puntales de acero y panas de aluminio. En el doble fondo y bajo ambas bodegas se encuentran los tanques de combustible. En la cámara de máquinas, aparte de los dos tanques de servicio diario, el de aceite hidráulico, los de lubricante para el motor auxiliar y para el principal, también se han dispuesto tanques laterales para agua dulce en babor y para reboses de combustible y residuos oleosos en estribor. Los tanques de combustible se han situado a popa, dos laterales y uno central.

Equipos de pesca y cubierta

El *Cachacho* está equipado con una maquinilla eléctrica de pesca para arrastre Carral BM/3R-TR 3/2, de accionamiento directo mediante un equipo Ward-Leonard. Está provista de indicadores de tracción completos con regulación en función del freno automático y accionamiento neumático con consola en la popa del puente. Tiene carreteles independientes equipados con su correspondiente embrague y freno, además de dos cabirones a los extremos del eje de carreteles principales.

Las características principales de la maquinilla son:

- Tracción	9,8 t
- Velocidad de izado a medio carretel	114 m/min
- Capacidad de cada carretel (cable de 22 mm)	2.100 m
- Capacidad de carreteles de red	2 x 4,66 m^3
- Capacidad de malleta de 40 mm	400 m

El sistema Ward-Leonard lo componen los siguientes equipos:

- Motor de c.c. Kræmer KN-280-L-b de 275 CV a 950 rpm, 380 V, 50 Hz, IC-06, IP-23.
- Generador c.c. KN-280-S-b de 220 kW, 1.500 rpm, 380 V, 50 Hz, IP-23, IC-06 acoplado a la reductora.
- Generador auxiliar de las mismas características que el anterior, acoplado al motor auxiliar y, por el otro extremo del eje, al alternador auxiliar.
- Freno electromagnético NFM-530 con polea de acero y resistencias de descarga.
- Armario de resistencias.
- Rectificador de 380 V c.a. a 220 V c.c.
- Acoplamiento turboflex GCS-1100/8.

El barco cuenta también con un sistema avanzado de medición de longitud y tracción en los cables de arrastre Marelec SM I-D, con control automático de un tambor de maquinilla para mantener iguales las tracciones. El sistema se encarga de regular de forma automática los ajustes necesarios en la maquinilla durante la maniobra de arrastre. Las pastecas de este equipo están suspendidas de unos pescantes especialmente diseñados para ello y situados sobre los guardacalores, a media distancia entre los tambores de las maquinillas y las pastecas de arrastre situadas en el pórtico de popa.

En la popa del buque se ha montado un pórtico de pesca con dos pastecas de pescante móviles Carral nº 2, de la serie 2113 AC y suspensión articulada S-220, para 22 t de tracción. Dichas pastecas son soportadas por carros accionados mediante motores hidráulicos de alto par de arranque, a tra-

NALFLEET

The individual approach to marine chemicals.

ESPECIALISTAS EN TRATAMIENTO DE AGUA PARA CIRCUITOS DE MAQUINARIA A BORDO

SHIPS LOG

CALIDAD
HOMOLOGADA

Solicite nuestra guía de servicio marítimo a:

HELEDEC S.L.
HELENO-ESPAÑOLA DE COMERCIO

Polig. Industrial Albresa, Avda. Madrid, 23 Nave 6 - 28340 VALDEMORO (MADRID) SPAIN
Telephone: 91 809 52 98 - Facsimile: 91 895 27 19
E-mail: heleno@jet.es http: www.heleno-espanola.com

vés de dos reductores de planetarios con freno negativo, mediante barbotenes de acero moldeado y una cadena de alta resistencia.

Para el volteo del copo se ha dispuesto a bordo una maquinilla auxiliar de cubierta Hivisa, construida en chapa naval electrosoldada y zincada, con un tambor y un cabirón de acero D-350. El reductor de la maquinilla es de engranajes helicoidales en baño de aceite, con distribuidor rotativo para control de las rpm, un motor hidráulico tipo orbital y cabezal fijo. Todo el sistema hidráulico y neumático del buque ha sido realizado por Hivisa.

La grúa instalada a bordo es el modelo 140/90 M3 de Guerra, con cabrestante hidráulico de arrastre K-90 para 1,5 t.

La central hidráulica de accionamiento de pastecas móviles de popa, grúa, maquinilla auxiliar de pesca, puerta del rompeolas y escotilla del pantano de pesca, es del modelo T 150 de Hivisa. Está formada por 2 motores eléctricos de 25 CV, un tanque de aceite de 150 litros, 3 válvulas solenoidales y dos bloques de placa base con válvula de seguridad.

El servo-timón, hidráulico, es un Hivisa ST 3000, que proporciona un par nominal de 3 tγm y permite que el timón gire un ángulo de 37º a cada banda. Consta de un tanque de aceite doble y dos motores de 4 CV.

La maquinilla de fondeo hidráulica está formada por un reductor den baño de aceite, un tambor para cable y cadena con su embrague y freno y un cabirón de maniobra. Ha sido suministrada por Hivisa y proporciona una velocidad de 25 m/min con un tiro medio de 1.500 kg. A proa de dicha maquinilla se ha dispuesto una torreta guía nº 1 de la serie S-250 de Carral.

El reductor de la maquinilla es de engranajes helicoidales en baño de aceite, con un distribuidor rotativo para controlar las revoluciones

Parque de pesca

El *Cachacho* dispone de una amplia zona de pesca forrada en acero inoxidable 316 L, perfectamente equipada para la selección y el tratamiento a bordo de las capturas de pescado. La zona de recepción del pescado se sitúa en la popa, de modo que al abrir la escotilla hidráulica, situada a proa de la rampa, el contenido del copo baja por ella y llega directamente al parque de pesca.

Los principales equipos del parque han sido suministrados por INMI, Instalaciones Navales y Montajes Industriales, y consisten en:

El servo proporciona un par nominal de 3 tγm, girando el timón 37º a cada banda

- Tres cintas transportadoras: una para elevación del pescado procedente del pantano, otra para clasificación del pescado y la tercera para elevación de desperdicios al trancanil.
- Dos depósitos para clasificado y eviscerado.
- Máquina lavadora.
- Dos tinas para enfriamiento del pescado.
- Depósito para escurrido y empaque con puestos abatibles.
- Sierra descabezadora y mesa.
- Camino de rodillos para deslizar las cajas hacia la escotilla de la bodega.

Las líneas de entrada de agua para la maquinaria del parque y pantano de pesca son de polipropileno, mientras que las líneas de descarga de agua y pequeños desperdicios son de acero inoxidable 316 L, al igual que la zona de recepción del pescado.

El parque de pesca dispone también de un cabrestante Hivisa eléctrico de 1,5 CV para carga de la bodega, así como 3 bombas trituradoras para achique del mismo.

Instalación frigorífica

La empresa Frío Marítimo Terrestre (Frimarte) ha sido la encargada de la instalación frigorífica del barco, que utiliza refrigerante R-404 y está formada por los siguientes equipos:

- Dos compresores Bitzer OSN-5361 de tornillo, abiertos, con una capacidad frigorífica de 28.939 kCal/h cada uno, trabajando a régimen de –35º C/ 40º C. Absorben 23,22 kW de potencia y tienen una capacidad de congelación de 1.500 kg cada 7 horas en cada túnel de congelación, lo que hace que la capacidad total de congelación diaria sea de 9.000 kg.
- Un compresor alternativo Bitzer 4N-2Y de 7.920 kCal/h de capacidad frigorífica, suficiente para mantener las bodegas de fresco y congelados a sus temperaturas de servicio. Absorbe 6,01 kW de potencia.
- Otro compresor alternativo idéntico al anterior, capaz de producir en un generador de hielo Geneglace F100M, hasta 2.500 kg/día de hielo en escamas, partiendo de agua salada del mar y de agua dulce.

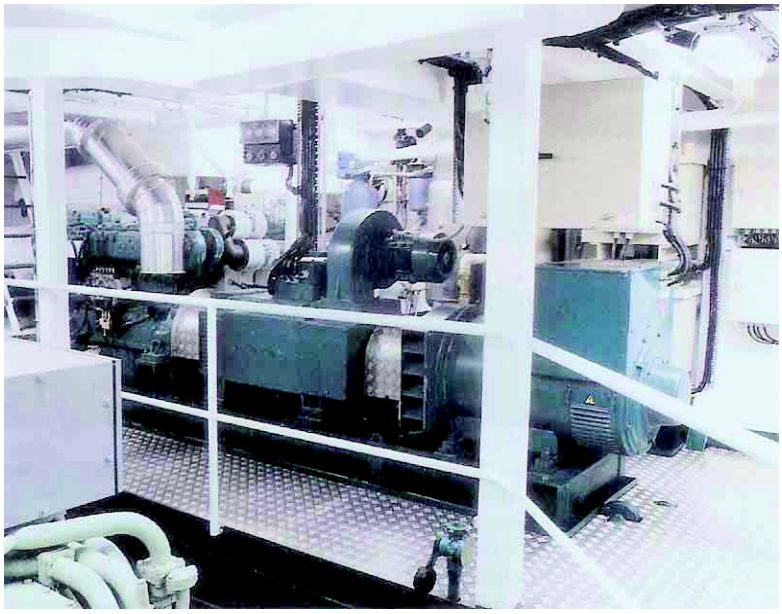
Cada compresor está dotado de sus correspondientes separadores de aceite, condensador y bomba de agua, disponiéndose para cada circuito de un recipiente de líquido. La instalación se ha diseñado con las interconexiones adecuadas para que, en caso de emergencia, cualquier compresor pueda atender cualquier servicio.

La capacidad total de las dos gambuzas frigoríficas (para congelados y para frescos) es de 3,5 m^3. Para darles servicio, se han instalado dos unidades condensadoras refrigeradas por aire, con compresores tipo hermético.

Planta propulsora

El *Cachacho* está propulsado por un motor diesel marino MaK de 4 tiempos, 6 cilindros en línea, modelo 6M20 X3, no reversible, de inyección directa, refrigerado por agua dulce en circuito cerrado y sobrealimentado, capaz de desarrollar una potencia de 815 BHP a 810 rpm. y que, a través de un acoplamiento elástico Vulkan G1920R y un reductor con embrague hidráulico Baliño-Valmet M1VAC-460 +PC550+ P550, de relación de reducción 5,14/1, acciona una hélice de paso controlable Kamewa 55KS/4-310B-35F, de 4 palas y 2.500 mm de diámetro, fabricada de aleación de Ni-Al-bronce, con control de paso electrónico, la cual gira a 175 rpm dentro de una tobera para conseguir un mayor tiro en arrastre.

Mediante esta hélice se consigue un aprovechamiento máximo de la potencia, tanto en arrastre como en na-



vegación libre, actuando simplemente sobre el mando del paso. La hélice gira siempre a las mismas revoluciones, al igual que el motor principal, con las ventajas que ello conlleva.

La hélice de paso controlable Kamewa tiene un diámetro de 2.500 mm y 4 palas

En el reductor se ha incorporado una toma de fuerza con dos salidas (PTO) en popa, con distancias entre ejes de 870 mm. A dichas PTO se acoplan, a través de acoplamientos elásticos Renold Hi-Tec RB.73, la dinamo de cola Indar, modelo KN-280-S-b, de 220 kW a 1.500 rpm, para alimentación del motor de accionamiento de la maquinilla de pesca, y el alternador de cola Stamford, HCM 434 E23, de 270 kVA a 1.500 rpm, 380/220 V, 50 Hz.

Los cierres de bocina van lubrificados por aceite y son Baliño Universal, modelo 220 A para popa y 200 F para proa. Los casquillos son también Baliño. El sistema hidráulico está formado por dos bombas de presión con motores eléctricos de 2 kW cada uno y una válvula electrohidráulica para el control del paso principal.

El buque también está equipado con un sistema eléctrico de control remoto con un panel principal en la consola de proa del puente, un panel secundario en la consola de popa y un tercer panel en la cámara de máquinas.

Planta eléctrica

La energía eléctrica necesaria a bordo del buque la proporcionan los siguientes equipos, que han sido suministrados por la empresa Krug Naval:

- Un grupo electrógeno formado por un motor diesel marino Volvo Penta de 6 cilindros en línea, modelo TAMD-122A de 336 CV a 1.500 rpm, y un alternador Stamford HCM-434 E, de 270 kVA a 1.500 rpm, 380/220 V, 50 Hz, con regulador electrónico de tensión, aislamiento H y protección IP-23. Entre ambos y acoplado elásticamente a ellos, se sitúa un generador de c.c. Indar KN-280-S-b, de reserva del generador de cola.
- Un alternador de cola Stamford del mismo modelo que el anterior, acoplado a una toma de fuerza sin embrague del reductor.
- Un grupo electrógeno de emergencia y puerto, formado por un motor Diesel Deutz-Diter TD-229/6 de 90,5 HP a 1.500 rpm, y un alternador Stamford UCM-274-C3, de 77,5 kVA a 1.500 rpm, 380/220 V, 50 Hz, con regulación electrónica de tensión, aislamiento clase H y protección IP-23.

El buque dispone de un sistema eléctrico de control remoto con un panel principal en la consola de proa del puente

La instalación eléctrica del buque ha corrido a cargo de la empresa Eleinmar S.L. Los circuitos de fuerza son de 380 V y los demás de 220 V con transformadores. Además, el barco dispone de un circuito de 24 V para alumbrado de emergencia y equipos de puente.

Para la distribución de la corriente eléctrica y para la protección de los alternadores y de los distintos servicios se ha dispuesto un cuadro eléctrico principal con dos juegos de barras (uno para el generador diesel y otro para el generador de cola) que pueden ser unidas mediante un interruptor automático, con los aparatos y dispositivos necesarios para permitir el acoplamiento de ambos alternadores durante un instante, para realizar la transferencia de carga entre ambos.

El grupo de emergencia tiene su correspondiente cuadro de protección y distribución, que arrancará automáticamente en caso de "black out" de la planta eléctrica principal y suministrará la energía eléctrica necesaria para los servicios de emergencia.

La tensión de 220 V necesaria a bordo la suministran dos transformadores trifásicos Termi 380/220 V, de 30 kVA cada uno. Para los servicios cuya tensión es 24 V se ha dispuesto un rectificador/cargador Termi de 175 A. El barco lleva, además, una fuente de alimentación de 60 A y un cargador de baterías de 30 A, para la alimentación de los equipos GMDSS, tal y como exige la normativa vigente.

Otros equipos auxiliares

Las bombas de servicio del motor principal son Azcue: dos MN-50/160 Monobloc de bronce para el agua salada de refrigeración y reserva de agua salada, de 10 CV y 55 m^3/h de caudal, a 24,5 kPa. Una bomba BTL V-80-T de 25 CV, 1.500 rpm y 35 m^3/h de caudal a 98 kPa para reserva del aceite del motor principal. La de reserva de combustible es 1YE de 1,5 CV y un caudal de 0,9 m^3/h a 49 kPa. La bomba centrífuga para circulación de emergencia de agua dulce es una MN-40/160 de 10 CV, con un caudal de 30 m^3/h a 34,3 kPa. Además hay una bomba de reserva de aceite del reductor.

Las bombas de achique también son Azcue: dos CA-50/7 Monobloc de bronce para el achique de sentinas y servicios generales, de 7,5 CV a 2.900 rpm y un caudal de 35 m^3/h a 294 kPa. Para achique del parque de pesca se han dispuesto tres bombas verticales; dos VRX-80/17 de bronce, con caña de 1.100 mm y 4 CV a 1.450 rpm, con un caudal de 35 m^3/h y otra VRX-50/17 con caña de 700 mm y 2 CV. La de achique del tanque de aguas fecales es una VRX-50/17 vertical, de las mismas características que la anterior. Para el vaciado del tanque de lodos se utiliza una bomba FH-40/10 de 1 CV, mientras que la del trasiego de gasoil es una CA-50/3, de 3 CV y un caudal de 5,4 m^3/h.

El buque cuenta con dos grupos hidróforos completos, uno para agua dulce y otro para agua salada, Azcue MO-19/20 Monobloc de bronce, de 1,5 CV a 1.450 rpm y un caudal de 2,5 m^3/h a 294 kPa, con los accesorios correspondientes y un depósito de acero inoxidable de 50 litros.

Todas las bombas han sido suministradas por Interbon.

Para el circuito de refrigeración del motor principal, cuenta con un enfriador de placas APV tipo N35 MGS. Alfa Laval ha suministrado la separadora centrífuga de gasoil, modelo MAB-103 con retención de sólidos y una capacidad de tratamiento de 1.150 l/h. El separador de sentinas es Peter Taboada, modelo Heli-Sep 500 para 0,5 m^3/h de caudal normal. Peter Taboada ha suministrado también el generador de agua dulce por ósmosis inversa Petsea RO SW 40/50 SS, con capacidad para una producción de agua de 4.000/5.000 l/día, un

esterilizador ultravioleta UV-3400 A con capacidad de tratamiento de 3.400 l/día y un sistema antiincrustante y anticorrosivo Petion H-385-E para tratar 250 m^3/h.

El sistema de aire comprimido para arranque del motor y servicios varios lo forman 2 electrocompresores ABC VA-30 E PC de 10 m^3/h de caudal de aire a 30 kg/cm^2, con un motor eléctrico de 4 CV, y 2 botellas de aire de 250 litros a 30 bares.

Otros equipos instalados en el buque son la cocina eléctrica, modelo CPE/80.C.2 de Buraglia, con dos placas redondas de 2.000 W, una rectangular de 3.500 W y un horno de 4.000 W; y un calentador acumulador de 200 litros en acero inoxidable para la obtención de agua caliente.

Los equipos de ventilación y extracción son Conau. Los dos ventiladores/extractores de cámara de máquinas tienen un caudal de 10.000 m^3/h y 3 kW de potencia cada uno. Los del parque de pesca y el local del grupo de emergencia son de 0,75 kW y un caudal de 4.000 m^3/h. El de la acomodación tiene 2 kW y 6.000 m^3/h de caudal, mientras que los dos extractores para la cocina y aseos son de 0,75 kW y un caudal de 3.000 m^3/h.

Seguridad y salvamento

Cumpliendo con el Convenio de Torremolinos, vigente para este tipo de buques, se ha dotado al *Cachacho* de un completo equipo de seguridad y salvamento.

Cuenta con dos balsas autoinflables de salvamento, Duarry, con capacidad para 12 personas, homologadas de acuerdo a la Directiva 96/98 EC para equipos marinos. Cada una de ellas dispone de un equipo de emergencia SOLAS "A". Tanto la botella de CO_2 como el cabezal de disparo han sido diseñados para permitir que la balsa quede totalmente hinchada en menos de 1 minuto.

El *Cachacho* lleva además un bote de rescate Narwhal SV-400, de 4 m de eslora y 6 plazas, propulsado por un motor de 25 CV, que está homologado por las normas de la CE y cuenta también con equipo SOLAS.

El sistema de extinción de incendios para la cámara de máquinas es de tipo fijo por CO_2 y ha sido suministrado por Interbon. Está compuesto por 4 botellas de 67 litros cada una, de acero estirado sin soldadura, tratadas térmicamente para soportar una presión de 150 bares y 250 bares de presión de prueba. Cuentan con válvulas de descarga y antirretorno. El resto del sistema lo completan los latiguillos de alta presión, un colector de descarga, un colector de disparo con tubo hidráulico, manómetro, válvula piloto y accionamiento manual por palanca.

El buque cuenta también con los chalecos salvavidas, cohetes de luces rojas L-35 con paracaídas, bengalas de mano, aros salvavidas, equipo lanzacabos, extintores PIM de 5 kg, extintores de CO_2 de 5 kg, etc., reglamentarios, que han sido suministrados por la firma Tridente.

Esquema de pintado

El pesquero ha sido pintado con productos de la marca Hempel, aplicados de acuerdo con el siguiente esquema:

- *Fondos y costados:* Sistema de protección anticorrosiva Hempadur avanzado, con gruesa capa epóxico-epóxico hierro micáceo. Este sistema es mucho más cómodo en su aplicación, por lo que se pueden reducir los tiempos muertos por cambios de pintura y permite mejorar la producción. Además, el uso de una capa intermedia selladora evita la aplicación de la tradicional capa selladora vinílica o de clorocaucho, sin detrimento de la protección anticorrosiva.
- *Sentinas:* Sistema monocapa Mastic Epóxico Hempadur, con colores claros de larga duración.
- *Cubiertas exteriores e interiores:* Sistema monocapa Spray-Guard de alta protección anticorrosiva y muy altas prestaciones anti-impacto/abrasión, según la normativa más exigente.
- *Interiores:* Sistema alcídico Hempalux, con blanco prácticamente permanente sin el clásico amarilleamiento de las pinturas en interiores.

El sistema de aire de arranque tiene dos compresores que proporcionan un caudal de 10 m^3/h a 30 kg/cm^2

Los ventiladores de la cámara de máquinas tienen 10.000 m^3/h de caudal con 3 kW de potencia

Habilitación

La habilitación del buque, para 12 personas más enfermería, se distribuye sobre la cubierta superior y sobre la cubierta principal, como se ha descrito anteriormente en el apartado de disposición general. Los trabajos de habilitación han corrido a cargo de la empresa Carpintería Naval José Pérez, la cual se ha encargado también del aislamiento de las bodegas de fresco y congelado, parque de pesca, túneles de congelación, así como de las gambuzas seca y frigorífica.

Equipos de comunicaciones y de navegación

La empresa Electrónica Rías Bajas ha sido la encargada de suministrar los siguientes equipos radioelectrónicos y de navegación, adecuados según la normativa para la zona GMDSS A2:

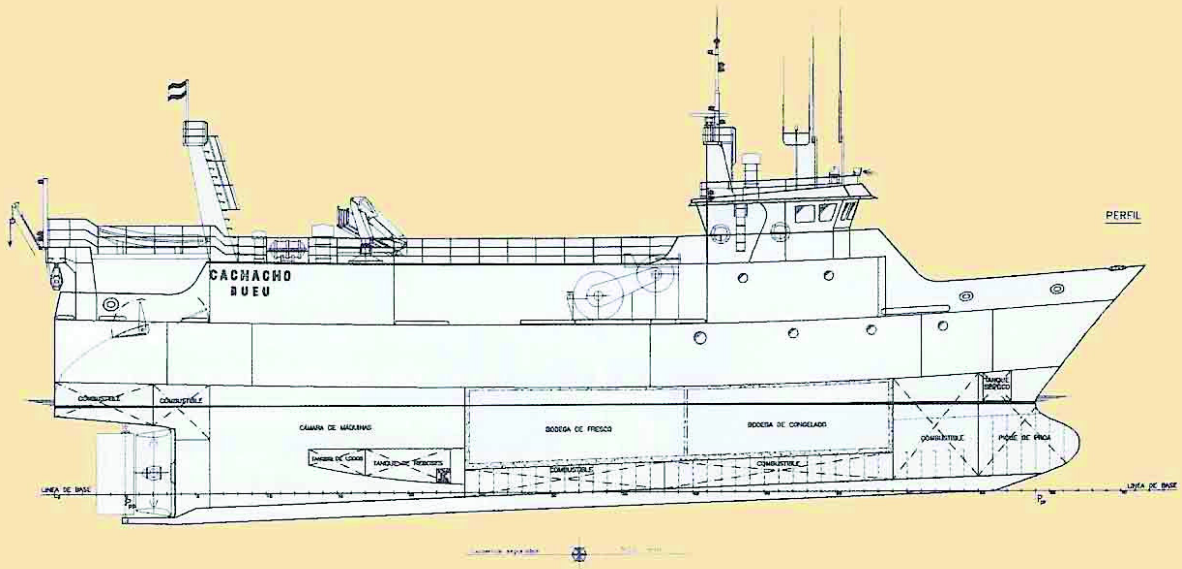
- Telefonía Skanti TRP-1251 S.
- Controlador DSC y VHF Shipmate RS-400.
- Receptor Navtex JMS NT-900.
- GPS Furuno GP-31.
- Radiobaliza Kannad 406.
- Transponder Radar Jotron Tronsart.
- Tres radioteléfonos VHF portátiles GMDSS Navico Axis-50.

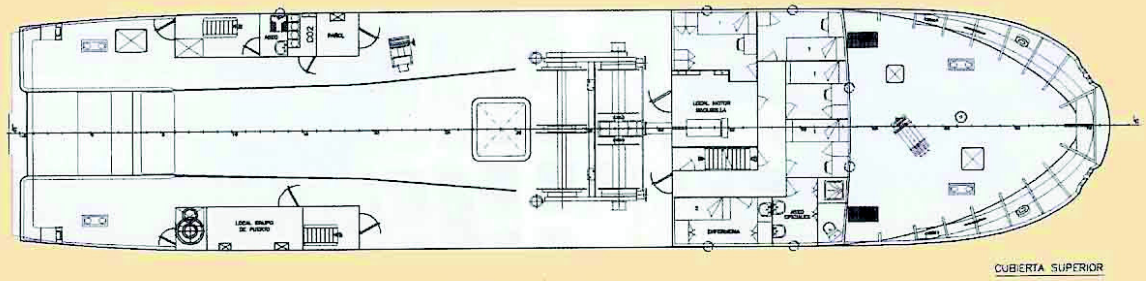
Otros equipos instalados son:

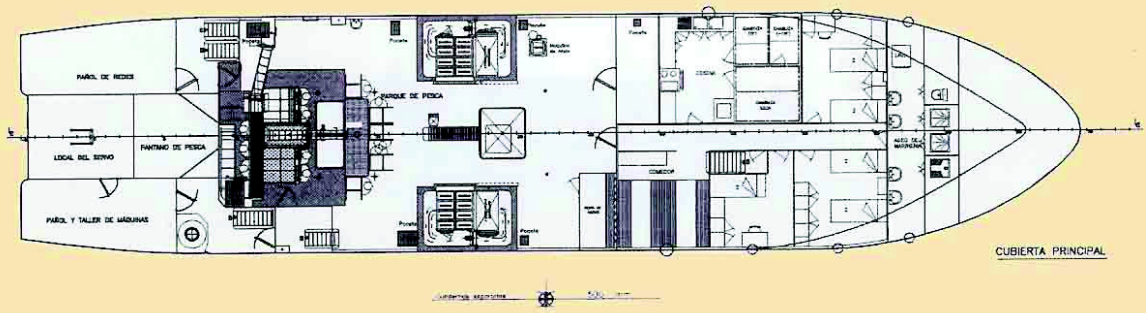
- Dos radares Furuno FR-8111 y FR-1942.
- Dos sondas con transductor, una Koden CVS 88326 T de 5 kW con proyector y otra Furuno FE-881 MK II de 10 kW.
- Dos receptores GPS modelos Furuno GP-30 y Koden KGP-913D.
- Telefonía Skanti TRP-8750.
- Dos pilotos automáticos, Robertson AP-45 y Neco 528.
- Giroscópica Robertson RGC-50.
- VHF kenwood TM-241.
- Megafonía de órdenes Raytheon Ray-430.
- Equipo de comunicaciones por satélite Mini-M TT-3064 con fax.
- Interfaz para giroscópica-piloto automático.
- Dos plotter Transas Navifisher y Shipmate RS-2500.
- Caja azul ELB

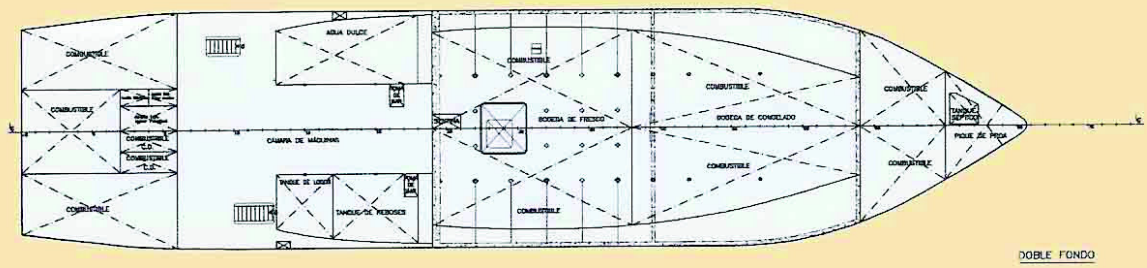
El sistema de extinción de incendios de la cámara de máquinas es de tipo fijo por CO_2

Disposición general









Cachacho

La alta tecnología requiere SHELL

Shell cuenta con la más amplia red de instalaciones de suministro y servicios técnicos. En los principales puertos de todo el mundo usted puede disponer de la experiencia de Shell para encontrar la solución más eficaz y económica a su problema de lubricación y consumo.

Use fórmulas Shell en todo el mundo.

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

2001, un año muy positivo para la Marina Mercante Española

Resultados del año 2001

ANAVE, Asociación de Navieros Españoles, representa y defiende los intereses de las empresas navieras españolas, aglutinando a 56 empresas que operan 220 buques con un total de 3.066.057 GT, que suponen más del 98% de la flota total controlada por las empresas navieras españolas. La valoración de ANAVE del año 2001 es muy positiva para la marina mercante española.

En el transcurso de los primeros 11 meses del año 2001 el tonelaje de arqueo (GT) de la flota mercante de pabellón español ha crecido cerca del 11%, registrándose crecimientos superiores a la media en la flota de buques de pasaje (+17,5%), portacontenedores (+14,3%) y petroleros (+12,9%).

Asimismo, la flota total controlada por las empresas navieras españolas, bajo cualquier pabellón, ha registrado un aumento todavía mayor, cercano al 20%. Desde 1977 no se producía un aumento porcentual tan importante de la flota controlada por las empresas españolas.

Estos datos están registrados a 1 de diciembre de 2001, por lo que los porcentajes de variación respecto del año pasado podrían incluso incrementarse.

Entre las razones esgrimidas para este aumento se cita la de que las navieras que existen en la actualidad, una vez que desaparecieron aquellas que fueron fruto del proteccionismo que imperó en años pasados en España, están más saneadas y por tanto con mayor capacidad de generación de negocios. De esta manera, las navieras españolas van cogiendo cuota en un mercado en el que está lejos el techo de España, donde la balanza de fletes es aún muy deficitaria.

A pesar de este ambiente más favorable para el negocio naviero, lo que implica una mayor inversión, la banca española sigue siendo reticente a financiar nuevas construcciones, por lo que una gran mayoría de los buques en construcción para navieras españolas son financiados en bancos extranjeros.

Novedades Normativas e Institucionales

La introducción en España desde el próximo año de un régimen de fiscalidad especial para las empresas navieras, más conocido como *Tonnage Tax* que ya se trató en nuestro nº 785 de septiembre de 2001, es uno de los hitos más importantes en novedades. La propuesta normativa está incluida en la Ley de Acompañamiento de los Presupuestos Generales del Estado para 2002, así como las enmiendas que han sido aprobadas.

Hace ya tiempo que ANAVE apuntaba como prioritaria la aprobación de este tipo de régimen de tributación, ya existente en otros países marítimos europeos como Holanda, Alemania, Reino Unido, Noruega, Finlandia, y que próximamente será introducido en Dinamarca e Italia, países en los que ha tenido efectos muy positivos sobre la inversión en el sector naviero. Con este nuevo régimen de fiscalidad, el Estado permite a las empresas navieras optar por pagar el Impuesto de Sociedades, no sobre sus beneficios, sino en la forma de una cantidad fija anual, función del tonelaje de su flota.

Por otro lado, la Comisión Europea presentó una propuesta de Directiva Comunitaria sobre la liberalización del acceso al mercado de Servicios Portuarios. El quinto Considerando de la Propuesta de Directiva concreta los fines que la Comisión pretende con la misma: "La facilitación del acceso al mercado de los servicios portuarios en el ámbito de la Comunidad debería eliminar las actuales restricciones que obstaculizan el acceso a los operadores de servicios portuarios, mejorar la calidad del servicio prestado a los usuarios del puerto, mejorar la eficacia y la flexibilidad, ayudar a reducir los costes y, por tanto, contribuir a promover el transporte marítimo de corta distancia y el transporte combinado". En resumen, mejorar la calidad y eficacia de los servicios portuarios, objetivo que se pretende conseguir mediante el aumento de la competencia y de la transparencia.

La propuesta de Directiva sobre Acceso al Mercado de los Servicios Portuarios resulta de gran interés para las empresas navieras, tanto españolas como europeas, y que ha sido valorada también muy favorablemente por las asociaciones española y europea de usuarios del transporte marítimo, ya que contiene unos principios básicos que se consideran adecuados para promover la competencia y mejorar la relación eficacia/coste.

Esta propuesta fue votada el día 14 de noviembre en primera lectura por el Parlamento Europeo y comenzará su discusión en el Consejo de Ministros durante el próximo semestre en que España ostentará la Presidencia de la UE.

Centro para la promoción del Transporte Marítimo de Corta Distancia

La próxima creación de un Centro para la Promoción del Transporte Marítimo de Corta Distancia *(Short Sea Shipping)* es también uno

Flota mercante española registrada al 1 de diciembre de 2001

	Pab. Español			Pab. Extranjero			Total		
	Nº	GT	tpm	Nº	GT	tpm	Nº	GT	tpm
Petroleros	19	661.011	1.240.739	6	276.157	516.043	25	937.168	1.756.782
Graneleros	1	15.581	26.972	22	859.953	1.560.456	23	875.534	1.587.428
Carga General	12	33.060	44.507	40	109.986	163.606	52	143.046	208.113
Portaconten.	24	161.109	200.902	6	38.498	39.633	30	199.607	240.535
Ro-Ro	40	331.047	206.498	7	50.353	42.457	47	381.400	248.955
Frigoríficos	10	21.301	20.545	21	66.640	74.203	31	87.941	94.748
Gases Licuados	3	9.384	11.866	5	47.929	45.363	8	57.313	57.229
Pasaje	63	412.742	90.267	2	31.305	9.068	65	444.047	358.960
Especiales	29	123.307	171.442	15	113.339	187.518	44	236.646	358.960
Total	**201**	**1.768.542**	**2.013.738**	**124**	**1594.160**	**2.638.347**	**325**	**3.362.702**	**4.652.085**

Variación de la flota mercante española registrada al 1 de diciembre de 2001 respecto a la del 31 de diciembre de 2000

	Pab. Español			Pab. Extranjero			Total		
	Nº	GT	tpm	Nº	GT	tpm	Nº	GT	tpm
Petroleros	-1	12,93	13,37	1	14,40	13,09	0	13,36	13,29
Graneleros	0	0	0	5	58,28	60,28	5	56,66	58,65
Carga General	0	7,07	0,84	-1	7,63	6,84	-1	7,50	5,50
Portaconten.	5	14,32	15,10	0	1,55	4,83	5	11,62	13,27
Ro-Ro	1	6,81	6,16	1	9,32	9,15	2	7,13	6,66
Frigoríficos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gases Licuados	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasaje	2	17,52	13,38	0	0	0	2	16,08	12,01
Especiales	-2	-4,92	-5,53	1	2,50	1,95	-1	-1,51	-1.76
Total	**5**	**10,93**	**10,16**	**7**	**29,89**	**33,77**	**12**	**19,18**	**22,41**

de los acontecimientos que tendrá lugar el próximo año. En el mismo participarán, además de varias asociaciones marítimas, entre ellas ANAVE, el Ministerio de Fomento, por medio del ente público Puertos del Estado y de la Dirección General de la Marina Mercante. El pasado día 21 de diciembre se constituyó este Centro y está previsto que empiece a operar este mismo año.

La Comisión Europea hace ya varios años que viene señalando, la última vez en el reciente Libro Blanco sobre Transporte, como una de las prioridades de la política común de transportes de la UE la promoción del modo marítimo frente al transporte por carretera, por sus ventajas de menor consumo, menor contaminación y menor saturación de las infraestructuras, que lo convierten en una alternativa sin duda preferible para el desarrollo sostenible en Europa. Loyola de Palacio, vicepresidenta de la Comisión, ha dado su apoyo a la creación de este Centro, considerándolo una de sus prioridades en el transporte.

En los artículos 6 y 7 de los Estatutos del nuevo Centro, se enumeran los fines de este centro. Un extracto del Artículo 6, donde se resumen su fines y actuaciones, es: "La Asociación tiene por finalidad cuantas actividades resulten precisas para la difusión y promoción del transporte marítimo de corta distancia, entendido como el transporte por

mar, de mercancías y pasajeros, entre puertos situados geográficamente en Europa, o entre dichos puertos y los situados en países no europeos ribereños de los mares cerrados que rodean a Europa, a través de las siguientes actuaciones:

a) publicidad y promoción del transporte marítimo de corta distancia.
b) Promover la cooperación entre el sector público y el privado para elaborar y proponer soluciones conjuntas que supongan mejoras, tanto normativas como de otro tipo, en temas relativos al transporte marítimo de corta distancia.
c) Realización de Estudios y Publicaciones.
d) Organización de acontecimientos, actos, jornadas especiales, visitas, así como otros relacionados con su objeto social.
e) Promover y potenciar la cooperación privada en el ámbito de programas nacionales y europeos."

50 Aniversario de ANAVE

Este año 2002 es el 50 aniversario de ANAVE. Con este motivo, ANAVE tiene previsto organizar varios actos específicos. En particular, en el mes de junio se celebrará en Madrid la Asamblea anual de ECSA *(European Community Shipowners' Associations)*, organización que aglutina a las asociaciones navieras de cada uno de los países miembros de la UE más Noruega y de la que forma parte más del 40% del tonelaje mundial. Con este motivo, ANAVE pretende organizar una Mesa Redonda de los Ministros de Transporte de la UE, en relación al tema de Transporte Marítimo.

Ultimos contratos de Sener

Recientemente Foran ha aumentado su presencia en Europa, con la firma de contratos principalmente en Europa del Este y Noruega.

Severnoye DB

Severnoye DB, de San Petersburgo, es una de las mayores oficinas de diseño de Rusia con una plantilla de 600 personas. Está especializada en el diseño de buques de guerra de superficie como fragatas, destructores y corbetas. En 1997 después de un proceso de selección se eligió el sistema Foran para cumplir con sus requisitos de CAD/CAM/CAE.

Después de tres años de utilización de este sistema, la empresa ha adquirido nuevas licencias para todos los subsistemas, triplicando prácticamente el número de licencias originales. La oficina se encuentra realizando el proyecto de construcción de 2 destructores para China. Con el sistema Foran ya se han realizado los proyectos de tres fragatas para la armada india, que se construyeron en el astillero de Baltisky Zavod.

Aker Tulcea

Asimismo ha vendido a Aker Tulcea, de Rumania, licencias de todos los subsistemas de Foran, los cuales se implantaron en el pasado mes de diciembre mientras que la formación comenzó a realizarse a principios del presente mes de enero. El astillero construye quimiqueros, portacontenedores, remolcadores y buques de apoyo offshore.

Aker Tulcea forma parte del grupo Aker Yards, y está dedicado a la construcción de buques parcialmente equipados, que luego son completados en los astilleros noruegos del grupo. Actualmente se está llevando a cabo un proceso de expansión, con el objetivo de doblar su capacidad de acero de 12.000 t a 24.000 t, así como de producir buques completamente equipados para su explotación.

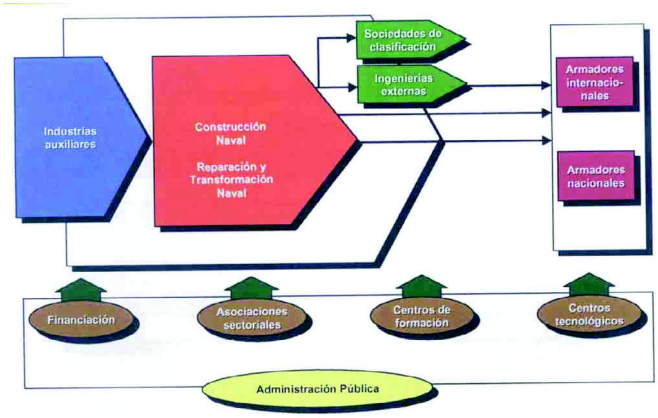
Maritime Trosvik

Maritime Trosvik, nuevo nombre de Grenland Offshore Engineering, una compañía noruega de ingeniería naval, ha comprado licencias del sistema Foran para implantarlo en sus oficinas. Las licencias son para Estructura del Casco y Delineación. El sistema operativo elegido es Windows NT.

El programa se está utilizando en el diseño de un quimiquero de 17.000 tpm, el *AukraChem170*, que será construido por Aukra Industrieer AS, perteneciente a Aker Yards. Este acuerdo fortalece la presencia de Foran en Noruega.

Estudio sobre la competitividad del sector naval español

El día 1 del pasado diciembre tuvo lugar la presentación del proyecto **"Estudio de los factores de competitividad del sector marítimo y de definición de las acciones estratégica para su desarrollo"**, realizado por la Universidad Politécnica de Madrid en colaboración con las patronales del sector naval: PYMAR, AEDIMAR, ANAVE e Izar. El acto fue presidido por el Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica, D. Ramón Marimon Suñol.



El estudio, promovido por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT) y cofinanciado en un 50 % por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), analiza la competitividad del sector naval español dentro del marco internacional. En él se trazan las líneas maestras de actuación dentro de cada segmento en que puede dividirse el sector naval, de tal forma que pueda mejorarse la competitividad del mismo. Además, se definen las áreas de acción tecnológicas y socioeconómicas prioritarias para el sector, así como las implicaciones estratégicas de cada área.

En la apertura del acto, el Secretario de Estado señaló que pese al buen momento por el que atraviesa la industria naval, era necesaria una seria reflexión sobre la competitividad de nuestro sector dentro del ámbito internacional, recalcando la importancia de que todos los representantes de las distintas patronales del sector hayan avalado o colaborado con la realización del estudio. Destacó la necesidad de concretar el plan de actuaciones mediante una mayor articulación de la política, como primera medida para aumentar la competitividad. La política actual debe presentar medidas serias frente a la competencia desleal internacional, continuando con la línea de subvenciones, apoyos a intereses, etc. También hizo hincapié en la necesidad de seguir desarrollando áreas como la innovación tecnológica y la flexibilización de empresas. El Secretario concluyó su intervención ratificando una vez más el apoyo total del Ministerio en todos los puntos del estudio.

La presentación del estudio se realizó por D. Luis Ramón Nuñez Rivas, Director de la E.T.S.I.N. Recordó que es la primera vez que la Universidad asume el riesgo de un proyecto empresarial de esta magnitud, pero que esperaba fuese satisfactorio para todos los involucrados en su concepción y realización, incluido el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Tras una descripción de los aspectos determinantes de la competitividad del sector, pasó a enumerar las distintas líneas de actuación prioritarias y las áreas tecnológicas clave sobre las que inciden. Para facilitar el proceso lógico de ordenación de dichas líneas, se ha seguido un orden que trata de incluir el sector naval y marítimo contemplado de forma global. Es decir, se han considerado todos los elementos que forman el sector en su conjunto; desde Puertos, Navieras, Pesca, etc., hasta Construcción Naval (nuevas construcciones y reparaciones) e Industria Auxiliar. Cada segmento se ha subdividido, a su vez, en distintas áreas de actividad.

Areas de Acción Estratégica

Siguiendo esta estructura se identifican 111 líneas generales de actuación. Estas líneas pueden relacionarse con una serie de áreas clave para el sector naval, que se han obtenido según una estructura similar a la existente en el plan nacional de I+D+i. En total se identifican diez Areas de Acción Estratégica con su campo de actuación (S) o (T) según sea socioeconómico o tecnológico:

- Gestión del sector marítimo (S)
- Recursos humanos / formación (S)
- Tecnología de materiales (T)
- Diseño y producción industrial (T)
- Hidrodinámica, propulsión y sistemas energéticos (T)
- Buques y artefactos especiales (T)
- Gestión de tráfico marítimo (T)
- Tecnologías de la información, las comunicaciones y el comercio electrónico en la industria marítima (T)
- Medio ambiente y reciclado (T)
- Prevención de riesgos, seguridad e higiene (S).

Estas áreas están relacionadas a su vez con las líneas de actuación definidas, de tal forma que así se asegura la coherencia con los aspectos críticos y los objetivos establecidos para el sector. En el estudio también se ha llevado a cabo un análisis de la importancia de cada área tecnológica para cada uno de los segmentos del sector naval, añadiendo la Administración Pública para reflejar aquellas áreas donde su participación se considera fundamental (Gestión del sector, Recursos humanos, Tec. de la información, Medio ambiente y Prevención).

La segmentación que se ha considerado para el sector naval incluye a los cinco grupos siguientes:

- Armadores.
- Astilleros de nuevas construcciones (grandes y PYMEs).
- Astilleros de reparación y transformación naval.
- Industria auxiliar.
  - Suministradores de equipos.
  - Suministradores de servicios.
  - Talleres y subcontratas.
  - Servicios exteriores.
  - Empresas de diseño e ingenierías.
- Sociedades de clasificación.

Por último, el Sr. Nuñez Rivas señaló que el Estudio se ha realizado utilizando básicamente las siguientes fuentes de información:

- Fuentes publicadas: se han analizado más de 35 documentos relacionados con descripciones sectoriales, estrategias, mercados, análisis DAFO, tendencias, etc.
- Dos encuestas realizadas entre las empresas del sector naval español sobre: aspectos críticos del sector, tendencias, líneas de actuación, factibilidad de acciones y prioridades.
- Dos mesas de validación con los representantes de empresas de todos los segmentos anteriores, así como del MCYT y de la Gerencia del Sector Naval y también de las entidades y asociaciones que aglutinan el sector (ANAVE, UNINAVE, PYMAR, AEDIMAR, IZAR y COAPROA).

Marco Internacional

El siguiente ponente, D. Manuel García Gordillo, Director General de AEDIMAR, comenzó su intervención recordando la fragmentación existente entre las empresas navieras españolas (con unas 100 empresas) de tal forma que 13 de ellas controlan el 50 % del tonelaje y 30 el 85 % del mismo. En relación con el tonelaje contratado en el mundo, señaló que Europa consigue el 20 % del tonelaje mundial (aunque en términos de valor suba hasta el 36 % por el valor añadido de los buques), Japón y Corea del Sur copan el 59 % de la cuota de mercado (26 % para Japón y 33 % para Corea), mientras que el 20 % restante se lo reparten Europa del Este, China y Estados Unidos principalmente.

Tras la presentación de la situación competitiva correspondiente a los tres grandes bloques mundiales, Japón, Corea y Europa, comparándolos y destacando sus puntos fuertes y débiles, el análisis DAFO se centra en el sector naval español. En dicho análisis se recogen en detalle los puntos fuertes y débiles de cada segmento del sector naval, así como sus principales amenazas y oportunidades. El estudio detalla también los aspectos críticos para el sec-

tor naval en España de los que depende la competitividad futura del sector, tanto en el área socioeconómica como en la tecnológica.

Conclusiones

Las conclusiones del estudio fueron presentadas por D. Manuel Moreno, Director General de SOERMAR. En su exposición, contrastó los resultados del estudio con el Master Plan redactado por el Foro de las Industrias Marítimas (MIF) tras su última reunión en Valencia, resaltando la concordancia entre ambos. Al ser el estudio un análisis global, era de esperar que abarcase un conjunto de líneas más amplio que las prioridades de investigación del Master Plan, puesto que este último supone un proceso de priorización y selección. La coincidencia entre los retos del Master Plan y el estudio es, en palabras del Sr. Moreno, de un 83 % en el área "European Shipbuilding Industry" y de un 60 % en "Shipping and Waterbone Operations". Respecto a las líneas de actuación, comparándolas con las Prioridades de Investigación recogidas en el Master Plan, se comprueba la total inclusión de las Prioridades en las líneas de actuación del estudio.

El enfoque global realizado en el estudio proporciona una imagen completa de las actividades necesarias para alcanzar la competitividad del sector. Toda la información que se ha recogido sobre importancia, factibilidad y prioridad es también la base para establecer los mecanismos de valoración de las acciones a seguir. Además, el estudio saca a la luz la necesidad de abordar de forma estructurada cualquier intento de poner en práctica un nuevo plan de mejora de las empresas.

Por tanto, al igual que ya se ha hecho en otros entornos del sector, para la implantación práctica de las actuaciones a seguir, es absolutamente necesario que se dispongan Planes Sectoriales que seleccionen, ordenen y coordinen de la forma debida dichas actuaciones.

Por otra parte, el estudio realizado pone de manifiesto la carencia endémica de recursos para la I+D+i en las empresas, como consecuencia (en algunas de ellas) de la reducción continuada de plantilla y de la externalización de actividades.

Todo esto plantea la necesidad de dos instrumentos adicionales para implementar las actuaciones para la competitividad en las empresas:

- La disponibilidad de una infraestructura tecnológica adecuada (Centros Tecnológicos, Universidades, Instituciones de coordinación/promoción, etc.).
- La cooperación horizontal y vertical en I+D+i, que se vería facilitada y reforzada con la creación de Centros Tecnológicos.

Además de que es necesario disponer de una política industrial coordinada para el sector, que alcance a todos sus componentes, en el análisis de Áreas de Actuación se identifica también la necesidad de un mayor apoyo de la Administración bajo cuatro puntos de vista:

- La aplicación de incentivos innovadores de carácter diverso (fiscal, crediticio, garantías...) tanto en las áreas tecnológicas como en las socioeconómicas.
- La utilización de los instrumentos existentes para canalizar las ayudas a la I+D+i, con la inclusión de un área sectorial marítima en el Plan Nacional de I+D+i.
- La aplicación de medidas de carácter político y regulatorio en ambas áreas, aunque mayoritariamente en las socioeconómicas.
- La disponibilidad de un Plan Sectorial para el Sector Marítimo.

Al final de la presentación tuvo lugar un turno de preguntas y debate, que estuvo presidido por D. Arturo González Romero, Director General de Aplicaciones y Desarrollos Tecnológicos, y moderado por D. Luis Mas García. Entre las intervenciones más destacables podemos mencionar la de D. Alfredo Pardo Bustillo, presidente de ANAVE, que hizo especial hincapié en los objetivos O9, O5 y O1, recordando que es necesario una mayor participación en el propio tráfico marítimo español y especialmente más solidaridad dentro del propio sector. Esta intervención fue apoyada y ratificada por varios representantes de la industria auxiliar del País Vasco. El Director de Explotación de Trasmediterránea apuntó que la tecnología debería ir por delante de la Administración y a nivel puntero en Europa, recordando que existe aún una reglamentación discriminatoria con los armadores nacionales.

Tras el debate, D. Luis Mas García cerró la presentación, subrayando la política de apoyo desde el Ministerio hacia el sector naval en tres frentes:

- Impulsar las bases tecnológicas para hacer frente a los ciclos donde la demanda decrezca.
- Impulsar la innovación tecnológica, adelantándose a los requisitos de los armadores.
- Creación de redes de información entre astilleros.

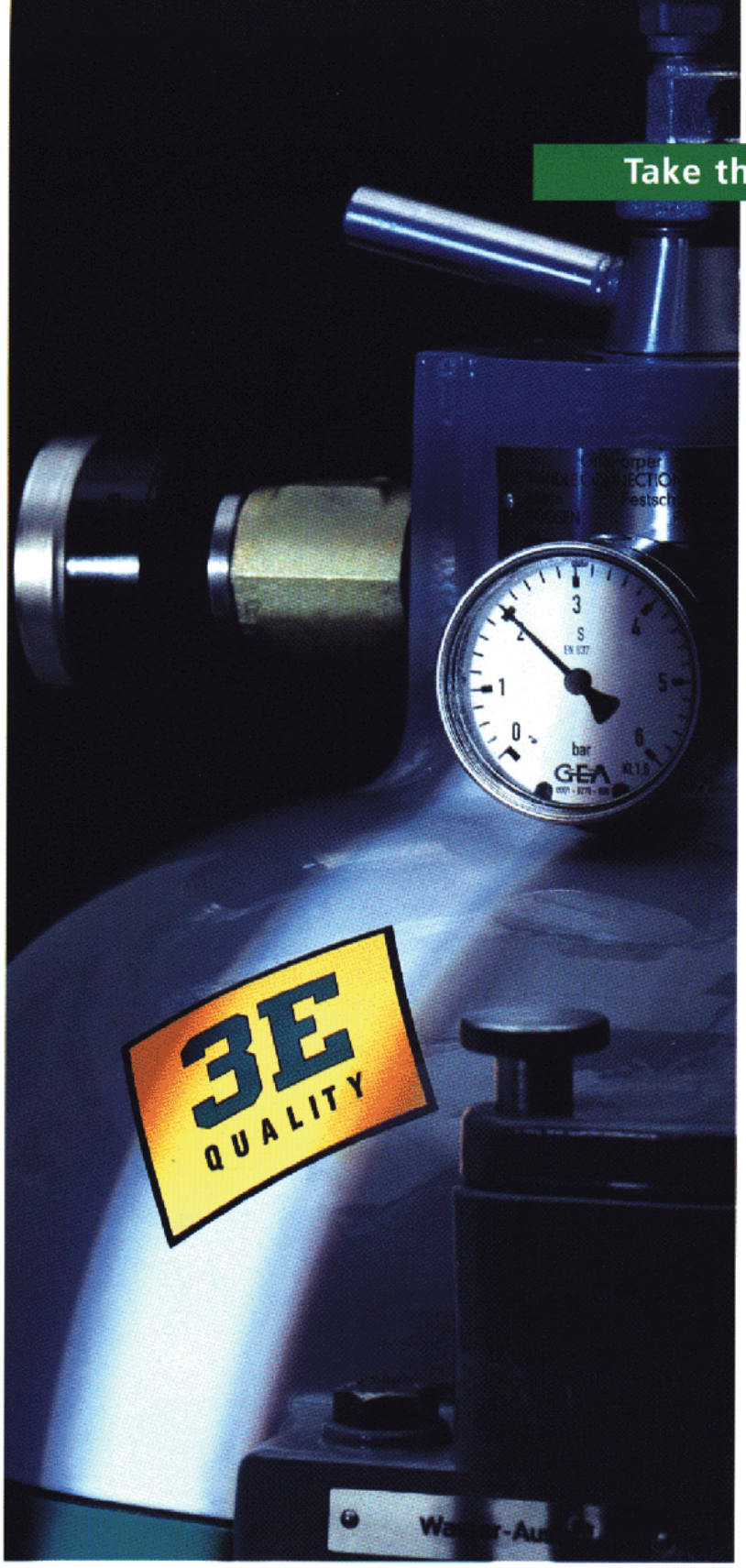
Además, "el apoyo que pueda dar la Administración –dijo- debe ser respaldado por las empresas, porque de otro modo no se avanzará nada".

Objetivos para el Sector Naval

A continuación se exponen los objetivos más importantes que se pretende conseguir y que se derivan del análisis de los aspectos críticos que afectan a la competitividad del sector. Cada uno de ellos está relacionado con la mejora de un conjunto de aspectos críticos.

- O1.- Mejorar el nivel de cooperación del sector entre todos los segmentos que lo componen.
- O2.- Integrar la cadena de suministro de todo el sector a través del desarrollo de procedimientos, componentes y sistemas de gestión estandarizados y del uso extensivo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).
- O3.- Incrementar el nivel de coordinación de las actuaciones que desarrollan las empresas a escala intersectorial, a través de la creación de un organismo nacional que aglutine esfuerzos y promueva actuaciones de interés conjunto para el sector naval.
- O4.- Promover la innovación en el sector, incrementando el valor añadido de todos los productos y servicios del mismo en todas las fases de su desarrollo, a través del desarrollo de actividades de I+D+i, el fomento de la cultura innovadora en las empresas y potenciando la infraestructura tecnológica existente.
- O5.- Lograr un marco de apoyo similar al de los competidores de otros países a través de la acción coordinada de las Administraciones públicas.
- O6.- Conseguir niveles adecuados de seguridad en la producción y operación de buques, de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.
- O7.- Promover una reducción real de costes a todos los niveles de producción y operación de los buques, a través de mejores diseños, el uso de procesos productivos altamente automatizados y eficientes y la aplicación de la cultura de la calidad.
- O8.- Mejorar el proceso comercial a todos los niveles, a través de un mayor conocimiento de los mercados internacionales y de la integración de todas las partes interesadas en los procesos comerciales y de contratación.
- O9.- Mejora de la imagen del sector naval entre el tejido socioeconómico nacional.
- O10.- Desarrollar los instrumentos que aseguren la adecuada formación, disponibilidad y desarrollo profesional de las personas necesarias en el sector.
- O11.- Conseguir un dimensionamiento y una estructura financiera de las empresas del sector adecuado al mercado en que compiten, y en especial disponer de una industria auxiliar con la capacidad y estructura adecuada.
- O12.- Obtener un posicionamiento estratégico de las empresas nacionales claramente diferenciado de sus competidores.

drkampf-partner.com



4000.100.1

Take the Best - Separate the Rest

The Best Separators Have No Alternative. But They Do Have a New Mark of Distinction.

The **3E** Quality Distinction Label shows at first glance which separators and systems need not shy away from any comparison. In oil treatment in shipping, in energy technology, in oil field technology as well as in industry. First, 'E' stands for **'Economy'**, since the new separators of the C-Generation allow unsurpassed maintenance intervals of up to 16000 hours. Second, 'E' stands for **'Efficiency'**, because over 90% of all abrasive solids are reliably separated; third, 'E' stands for **'Engagement'**, because nobody puts more effort into turning promises into customer satisfaction than we do. And we have been doing this for over 100 years.

Holger Heinrich, Managing Director
Westfalia Separator Mineraloil Systems GmbH

GEA Westfalia Separator

Westfalia Separator Ibérica, S. A.

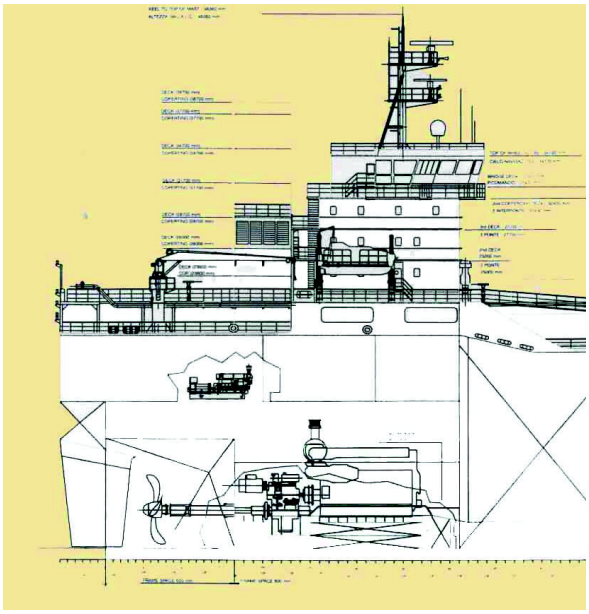
Av. de Sant Julià, 147-157
08400 GRANOLLERS (Barcelona)
Tel.: 93 861 71 04
Telefax: 93 849 44 47

C/ Colombia, 64
28016 MADRID
Tel.: 91 345 03 99 - Telefax: 91 350 75 08
Móvil: 619 77 81 60

Quimiquero *handysize* con mayor seguridad y menos costes de operación

Muchos armadores y fletadores son conscientes de su responsabilidad hacia la sociedad. Sin embargo, para la mayoría de ellos un aumento de la seguridad es sinónimo de un aumento de los costes, lo que disminuye la rentabilidad de su negocio.

En el astillero italiano San Marco, situado en La Spezia, se está llevando a cabo la construcción de una serie de quimiqueros *handysize* de 40.000 tpm, el primero de los cuales dispondrá de mayor seguridad y menores costes de operación ya que estará propulsado por un motor principal Wärtsilä 64 de 12.060 kW a 333 rpm que mueve una hélice de paso controlable de 6,2 metros de diámetro a través de un reductor. En este tipo de buques se ha utilizado normalmente una planta de propulsión constituida por un único motor lento accionando una línea de ejes y hélice de paso fijo.



Las ventajas que proporciona la hélice de paso controlable, como una mayor maniobrabilidad, versatilidad operacional y un mejor comportamiento en maniobras de *crash-stop* son conocidas, pero además posibilita la instalación en la línea de ejes de un generador que proporcione suficiente energía eléctrica para permitir la instalación de generadores auxiliares más pequeños (en este caso tres alternadores accionados por motores Wärtsila 6L20 de 1.020 kW a 900 rpm), lo que reduce los costes de mantenimiento y combustible.

El uso del generador de cola como un motor eléctrico para mover la hélice, independientemente del motor principal, forma un sistema APD *(Alternative Propulsion Drive)* que ofrece múltiples ventajas, todas ellas orientadas a una mejora de la seguridad y reducción de los costes.

Mayor seguridad

A bordo de este quimiquero, el motor principal proporcionará una potencia máxima de 12.060 kW. La PTO *(Power Take-Off)* dispuesta en el reductor ha sido deseñada para que el alternador de cola pueda proporcionar una potencia eléctrica de 2.500 kVA, aunque durante la operación normal del buque se generará una potencia eléctrica de 400-800 kW. Con el 85 % de la potencia MCR y considerando un 15 % de margen por mala mar, el buque podrá alcanzar una velocidad de servicio de 16 nudos.

Cuando la PTO actúe como PTI (*Power Take-In)*, los 1.800 kW que se entreguen a la hélice de paso controlable asegurarán una velocidad de 7 nudos y una maniobrabilidad completa del buque. Es decir, el sistema APD actúa como reserva del motor principal y proporciona al barco una redundancia mecánica y eléctrica. El riesgo de un *blackout* total se reduce y se evita la pérdida de la propulsión, en cualquier condición. La maniobrabilidad no se perderá en caso de fallo de un componente e incluso el mantenimiento puede realizarse en el motor principal sin inmovilizar el buque.

Para el armador y la tripulación es reconfortante la seguridad que proporciona un sistema de propulsión alternativo en caso de incidentes inesperados, y el fletador y las autoridades tendrán la seguridad de que un buque que transporta mercancías peligrosas puede hacer frente a una emergencia.

Reducción de costes

La sociedad de clasificación ha reconocido los beneficios de esta instalación dando una notación más alta al buque, lo que implica una reducción importante en la prima del seguro.

Esta no es la única ventaja. Si se compara con un motor lento, los operadores del Wärtsilä 6L64 observarán una reducción del consumo de aceite y costes de mantenimiento. El consumo de combustible también se reducirá debido a la mejora del rendimiento de la hélice, gracias a la optimización de las revoluciones de la misma. Esto es posible debido a la relación de reducción del reductor fabricado a medida. Además, el motor instalado posee un consumo de combustible de 168,6 g/kWɣh al 85 % de la potencia MCR.

En comparación con un motor de dos tiempos que mueve una hélice de paso fijo, la disposición del motor con reductor y ADP es más larga. Sin embargo, no es necesario que la cámara de máquinas sea más larga, ya que el reductor está situada en el quillote a popa. Los equipos auxiliares incorporados directamente en el motor hacen que el paquete sea muy compacto y deje espacio para una cámara de máquinas confortable.

A pesar de los distintos componentes involucrados, los costes de la inversión de este sistema son ligeramente menores que los de un motor lento con hélice de paso fijo, con un generador de cola del tipo coaxial con cicloconvertidor y cuadro eléctrico.

Buque respetuoso con el medio ambiente

Esta disposición de cámara de máquinas, que ya se ha probado en otras aplicaciones, proporciona no sólo redundancia sino una mejor protección medioambiental.

El nivel de emisiones de NO_x de 12,4 g/kWɣh, se encuentra por debajo del límite fijado en el Anexo VI de MARPOL 73/78. El motor también estará provisto del Certificado *Engine Air Prevention*, muestra de que cumple el protocolo de 1997.

El motor Wärtsilä 64 también está disponible en una versión con inyección directa de agua, que reduce las emisiones de NO_x en un 50-60 % por debajo de la curva IMO. Para regulaciones más restrictivas puede usarse el sistema de Reducción Catalítica Selectiva, que llega a reducir estas emisiones en un 85-95 %.

La retirada de los petroleros de casco sencillo aumentará la cartera de pedidos de los astilleros. A este respecto, se espera que los petroleros *handysize* jueguen un papel relevante en el mercado de nuevas construcciones en los próximos 5 años, ya que representan una aplicación típica de motores de tamaño compacto, alta potencia y pocos cilindros, junto con unos bajos niveles de emisiones y fácil mantenimiento.

Por supuesto, la elección del motor equipado con un sistema APD dependerá del tamaño del buque, su perfil operativo y las preferencias del armador. Pero las expectativas cada vez mayores, de los fletadores de la industria química y petrolera, de una mayor seguridad y menores costes hacen que este concepto de disposición de la cámara de máquinas sea más importante hoy en día.

Izar Sevilla contrata dos ferries para Argelia

A finales del pasado mes de diciembre Astillero de Sevilla, del Grupo Izar, firmó el contrato para la construcción de dos ferries para la empresa estatal argelina ENTMV (Enterprise Nationale de Transport Marítime de Voyageurs), con lo que se garantiza la carga de trabajo hasta 2004. El contrato, firmado en Argel entre el Director de la División de Buques Rápidos, Angel Díaz Munio, y el Presidente y Director Ejecutivo de la naviera argelina, Boudjema Cheriet, es el resultado de un proceso de licitación que se resolvió en septiembre de 2001 a favor de Izar, y en el que participaron diversos astilleros europeos y españoles.

Características principales	
Eslora total	145,00 m
Manga	24,00 m
Puntal	14,65 m
Capacidad de garaje	1.350 m
Motores principales	2x 12.000 kW
Velocidad	22 nudos
Tripulación	130
Pasajeros	1.300
Camarotes de pasaje:	
Clase cabina	132
Clase económica	77
Superficie de camarotes de pasaje	2.700 m^2
Sup. de espacios públicos de pasaje	4.900 m^2

Según Izar "este contrato otorga la estabilidad necesaria para que el astillero de Izar Sevilla pueda seguir adelante con el desarrollo de su plan industrial". Los buques, cuyos plazos previstos de entrega son de 24 y 26 meses a partir de la entrada en vigor del contrato, supondrán 700.000 horas de trabajo cada uno, es decir, casi un millón y medio de horas en total.

Los ferries, destinados al tráfico entre Marsella, Alicante y Argel, tienen capacidad para 1.300 pasajeros y 300 coches, y se caracterizan por su alto grado de automatización. Constan de 1.200 puntos simultáneos de control y de cámara de máquinas desatendida durante las 24 h.

Carnival lanza una OPA hostil sobre P&O Princess

La disputa por el liderazgo en el sector de los cruceros ha abierto una dura batalla entre los mayores grupos del mundo.

A mediados del pasado mes de diciembre el grupo Ccarnivaal anunció por sorpresa la intención de lanzar una OPA hostil de 3.200 millones de libras (5.190 millones de euros) sobre la británica P&O Princess, aunque ésta ha rechazado la oferta y ha anunciado que seguirá adelante con su proyecto de fusión con Royal Caribbean Cruisse, que considera como la "alternativa más atractiva".

Carnival, con sede en Miami, es el mayor grupo del mundo en el negocio de cruceros, posición que ve peligrar desde que anunciaron la fusión sus dos competidores: Caribbean Cruisess, de EE.UU. y segundo en el ranking, y el británico P&O Princess, tercero del mundo.

La citada fusión, de la que dábamos información en el Número de diciembre-01 de "Ingeniería Naval", ha sido interpretada por los analistas como una operación de carácter defensivo para, entre otros factores, evitar ser objeto de una OPA por parte de Carnival.

Para argumentar su rechazo a la oferta de Carnival, P&O Princess señaló que la OPA no es financieramente tan favorable como la oferta que recibió de Caribbean Cruisse y que, además, podría traer consigo más obstáculos legales.

El anuncio de Carnival disparó inicialmente las acciones de P&O en bolsa, aunque posteriormente moderaron su aumento por los posibles obstáculos.

Normas UNE de Construcción Naval elaboradas por el Comité Técnico AEN/CTN 27 "Industrias Marítimas"

La Secretaría del Comité Técnico de Normalización de AENOR, AEN/CTN 27 "Industrias Marítimas", que está desempeñada por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España (AINE), ha puesto a disposición de todas las personas interesadas un servicio de adquisición de normas UNE relativas a Construcción Naval.

Actualmente hay editadas normas UNE de Construcción Naval para buques de navegación marítima, así como normas para buques de navegación interior y embarcaciones de recreo.

Muchas de estas normas han sido elaboradas por el Comité Técnico de Normalización, y otras son trascripción de las normas internacionales ISO y europeas CEN. Hay que hacer notar que mientras que las normas ISO son una recomendación, las normas CEN son de obligado cumplimiento dentro de la Comunidad Europea.

Recientemente se han publicado las siguientes normas:

- UNE-EN 790.2001.- Embarcaciones de navegación interior. Escaleras con inclinación entre 45º y 60º. Requisitos, tipos.
- UNE-EN ISO 10239.2001.- Embarcaciones de recreo. Sistemas alimentados por gas licuado de petróleo (glp). (ISO 10239.2000).
- UNE-EN ISO 12215-1.2001.- Embarcaciones de recreo. Construcción de cascos y escantillones. Parte 1: Materiales: resinas termoestables, refuerzos de fibra de vidrio, laminado de referencia. (ISO 12215-1.2000).
- UNE-EN ISO 14509.2001.- Embarcaciones de recreo. Medición del ruido aéreo emitido por las embarcaciones de recreo equipadas con motor. (ISO 14509.2000)

Todas las personas interesadas en adquirir estas publicaciones pueden ponerse en contacto con la Secretaría del Comité Técnico de Normalización de Industrias Marítimas (D. Antonio Hernández-Briz, tel.: 91-220 02 34), que está ubicada en la AINE, C/. Castelló 66, 6º, 28001 - Madrid; tel.: 91-575 10 24; fax: 91-577 16 79; e-mail:coin@iies.es, que se encargará de la oportuna tramitación de su adquisición con los servicios correspondientes de AENOR.

Actividades del Grupo Abance en los últimos meses

La empresa Abance Ingeniería y Servicios comenzó su actividad a principios del año 1994, con el objetivo principal de crear a largo plazo una empresa de Ingeniería y Tecnología sólida en la provincia de Cádiz. Para ello, puso en marcha una estrategia empresarial basada en la innovación de procesos, inversiones continuas en adaptación de los recursos a las nuevas tecnologías y programas de formación. Se apostó por la autofinanciación de la empresa y reinversiíon de beneficios, soluciones de I+D y diversificación de líneas de negocios y actividades.

Esta política le ha llevado a utilizar, en la actualidad, sistemas de diseño de alto contenido tecnológico como FORAN, CATIA, PDS, utilizados por los principales constructores navales, aeronáuticos e industriales del mundo, e integrar en un mismo equipo de trabajo "experiencia y tecnología", desarrollando con éxito proyectos para clientes de todo el territorio nacional.

A principios del pasado año 2001 Abance Ingeniería y Servicios alcanzó un acuerdo con las principales oficinas técnicas de la Bahía de Cádiz: Caluber S.L., NTD S.L., y Suring Ingenieros S.L., ya que las necesidades actuales en este campo exigen realizar zonas completas de un buque y que se puedan cubrir desde los cálculos por elementos finitos y elaboración de planos de clasificación de estructuras y esquemas de tuberías, hasta el desarrollo de modelos 3D de estructuras y armamento.

Para consolidar una capacidad importante de ingeniería naval e industrial, Abance ha absorbido gran parte de los profesionales de las citadas empresas de ingeniería, estando actualmente bajo una única Dirección de Ingeniería, único centro de trabajo y sistema de diseño, pudiendo alcanzar en puntas de trabajo una capacidad mensual estimada de 17.500 horas y siendo Abance la única responsable contractual ante el cliente.

Durante el año 2001 el Departamento de Ingeniería de Abance realizó los siguientes trabajos:

- Desarrollo de bloques de acero para el buque ro-ro que el astillero H.J. Barreras está construyendo para la compañía griega Neptunes Lines.

- Desarrollo de trabajos de ingeniería de acero y armamento para la superestructura del ferry (C-291) que Astillero Sevilla del Grupo Izar está construyendo para Trasmediterránea.

- Ingeniería básica y desarrollo de la cámara de máquinas del petrolero de productos de la naviera Elcano, cuya terminación y conversión se está llevando a cabo por Astillero Puerto Real y Carenas Cádiz del Grupo Izar.

- Paquete de ingeniería de desarrollo de acero y armamento para el FPSO que Astillero Fene del Grupo Izar está construyendo para la compañía Exmar.

A mediados del año 2000 el Grupo Abance realizó la adquisición de Astilleros Andaluces, S.L., ubicado en la zona de Bonanza en Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), que goza de una estratégica situación. Durante los seis meses siguientes a la adquisición, las instalaciones del astillero se mantuvieron cerradas con el fin de acometer un ambicioso programa de inversiones cuyos objetivos eran, por una parte, la recuperación, actualización y modernización de las instalaciones y, por otra, la formación del personal técnico y operario, con una inversión total de aproximadamente 901.518, 16 euros (150 millones de pesetas). La reapertura del astillero permitió la creación de un total de 23 empleos directos.

El astillero cuenta con una superficie total aproximada de 22.000 m^2. Dispone de cinco gradas con una capacidad de 550 t/cu, hasta 45 metros de eslora total y 9 metros de calado en pleamar. Asimismo, tiene un carro transversal que permite seleccionar en cada momento la grada de trabajo.

Durante el pasado año se han realizado más de 96 varadas, dirigidas fundamentalmente a reparación de la flota pesquera (barcos de madera, acero y PRFV), barcos turísticos fluviales, areneros, pontonas, remolcadores y embarcaciones de recreo.

A principios del 2001 Abance Ingeniería y Servicios, S.L., consiguió la certificación, por parte de la sociedad de clasificación Bureau Veritas, de la norma ISO 9001 para "Diseño e Ingeniería".

El Grupo ha previsto un Plan de Actuaciones a 5 años (2001 a 2006), que contempla la consolidación de su línea de negocio actual, incrementando su área geográfica de influencia y diversificando su actividad, dirigiéndola fundamentalmente a:

- Diseño y proyecto de todo tipo de embarcaciones.
- Nuevas construcciones de barcos en acero y PRFV.
- Transformaciones de buques.
- Servicios para el sector industrial y naval, tales como la construcción de skid's, módulos, pallets, etc.
- Obras "llave en mano".

La ejecución de este Plan de Actuaciones supondrá una inversión de unos 1.021.720,58 euros (170 millones de pesetas) y la creación de unos 57 puestos de trabajo directos.

Astilleros de Huelva supera la crisis

Astilleros de Huelva ha finalizado la crisis iniciada en septiembre de 1998, que llevó a la empresa a la suspensión de pagos tras verse obligada a paralizar su actividad. La recuperación comenzó en marzo de 2000 con el levantamiento de la suspensión de pagos y continuó a primeros de mayo con el inicio de la construcción de ocho barcos pesqueros para la empresa Crustamoz, de Mozambique, propiedad del armador onubense Amador Suárez, cuyo último buque se botó a mediados de marzo del pasado año.

Con este contrato, Astilleros de Huelva garantizaba su viabilidad para doce meses y los puestos de 217 trabajadores fijos, el número que quedó tras el proceso de saneamiento de la empresa y la reducción de puestos de trabajo de los 460 que había cuando se produjo la crisis en la empresa.

Una vez finalizado este proyecto, el astillero onubense se ha garantizado la continuación de la actividad en el 2002 al conseguir un contrato con la empresa Astipesca, S.L., de Huelva, para la construcción de cuatro buques pesqueros congeladores.

El inicio de la construcción de estos cuatro buques ha sido posible, según fuentes del astillero, al habersse producido la concesión en el pasado mes de diciembre, de un crédito de 9,6 millones de euros (1.600 millones de pesetas) por parte de la Caja de Ahorros de El Monte.

Hamworthy tiene presencia en tribon.com

Hamworthy KSE tiene presencia ahora en el sitio web de Tribon (www.tribon.com), siendo los compresores de aire los primeros productos de Hamworthy que han aparecido. El portal fue lanzado para proporcionar una solución de comercio electrónico que pusiera en comunicación a los astilleros con los suministradores de equipos marinos.

Además, supone una herramienta de marketing muy importante, que complementa a la página web de Hamworthy, y reafirma su representación en los grandes mercados de la construcción naval.

Inicialmente, en **tribon.com** se incluirán planos y especificaciones de los compresores y plantas de tratamiento de residuos de esta empresa, mientras que las bombas y las plantas de gas inerte se incluirán en el futuro.

En seis meses, 110 astilleros se han apuntado al sitio tribon.com. Este servicio para el sector de nuevas construcciones, trabajando junto con el Sistema de Construcción Tribon, proporciona al diseñador información técnica de una amplia gama de productos, así como un canal para la obtención de presupuestos y realización de pedidos. En las últimas semanas, importantes astilleros coreanos, chinos, y japoneses se han unido a este proyecto que intentará reducir los tiempos de espera así como los costes totales de la construcción del buque hasta en un 10%, mediante la reducción de costes en el proceso.

Hamworthy cree que la publicación de dibujos en 3 dimensiones erradicará muchos de los procesos observados normalmente en los departamentos de diseño, ya que los astilleros y consultores dispondrán de información técnica actualizada. La publicación de este tipo de datos en tribon.com reducirá el tiempo que los astilleros pierden recopilando información técnica de distintas fuentes.

La importancia de este sitio web radica en el hecho de que los sistemas de diseño e información de Tribon Solutions se encuentran funcionando en más de 290 astilleros y oficinas de diseño por todo el mundo, lo que supone en conjunto un tercio de los buques actualmente contratados.

Cuatro empresas preparan sus ofertas para la privatización de Trasmediterránea

Aunque el calendario oficial del proceso de venta del 96% de las acciones de la compañía Trasmediterránea no se ha hecho público, la dirección de la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI) quiere que la naviera realice la temporada veraniega de este año como una empresa completamente privatizada. Para ello ha contratado al SCH para que elabore un cuaderno de ventas que estará disponible en las primeras semanas de 2002, y prevé que la adjudicación pueda realizarse el próximo mes de julio.

Ya existen cuatro empresas que realizan gestiones para poder presentar sus ofertas a la privatización. Entre ellas, la que en principio se encuentra más elaborada y, por tanto, con una cierta ventaja en los pronósticos,

es la que encabeza la empresa constructora Acciona. Esta empresa, propiedad de la familia Entrecanales, ha encargado la tarea de elaborar su propuesta a uno de los ejecutivos españoles que mejor conoce el mundo de los transportes y que, además, cuenta con una gran experiencia en el mundo de las empresas públicas. Se trata de nuestro compañero Juan Sáez, Ingeniero Naval, que ha realizado parte de su carrera en puestos clave de la SEPI o de sus antecesores, Teneo o INI, para después pasar a ocupar la presidencia de Iberia y la dirección general de Air Europa.

Juan Sáez está intentando la alianza de Accciona con Pitra y el grupo Boluda. Pitra, una pequeña naviera que durante años ha cubierta rutas entre las islas Baleares y la Península, cuenta con un activo que puede resultar de gran importancia en el proceso privatizador, ya que está integrada en el grupo del empresario balear y ex ministro Abel Matutes. En un principio, Pitra había barajado la posibilidad de concurrir al proceso de venta de Trasmediterránea con la naviera Balearia, que durante los últimos años ha pasado, de ser su competidora más acérrima, a convertirse en socio para la explotación de modernos buques.

El grupo Boluda, que cuenta con una flota de 200 barcos, es seguramente la empresa más grande del sector en España. Fuentes del grupo Boluda han señalado que, si las negociaciones con Acciona no prosperan, la empresa presentará una oferta propia basada en un ambicioso plan de desarrollo para Trasmediterránea que incluirá la expansión de la naviera en las relaciones de transporte con América Latina.

Por su parte, Balearia, empresa heredera de Flebasa, no tira la toalla a pesar de las dificultades para pactar con el grupo de Matutes. Ahora pugna por preparar su propia oferta, arropada por una importante naviera internacional y por una entidad financiera.

El último consorcio en formación es el que lidera Suardíaz, una naviera que, entre otros negocios, domina el transporte por mar de la producción de coches de marca Citroen entre España y Francia. Suardíaz tiene muy avanzadas las negociaciones para integrar en su oferta a una de las mayores compañías británicas del sector, P&O. Paralelamente a la constitución de su candidatura, Suardíaz se halla inmersa en un proceso de negociación con Trasmediterránea cuyo fin es dirimir el futuro de tres empresas portuarias en las que comparte la propiedad al 50% con la naviera pública.

Dalian Shipyard entrega a Stena RoRo el primero de los tres buques 4-Runner Mk II

En noviembre del pasado año el astillero chino Dalian entregó el primero de los tres buques de la clase Stena 4-Runner Mk II, que está construyendo para la naviera Stena RoRo.

Con un peso muerto de 12.350 t, ligeramente más alto que el del diseño Mk I, la capacidad de los nuevos buques representa un incremento de más del 10% con respecto a la de dicho diseño, en base al cual el astillero italiano Societa Esercizio Cantieri, hoy desaparecido, construyó y entregó en 1998 el buque *Sea Centurion*. Según Stena, esto representa un incremento en la eficiencia del transporte del orden del 19%.

Este incremento de la capacidad se ha conseguido gracias a un aumento de la eslora de 12,7 metros, que permite que los buques puedan alcanzar una velocidad de 22,5 nudos, superior en 0,5 nudos a la del *Sea Centurion*, a pesar de estar propulsados por los mismos modelos de motores diesel Sulzer, y por tanto, tendrán un menor consumo de combustible cuando los buques de ambos tipos naveguen a la misma velocidad.

Propulsión

Los buques están propulsados por cuatro motores diesel Sulzer ZA40S de ocho cilindros, que proporcionan una potencia total de 24.000 kW, y que accionan dos líneas de ejes y hélices de paso controlable Kamewa. La configuración de cuatro motores permite que, con un motor fuera de servicio durante una navegación regular, para tareas de mantenimiento, el buque alcance una velocidad superior a 20 nudos. Si navega con sólo dos motores en funcionamiento, el buque podrá alcanzar una velocidad sostenida de 18 nudos, con un consumo de combustible de 39 t por día.

La elección de los mismos motores, para los dos tipos de buques, no sólo confirma la satisfacción del armador sobre su funcionamiento, sino que también permite una mayor eficiencia en la operación, gracias a la estandarización de los componentes.

Los buques han sido preparados para que en el futuro se puedan instalar equipos de reducción catalítica selectiva (SCR) en el caso de que los requisitos del tráfico o las exigencias medioambientales lo exijan.

Flexibilidad de la carga

Un aspecto clave del diseño es la flexibilidad de la carga sobre las tres cubiertas. En la cubierta superior y en la bodega inferior tienen una altura libre de 5 metros, mientras que en la cubierta principal es de 6,8 metros en la mayor parte de la eslora, y llega hasta 8,1 metros en la parte de popa.

Características principales	
Eslora total	195,3 m
Eslora entre perpendiculares	179,2 m
Manga	25,6 m
Calado de escantillonado	7,5 m
Callado de diseño	6,6 m
Peso muerto	12.350 t
Capacidad de carga (metros de línea)	3.000 m
Area de cubierta de carga	9.105 m^2
Potencia	24.000 kW
Velocidad de servicio	22,5 nudos

En las tres cubiertas puede transportar vehículos comerciales, casetes y contenedores. En las cubiertas principal y superior dispone de 1.190 m y 1.280 m de línea, respectivamente, para transporte de trailers, mientras que en el techo de tanques dispone de 530 metros de línea, lo que hace que los buques tengan una capacidad total de 3.000 metros de línea de 3 metros de ancho. Además, en caso necesario, en los buques se podrá instalar una cubierta adicional, con lo que se incrementaría su capacidad de transporte a 4.150 metros de línea.

Las operaciones de carga y descarga se realizan a través de la rampa de popa de 18 metros de anchura. El diseño y la configuración del sistema de carga ha sido realizado de forma que se permita la carga simultánea en las tres cubiertas a través de rampas internas.

Izar vende a la SEPI el 27,5% de ITP

La Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI) ha comprado, a finales del pasado año, al Grupo Izar el 27,5% del capital de Industria de Turbo Propulsores (ITP), por una cantidad de 104 millones de euros, operación que le ha supuesto a Izar una plusvalía cercana a los 94 millones de euros y le ha servido para aliviar la cuenta de resultados en la que las pérdidas, si no se hubiera materializado la venta, se hubieran disparado hasta casi los 145 millones de euros. A pesar de esta operación, las pérdidas de Izar en 2001 han superado los 60 millones de euros.

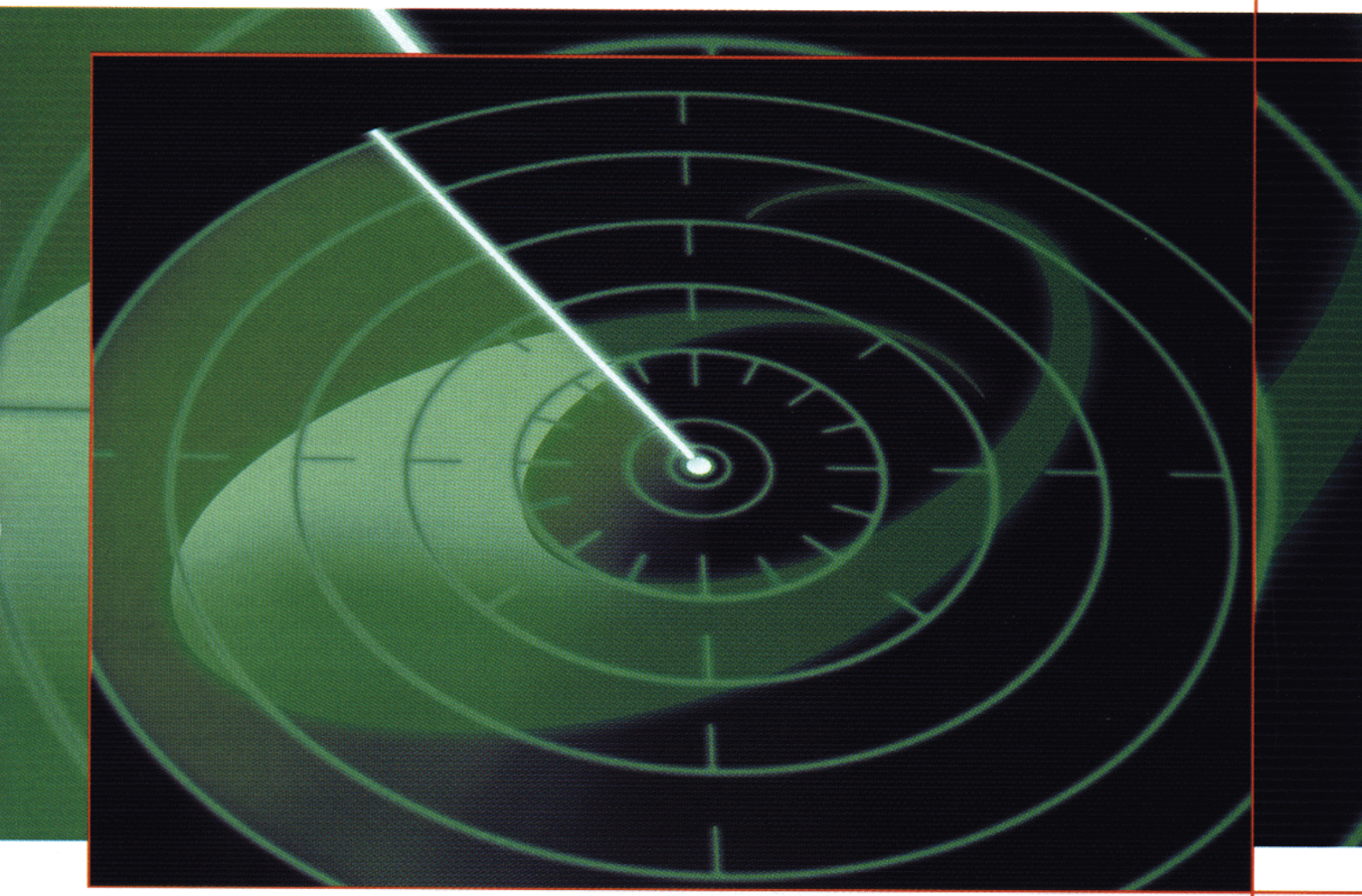
Buena parte de los números rojos de Izar en 2001 se ha producido como consecuencia de su acelerada política de saneamiento. Esta estrategia le obligó a poner en marcha un plan de dotaciones para evitar contingencias futuras, lo que le ha supuesto un impacto negativo de más de 78,5 millones de euros. De esta cantidad, 61 millones de euros se dirigieron a asumir deudas que iban a quedar en la cuenta de Astilleros Españoles.

Izar también dotó con 18 millones de euros otra partida para hacer frente a los litigios que se mantienen con varios armadores por la construcción de buques en las gradas de su división civil. Igualmente ha incluido una importante cantidad para pagar indemnizaciones por el incumplimiento de los plazos en la construcción de algunos buques.

El plan económico de futuro de Izar, revisado a finales de 2001, sitúa en el año 2004 el horizonte de los beneficios. En este ejercicio los números rojos superarán los 30 millones de euros, en 2003 los resultados negativos bajarán hasta seis millones de euros y en 2004 se logrará un ligero beneficio. Dentro de tres años la facturación ascenderá a 2103 millones de euros frente a los 1.442 millones de euros que alcanzaron las ventas el pasado ejercicio.

Las líneas maestras del plan industrial contienen un aumento considerable de la ocupación de sus instalaciones para que este ejercicio se sitúe en el 90% de su capacidad y que se acerque al 100% en tres años. El objetivo es invertir hasta 2005 más de 330 millones de euros en investigación y desarrollo, rejuvenecer la plantilla y mantener todos sus centros productivos. Paralelamente, pretende reducir sus costes y ofrecer productos y servicios más sofisticados.

El símbolo de
The Ship Power Supplier



The Ship Power Supplier

La adquisición y operación satisfactoria de sistemas de propulsión basado en la compra de los diversos componentes del sistema a diferentes suministradores, es lo normal, pero conlleva una gran responsabilidad sobre sus espaldas.
Escogiendo Wärtsilä como único suministrador, Vd. obtendrá fiabilidad, funcionalidad y una atención global para todo su sistema de propulsión teniendo como base *"un único suministrador" "un único responsable"*.
En resumen, un equipamiento total de su cámara de máquinas, realizado a la medida de sus necesidades y que optimizará los costes totales (adquisición y explotación) de su inversión.

Motores Wärtsilä & Sulzer desde 520 - 65.880 kW | Reductores | Sistemas de propulsión Wärtsilä-Lips | Grupos electrógenos | Sistemas de anclaje | Diseño | Ingeniería | Compra | Dirección del Proyecto | Puesta en marcha | Soporte de operación | Mantenimiento | Repuestos | Financiación | **Para más información contactar: www.wartsila.com**

WÄRTSILÄ

WÄRTSILA IBERICA,S.A.
Tel.: +34 94 617 01 00 - Fax: +34 94 617 01 13

Patrullero multipropósito con planta de propulsión flexible, para la Guardia Costera sueca

En septiembre del pasado año el astillero Karlskrona Varvet, de Kockums, entregó a la Guardia Costera Sueca el patrullero multipropósito KBV201 de 52 m de eslora, 460 GT y una velocidad máxima de 22 nudos, diseñado por dicho Organismo en cooperación con la Administración Sueca de Defensa (FMV) específicamente para tareas de vigilancia y recuperación de hidrocarburos en aguas territoriales suecas. En el presente año tendrá lugar la entrega de otro buque gemelo.

El buque cumple con los reglamentos de la sociedad de clasificación Det Norske Veritas, alcanzando la notación de clase 1A1 ICE-1C E0 OILREC DYNPOS-T.

Con más de 60.000 km^2 de aguas territoriales, Suecia es el país báltico con más línea de costa. La flota actual de guardacostas, constituida por 40 buques, está diseñada y equipada para operaciones muy específicas como vigilancia, control medioambiental, pesca, aduanas y control de tráfico marítimo, lucha contra incendios, salvamento y rescate, etc., y el patrullero KBV201 puede realizar todas estas tareas operando en cualquier época del año.

El diseño del buque cumpliendo con todos los requerimientos de alta velocidad para búsqueda y rescate, y que a la vez contara con los equipos especiales y la capacidad suficiente para almacenar y recuperar productos derivados del petróleo y químicos, ha sido un reto particularmente difícil. Además, una de las cláusulas esenciales del contrato era mantener el arqueo del buque por debajo de las 480 GT, para poder alcanzar así la velocidad requerida en el proyecto. El diseño de las formas del casco ha sido fruto de un intenso estudio hidrodinámico llevado a cabo por Marintek, en Noruega.

Los criterios de operación del nuevo buque dictaminaron una maniobrabilidad óptima y el mejor equilibrio posible entre alta velocidad para patrullar en aguas abiertas y un bajo consumo específico a bajas velocidades para las tareas de búsqueda, rescate y recuperación de productos combustibles.

La planta de propulsión del buque, del tipo CODAD y una potencia total de 5.400 kW, consta de cuatro motores diesel rápidos, dos de ellos de 2.000 kW cada uno y los otros dos de 700 kW cada uno, que, a través de reductores, accionan dos líneas de ejes y dos hélices de paso controlable Kamewa Ulstein, las cuales cuentan con un núcleo modificado XF5 que permite una rotación total de las palas de 180 grados. La automatización y el sistema de control remoto de la maquinaria están instalados en la parte de popa del puente.

Esta disposición de propulsión, junto con dos timones de alta sustentación y dos hélices transversales de maniobra en proa, asegura una excelente maniobrabilidad y flexibilidad. El buque cuenta también con un sistema de posicionamiento dinámico que permite que mantenga su posición sobre un barco o una estructura hundida mientras se llevan a cabo las tareas de recuperación de hidrocarburos.

Para las tareas de recuperación de hidrocarburos se usan los dos motores de 700 kW, manteniendo así los 2-3 nudos de velocidad requeridos. Usando los dos motores pequeños se puede conseguir una velocidad máxima de 13 nudos y cuando se opera también con los dos motores de 2.000 kW, el buque puede alcanzar una velocidad máxima de 22 nudos.

El buque, con una dotación de 9 personas, tiene una autonomía de cinco días en el mar o de 2.000 millas a 16 nudos de velocidad. A popa de la cubierta principal se ha dispuesto una rampa para el lanzamiento y recogida de una lancha rápida inflable y un chigre especial de remolque. La lancha -usada en operaciones de rescate - puede ser lanzada y recogida en cualquier estado del mar, incluso en los más extremos. En la parte de proa del buque se ha instalado un sistema hidrante para la lucha contra incendios, capaz de lanzar 5.000 litros/min de espuma a través de una tobera.

Puesto que la Guardia Costera tiene la responsabilidad de la protección del medio ambiente y una rápida intervención ante derrames de hidrocarburos y productos químicos, la idea al concebir este buque es poder contener un derrame en un periodo de tiempo no superior a las cuatro horas y movilizar a un buque mayor para eliminarlo en un plazo inferior a ocho horas. El buque KBV201 de la Guardia Costera sueca puede alcanzar la velocidad suficiente para conseguir sus objetivos de forma rápida y está provisto de los más avanzados equipos para la lucha contra la polución, así como de dos parejas de tanques para el aceite recuperado, con una capacidad total de 100 toneladas.

Todos los equipos se controlan desde el puente, el cual está equipado con un sistema de puente integrado con una configuración estándar para navegación, maniobra, vigilancia y comunicaciones.

Hamworthy KSE suministrará las plantas de tratamiento de aguas residuales para el proyecto ALSL

Hamworthy KSE ha conseguido el contrato para suministrar los sistemas de tratamiento de aguas residuales para dos buques auxiliares de desembarco que se están construyendo en el astillero Swan Hunter, bajo el proyecto Aternative Landing Ships Loogistic (ALSL) de 300 millones de libras, y son parte de un conjunto de efectivos diseñados para mejorar significativamente la capacidad de las Fuerzas Armadas del Reino Unido para desplegarse rápidamente por todo el mundo.

Los nuevos buques de desembarco, *Lyme Bay* y *Largs Bay*, tendrán un desplazamuiento de 16.000 toneladas y serán operados por la Flota Real Auxiliar (RFA) para proporcionar apoyo logístico a los buques *HMS Albion* y *HMS Bulwark*. Como buques de segunda oleada en un asalto anfibio, transportarán una amplia gama de vehículos, provisiones y hasta 350 personas de tropas de apoyo y se espera que entren en servicio en los años 2004 y 2005, respectivamente.

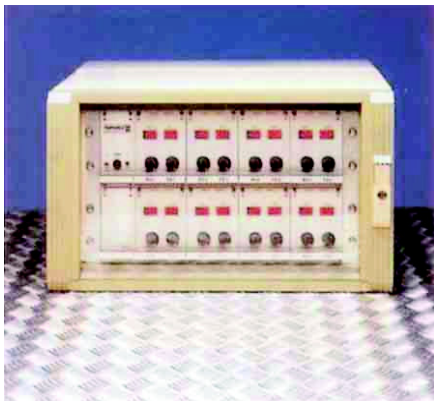
El sistema de manejo de aguas residuales de cada buque consta de dos plantas de tratamiento Hamworthy KSE Super Trident ST15 con un sistema de recolección de vacío, 164 WC y 16 válvulas. Las plantas de tratamiento se alimentarán desde un tanque de recolección central, y el sistema es notable por su sistema PLC para control del nivel y transferencia, que es esencial para asegurar unja operación apropiada independientemente del número de tropas embarcadas.

Los nuevos buques se construyen de acuerdo con estándares comerciales Class 1 Passenger Ship Certification, y la compra de los equipos cumple totalmente con la Iniciativa de Adquisición Smart, dándose preferencia a equipos comerciales.

Versatilidad del sistema Cathelco

Dos recientes instalaciones de equipos antiincrustantes Cathelco demuestran la versatilidad del sistema y la forma en que la compañía puede responder rápidamente con soluciones a medida del cliente.

Cuando el *Merchant Bravery*, un buque ro-ro gestionado por la compañía V Ships, entró en



dique seco en Liverpool en agosto del pasado año se observaron problemas de incrustaciones marinas en el sistema de refrigeración del motor.

En el plazo de una semana Cathelco había diseñado y suministrado un sistema antiincrustante y de supresión de la corrosión, que fue instalado mientras el buque estuvo en dique. El sistema consiste en parejas de ánodos de cobre y aluminio montados en dos tomas de mar con caudales de flujo de hasta 300 m^3/h. Los ánodos se conectaron a un panel de control que los alimenta con una corriente eléctrica, dando lugar a la producción de iones de cobre que impiden las obstrucciones producidas por percebes y mejillones. Al mismo tiempo, el ánodo de aluminio produce iones que suprimen la corrosión dentro de la tubería del sistema.

Otro buque gestionado por V Ships, en el que se instaló un sistema Cathelco, es el *Scirocco*, un ferry de pasajeros/coches que entró en dique seco en Gibraltar en septiembre de 2001. Los ferries son particularmente propensos a la incrustación ya que pasan frecuentes periodos amarrados y usualmente operan en aguas interiores. En este caso, Cathelco fue capaz de suministrar un sistema constituido por ánodos de cobre y aluminio para proteger flujos de agua de 250 y 115 m^3/h.

Gracias a la extensa gama de ánodos es posible un alto grado de flexibilidad para montar el sistema en todos los tipos de buques. En loa parte alta de la gama se encuentran ánodos de 900 mm de longitud x 120 mm de diámetro, que se usan en grandes buques comerciales con altos caudales de agua, mientras que en el otro extremo se encuentran los ánodos de 100 mm x 40 mm, que se montan en buques pesqueros y yates de lujo.

También existen varias opciones de paneles de control que se extienden desde los paneles modulares hasta los paneles de yates y el ultra compacto Micro, introducido recientemente.

Nueva técnica de fundición exprés

Las fundiciones tradicionales utilizan matrices de madera apara producir moldes de arena compacta en los cuales "volcar" el metal en fusión y fabricar las piezas fundidas. La producción de pequeñas remesas y de prototipos para un único uso puede hacer que la fabricación y el tiempo de ejecución de este tipo de manufactura sean prohibitivos.

Un reciente proyecto CRAFT, que agrupó a 13 socios de toda Europa, ha logrado desarrollar una nueva técnica que permite producir directamente el molde de arena en cadena rápida y a muy bajo coste. Gracias a la supresión de la etapa de las matrices de madera, el tiempo de ejecución ya no se cuenta en semanas sino en días. El proceso ofrece, por otra parte, mucha más precisión.

El proyecto estaba enfocado, en principio, hacia la industria naval. Este sector resulta un cliente muy particular para las fundiciones, dado que cada encargo requiere un diseño casi exclusivo. Los fabricantes de bombas y válvulas destinadas al sector naval encargan siempre muy pequeñas cantidades de piezas de metal fundido. Las hélices, por su parte, son frecuentemente un diseño a medida y para una aplicación única. El nuevo método de fundición sin matriz previa ha logrado tal éxito en la industria que otros sectores, como el del ensamblaje y automatización, están considerando recurrir al mismo proceso.

En1996 la PYME británica Furniss & White propuso un proceso alternativo que eliminaría la necesidad de una matriz en madera. Los moldes serían fabricados directamente desde los bloques de arena compacta mediante Control Numérico Informatizado (CNC). El plan era recurrir a un software de fabricación asistida por ordenador para controlar un eje rodante y multivertebrado de alta velocidad en una fresadora automática. El uso de CAD/CAM garantiza que, antes de recortar el molde, todas las superficies estén definidas y las dimensiones precisadas. Una subvención para prospección permitió que la compañía demostrara la viabilidad de su idea.

La siguiente fase requería desarrollar una máquina operativa. La empresa Furniss & White es miembro del CDC (Castings Development Centre, una organización internacional basada en el Reino Unido que proporciona una amplia variedad de servicios relacionados con la investigación) y disfrutó de una ayuda importante para organizar un proyecto CRAFT de dos años de duración (del programa BRITE-EURAM). El proyecto reunió a 13 socios provenientes de Italia, Holanda, Noruega, España (Aceros del Ebro y JC Fábrica de Válvulas), Suecia y el Reino Unido. El CDC ejerció de coordinador. El programa se estructuró en 13 tareas concretas.

El primer año se consagró a la definición de las especificaciones de la máquina, del hardware

y software CAD/CAM. La máquina propiamente dicha fue construida por la compañía italiana CMS SpA, que no había trabajado antes en la industria de la fundición. La máquina fue programada para utilizar software disponible en el mercado. Otro de los socios, Grenville Consulting, desarrolló un interfaz para software acccesible para el operario y que permitía un rápido almacenamiento y recuperación del programa. El CDC diseñó y construyó además un manipulador para facilitar la introducción y extracción de los bloques de arena en/y de la máquina.

Los usuarios finales PYMES desempeñaron un papel determinante en la puesta a punta de la máquina a través de sucesivas pruebas.

En uno de los ensayos se fabricó una hélice de paso regulable a partir de cupro-níquel para los socios Kamewa y Oshaug Metall. El experimento demostró que sería posible fabricar un molde listo para el volcado durante un turno de trabajo de ocho horas, frente a un periodo de tres semanas de la fundición convencional. Durante una segunda serie de ensayos se fabricaron hélices de paso fijo que pesaban cerca de una tonelada para el socio F Bamford & Co Ltd, y los resultados obtenidos fueron extremadamente precisos. El líder mundial en el terreno de las bombas y mezcladoras sumergibles ITT Flygt Products (Suecia) también probó la máquina, al fabricar un prototipo de revestimiento de bomba de 150 kg que necesitaba para uno de sus nuevos productos.

Actualmente, esta novedosa tecnología se está poniendo a disposición del conjunto de la industria. Aquellos que estén interesados deben dirigirse al CDC, que podrá aconsejar sobre cual es la forma óptima de aplicar esta técnica, analizando las especificaciones individuales de cada producto y el modo de fabricación existente. El CDC está actuando como intermediario técnico entre los fabricantes de bienes de equipos y de software, por un lado, y los usuarios de las piezas fundidas, junto a sus correspondientes suministradores, por otro.

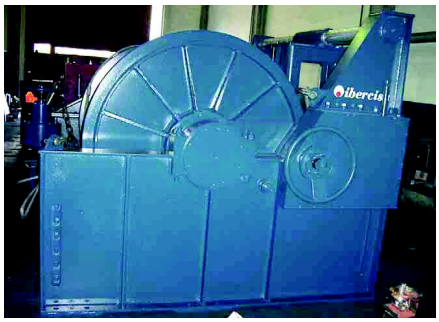
El proyecto "Nueva técnica de fundición exprés" es un buen ejemplo de cómo la cooperación trans-europea entre PYMES puede ayudar al desarrollo de la investigación de toda la UE y crear nuevas oportunidades empresariales, así como nuevos puestos de trabajo. La innovación resulta esencial para que las PYMES sigan siendo competitivas.

Para más información:
Casting Development Centre;
tel.: +44 114 272 8647; fax: +44 114 273 0852;
e-mail: pm.haigh@castingsdev.com

Ibercisa suministra una maquinilla de arrastre eléctrica a una empresa de Groenlandia

La empresa pesquera Royal Greenland Seafood, de Groenlandia, ha adquirido una maquinilla especial de arrastre, de Ibercisa, para el buque Sisimuit, construido hace 10 años en Noruega, para poder permitir el arrastre con dos redes por popa.

Esta tercera maquinilla, modelo MAI-E/370/3400-30/IS, según plano 20110581, tiene la toma de fuerza de la reductora hacia popa, y ofrece una tracción nominal de 40 t, con un tiro de calado de 60 t, siendo su capacidad de cable de 3.400 m, de un diámetro de 30 mm.



El armador eligió el accionamiento eléctrico para esta maquinilla, ya que las dos hidráulicas de baja presión instaladas a bordo y con las que va a trabajar conjuntamente, ofrecen un bajo rendimiento de la relación potencia instalada/tracción obtenida, logrando de este modo un mejor aprovechamiento de la potencia instalada disponible a bordo para este efecto, que ascendía a 294 kW (400 CV).

Fe de erratas

En el Indice Bibliográfico 1929 - 2000 y en el Número de diciembre - 2001 de la Revista se deslizaron, lamentablemente, los errores que indicamos a continuación:

Indice Bibliográfico

El artículo **"Asociación de Ingenieros Navales: Así se inicia nuestra historia: Primeros asociados y primera Junta General",** localizable en la materia **94. Organización y reuniones científicas y técnicas,** publicado en el año 96, página 54, está escrito por J. M. Sánchez Carrión.

El artículo **"Vehículos rápidos, no convencionales, para el transporte de pasajeros y/o automóviles",** localizable en la materia **81. Transporte en general. Tendencias. Sistemas combinados. Prospección,** publicado en el año 93, página 339, está escrito por J. M. González Alvarez - Campana.

El artículo de F.J. Pinacho y Bolaño-Rivadeneira, publicado en 1948, página 387, donde dice "Equilibrio de rotores...", debería decir **"Equilibrado de rotores..."**

El artículo **"Evolución histórica del Derecho Marítimo (II)"** de J.M. Blas Orbán, fue publicado en 1991, página 125.

En la materia 75. Embarcaciones deportivas, se deslizó una línea en la sección de autor, debiendo quedar el listado como sigue:

"Náutica Marina Center, S.L. presenta su gama de embarcaciones", sin autor, publicado en el año 2000, página 1127.
"Proyecto de optimización de embarcaciones deportivas a remo", escrito por C. Apétegui, F.J. Miguélez, B. Ferreras, L.M. Alcalá, P. López Díez, publicado en el año 91, página 109.
"Proyecto y construcción de catamaranes de pasaje a vela", escrito por M. Ruiz de Elvira, publicado en el año 2000, página 1117.
"Los retos técnicos a los que se enfrentan las embarcaciones de alta velocidad", escrito por C. Wade, publicado en el año 1997, página 742.
"XXX Edición Copa América: "Desafío Español"", sin autor, publicado en el año 1999, página 932.

En la materia **78. Submarinos y otras naves o aparatos para utilización bajo el agua,** debe aparecer el artículo **"El arma submarina",** escrito por J. J. Chico Gárate, publicado en el año 1954, página 85.

Número 788, diciembre de 2001, de la Revista

Se produjo un "baile de hojas", de modo que la página 45 (1.367 de la numeración total) debería ser la página 47 (1.369 de la numeración total) y viceversa.

Precios de buques según contratos registrados durante diciembre de 2001

ARMADOR OPERADOR	PAIS ARMADOR	ASTILLERO	PAIS ASTILLERO	TIPO	N°	TEU	DWT	GT	M CU	ENTREGA	M US $
ITOCHU CORP.	JAPAN	KAWASAKI H.I.	JAPAN	BULK CARRIER	1		50000			03	17.5
UNICORN LINES	SOUTH AFRICA	XINGANG SHIPYARD	CHINA	BULK CARRIER	4		34000			02	64
NORDEN AS	DENMARK	KOYO DOCK	JAPAN	BULK CARRIER / ORE CARRIER	1		171000			05	40
HYUNDAI MERCHANT MARINE (HMM)	KOREA	MITSUBISHI H.I.	JAPAN	CONTAINER	1		4500			04	45
LEONHARDT & BLUMBERG	GERMANY	GUANGZHOU	CHINA	CONTAINER	2		1400			04	34
K LINE	JAPAN	IMABARI SHIPBUILDING	JAPAN	CONTAINER	1	5500				902	60
YANG MING MARINE CORP	TAIWAN	KOYO DOCK	JAPAN	CONTAINER	1	5500				03	60
K LINE	JAPAN	KOYO DOCK	JAPAN	CONTAINER	1	5500				02	60
MITSUBISHI CORP.	JAPAN	MITSUBISHI H.I.	JAPAN	CONTAINER	1	4700				04	45
MUNCHM. PETERSEN CAPITAL	GERMANY	KVAERNER WARNOW WERFT	GERMANY	CONTAINER	2	2500				03	68
HEINRICH JUNGERHANS	GERMANY	ROLANDWERFT	GERMANY	CONTAINER	2	630				02	27
IINO KAIUN	JAPAN	SHIN KURUSHIMA	JAPAN	CHEMICAL TANKER	1		30000			1102	24
SEVEN MOUNTAIN	KOREA	SAMHO NEW SHIPYARD	KOREA	CHEMICAL TANKER	1		3000			03	10
NAVIERA DEL ODIEL	SPAIN	BARRERAS	SPAIN	DESALINATION VESSEL	1					03	34.25
MOORE & ROMSDAL FYLKESBAATAR	NORWAY	GDANSK	POLAND	FERRY	1			2500		02	9
HOEGH/MOL	NORWAY/JAPAN	MITSUBISHI H.I.	JAPAN	LNG	1		67300		145000	05	190
NIGERIA LNG	NIGERIA	HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES (HHI)	KOREA	LNG	4				141000	05/06	650
K LINE/MITSUI	JAPAN	KAWASAKI H.I.	JAPAN	LNG	1				140000		168.6
K LINE/MITSUI	JAPAN	MITSUI	JAPAN	LNG	1				140000		168.6
BRITISH PETROLEUM	UK	DAEWOO	KOREA	OIL RIG	1					04	380
GULF OFFSHORE NS	UK	AKER BRATTVAAG	NORWAY	PLATFORM SUPPLY VESSEL	1		2500			03	14.38
EDISON CHOUEST OFFSHORE	US	PROMAR	BRAZIL	PLATFORM SUPPLY VESSEL	1					03	17
D'AMICO	ITALY	DAEDONG SHIPBUILDING	KOREA	PRODUCTS TANKER	2		46000			03	54
GEDEN LINE	TURKEY	HYUNDAI MIPO	KOREA	PRODUCTS TANKER	2		37000			03	53
UNICORN LINES	SOUTH AFRICA	SHIN-A SHIPBUILDING	KOREA	PRODUCTS TANKER	1		37000			04	25.3
D'AMICO	ITALY	DAEDONG SHIPBUILDING	KOREA	PRODUCTS TANKER	2		35000			03	50
DFDS TOR LINE	DENMARK	FLENSBURGER	GERMANY	RO-RO	1		10500		3.900 lm	04	36
VALLES STEAMSHIP CO	CANADA	TSUNEISHI	JAPAN	TANKER	1		106300				36
PETRONAV	TUNISIA	ZHEJIANG	CHINA	TANKER / ASPHALT CARRIER	1		4450			503	8
NORDANE SHIPPING	DENMARK	OCEAN INDUSTRIES	CANADA	TUG	2					04	25.4

Ferliship-Fedica

Precios de buques de segunda mano según transacciones registradas durante diciembre de 2001

VENDEDOR	PAIS VENDEDOR	COMPRADOR	PAIS COMPRADOR	TIPO	DWT	GT	AÑO	ASTILLERO	M US$
METROFIN	SWITZERLAND	ANGELICOUSIS	GREECE	BULK CARRIER	71550	38131	95	HITACHI	13.4
METROFIN	SWITZERLAND	NOMIKOS	GREECE	BULK CARRIER	71504	38131	93	HITACHI	10.75
THENAMARIS	GREECE	EDI MARINE CARRIERS	TAIWAN	BULK CARRIER	34855	20437	74	IMABARI	0.9
JUGOSLAVENSKA OCEANSKA	YUGOSLAVIA	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER	30850	17832	84	SUNDERLAND	3.09
SUNFORT SHIPPING	JAPAN	LAURITZEN	DENMARK	BULK CARRIER	28715	17255	96	KANASASHI	11
SUNFORT SHIPPING	JAPAN	LAURITZEN	DENMARK	BULK CARRIER	28500	17255	97	KANASASHI	11
PACIFIC & ATLANTIC	GREECE	NINGBO MARINE	CHINA	BULK CARRIER	27367	15657	86	IMABARI	4
SAMAMA	MONACO	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER	27106	16444	77	SHIN KURUSHIMA	1.2
FIRST STEAMSHIP	TAIWAN	UNKNOWN	DENMARK	BULK CARRIER	26970	17126	89	MINAMINIPPON	7.25
POTHITOS SHIPPING	GREECE	UNKNOWN	UNKNOWN	BULK CARRIER	26322	15601	77	KANASASHI	1.2
THENAMARIS	GREECE	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER	26311	16216	77	NAMURA	1
ABBOTSWOOD HOLDING	LEBANO	UNKNOWN	UNKNOWN	BULK CARRIER	24682	15612	85	NIPPONKAI	4.5
STARMARINE MGNT	GREECE	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER	19022	11462	81	MINAMINIPPON	2.3
OVERSEAS MARINE	GREECE	UNKNOWN	CHINA	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	130370	70283	79	ORESUNDSVARVET	2.8
FIRST STEAMSHIP	TAIWAN	DR PETERS	GERMANY	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	73975	38431	98	TSUNEISHI	21
CHOWGULE STEAMSHIP	INDIA	TRANSOCEAN	MONACO	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	72873	38852	97	CHINA SHIPBUILDING CORP.	13.4
ETIT	TAIWAN	VOGEMAN	GERMANY	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	71400	37663	96	HITACHI	15.6
SHOEI KISEN KAISHA	JAPAN	ALMI MARINE	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	69149	35884	94	IMABARI	10.8
CARRAS	GREECE	ZHEJIANG	CHINA	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	61751	34332	84	KOYO	5.75
SEAFARERS	PHILIPPINES	UNKNOWN	GREECE	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	42838	24942	85	MITSUBISHI	4.6
FIRST STEAMSHIP	TAIWAN	DR PETERS	GERMANY	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	37880	38431	99	TSUNEISHI	21
MYKONOS SHIPPING	GREECE	UNKNOWN	SYRIA	BULK CARRIER ORE STRENGTHENED	28902	17554	77	HAYASHIKANE	1.35
EVERGREEN	TAIWAN	TECHNOMAR	GREECE	CONTAINER	53274	46551	88	CHINA SHIPBUILDING	23.5
CHENG LIE NAVIGATION	TAIWAN	UNKNOWN	GREECE	CONTAINER	18892	15095	95	CHINA SHIPBUILDING	9.3
RENAISSANCE CRUISES	US	CREDIT AGRICOLE	FRANCE	CRUISE	2700	32000	2000	CHANTIERS ATLANTIQUE	125
RENAISSANCE CRUISES	US	CREDIT AGRICOLE	FRANCE	CRUISE	2700	30277	98	CHANTIERS ATLANTIQUE	125
RENAISSANCE CRUISES	US	CREDIT AGRICOLE	FRANCE	CRUISE	2700	30277	2000	CHANTIERS ATLANTIQUE	125
RENAISSANCE CRUISES	US	CREDIT AGRICOLE	FRANCE	CRUISE	2700	30277	2000	CHANTIERS ATLANTIQUE	125
RENAISSANCE CRUISES	US	CREDIT AGRICOLE	FRANCE	CRUISE	2700	30277	2001	CHANTIERS ATLANTIQUE	140
RENAISSANCE CRUISES	US	CREDIT AGRICOLE	FRANCE	CRUISE	2700	30277	98	CHANTIERS ATLANTIQUE	125
RENAISSANCE CRUISES	US	HAMBURGISCHE	GERMANY	CRUISE	681	4280	92	APUANIA	10
RENAISSANCE CRUISES	US	HAMBURGISCHE	GERMANY	CRUISE	645	4200	91	APUANIA	10
CLIPPER	NORWAY	FOUQUET-SACOP	FRANCE	CHEMICAL TANKER	10000	2002		YARDIMICI	17
NEW SHIPPING KAISHA	JAPAN	UNKNOWN	JAPAN	CHEMICAL TANKER	9061	4989	92	ASAKAWA	8.3
DORVAL TANKSHIP	JAPAN	UNKNOWN	KOREA	CHEMICAL TANKER	6720	3829	86	HAKATA	2.7
SELAY	TURKEY	HERNING	DENMARK	CHEMICAL TANKER	4700	2850	2001	CEKSAN	8.5
PHONIX MARINE	JAPAN	UNKNOWN	TAIWAN	GENERAL CARGO	7136	4336	91	DAEDONG	2.85
FREESIA NAVIERA	PANAMA	UNKNOWN	VIETNAM	GENERAL CARGO	7054	4565	89	HIGAKI	2.4
HOJO KYODO	JAPAN	UNKNOWN	VIETNAM	GENERAL CARGO	6868	5518	90	IWAGI	2.6
GLORY NAVIGATION	TAIWAN	UNKNOWN	UNKNOWN	GENERAL CARGO	2864	1673	84	IWAGI	0.64
MARINCO MANAGEMENT	NETHERLANDS	UNKNOWN	SRI LANKA	MULTIPURPOSE	4133	3296	79	NORDERWERF	0.62
ELITE REDERI	DENMARK	UNKNOWN	UNKNOWN	MULTIPURPOSE	4110	2815	92	NORDSOVAERFTET	3.5
NORDANE	DENMARK	UNKNOWN	GERMANY	MULTIPURPOSE	3500	2433	72	JJ SIETAS	0.32
DANE SEA LINE	GREECE	UNKNOWN	SAUDI ARABIA	PASS/VEHICLE FERRY	1900	7586	66	WARTSILA	0.81
SEA OIL CHARTERING	US	POLEMBROS	GREECE	PRODUCTS TANKER	64900	36376	78	ODENSE	2.5
VANGUARD	JAPAN	PRIMAL TANKERS	GREECE	PRODUCTS TANKER	45720	25000	92	TSUNEISHI	18.5
WALLEM	UK	UNKNOWN	UNKNOWN	PRODUCTS TANKER	44646	25000	91	DALIAN	17.5
SERS	ITALY	UNKNOWN	EGYPT	PRODUCTS TANKER	33401	19350	77	NAKSKOV	3.2
EASTERN MED MARITIME	GREECE	ANCORA	GREECE	PRODUCTS TANKER	31803	18697	81	HYUNDAY	5.65
FINAVAL	ITALY	UNKNOWN	VENEZUELA	PRODUCTS TANKER	12733	8228	86	APUANIA	4.1
CORAL SHIPPING	GREECE	UNKNOWN	UNKNOWN	PRODUCTS TANKER	7533	4000	75	SOLIMANO	1.25
TOSHIN YUSOSEN	JAPAN	UNKNOWN	JAPAN	PRODUCTS TANKER	2150	900	93	MATSUURA	1.2
SHELL SOC MARITIME	FRANCE	SBM PRODUCTION	SWITZERLAND	TANKER	277734	135409	77	CHANTIERS ATLANTIQUE	10
THENAMARIS	GREECE	UNKNOWN	CHINA	TANKER	130529	62924	77	HITACHI	4.3

Ferliship-Fedica

Actividades del Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR) en 2001

1.- Generalidades

El Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR) es un centro público de investigación, desarrollo tecnológico y asistencia técnica de alto nivel, configurado administrativamente como Organismo Autónomo del Estado y adscrito al Ministerio de Defensa a través de la Dirección General de Armamento y Material.

Las principales misiones del CEHIPAR son la experimentación con modelos a escala para el estudio y aplicación directa al proyecto de buques, equipos y artefactos con objeto de mejorar su rendimiento propulsivo, comportamiento en la mar, maniobrabilidad y supervivencia, así como la investigación hidrodinámica para mantener el alto nivel de la técnica naval española y, en consecuencia, aumentar la eficacia y economía de las flotas militar y civil.

En la actualidad, el Director del CEHIPAR es el Contralmirante Ingeniero D. Jaime Fernández Pampillón.

Las actividades del CEHIPAR se agrupan en dos categorías principales: Encargos comerciales, bajo pedido de clientes (Astilleros, Armadores, etc.), y Proyectos de Investigación, tanto en la esfera nacional como internacional.

2.- Encargos comerciales

A continuación se describen brevemente algunos de los principales encargos llevados a cabo por el CEHIPAR durante 2001:

- Estudios experimentales y de simulación con modelos matemáticos sobre maniobrabilidad y comportamiento en la mar de **buques en operaciones anfibias,** con diversas condiciones de viento y estados de la mar.
- Se ha estudiado el posicionamiento de unos "flaps" en una **lancha de desembarco** anfibio para optimizar el binomio asiento dinámico-resistencia al avance. Los ensayos en aguas tranquilas se realizaron para varias situaciones de carga con variación sistemática del ángulo de incidencia de los flaps, consiguiéndose mejoras notables en el trimado y en la operatividad del barco.
- Se desarrolló en el Canal de Olas un extenso estudio experimental de comportamiento en la mar de una **Fragata,** con optimización de formas. A este buque se le han aplicado también programas de cálculo numérico CFD de "seakeeping".
- Ensayos de remolque de un modelo de un **ferry** ya construido con objeto de optimizar su resistencia al avance. Para ello se le incorporó un interceptor de flujo regulable en altura situado en el extremo de la cuña de popa. También se probó con interceptores laterales y se realizaron ensayos de medición de la ola lejana dejada por el buque ("washing").
- En el Canal de aguas tranquilas y en el de olas, se ensayaron varios tipos de buques rápidos (catamaranes, cargueros, yates, etc.).
- Para un **blanco flotante** para uso en Polígonos de Tiro Naval, se han estudiado las condiciones de movimientos en olas con fondeo y las de remolque en baja velocidad.
- Se llevó a cabo un estudio de predicción numérica de un **dique flotante** mediante programas CFD para comportamiento en la mar durante el remolque.
- Para el estudio de un "hidrofoil" muy rápido se han realizado en el Canal de aguas tranquilas ensayos de fuerzas inducidas en los "foils" por el movimiento de avance.

3.- Proyectos de investigación finalizados durante 2001

Proyecto BAJEL. Desarrollo y validación de un sistema informático integrado para análisis de la hidrodinámica de buques

El objetivo era la validación de diversos programas de CFD mediante la comparación de cálculos con resultados de ensayos. El CEHIPAR ha participado junto al CIMNE (Barcelona), la E.T.S. de Ingenieros Navales (Madrid) e IZAR S.A.

Se realizaron cálculos con 5 códigos de CFD distintos sobre 4 buques de características y formas muy diferentes y para su sustitución se construyeron y ensayaron modelos correspondientes a dichos buques. Los resultados han permitido determinar los programas que predicen con mayor fiabilidad las características hidrodinámicas de las carenas.

Advanced Methods to Predict Wave Induced Loads for High Speed Craft (WAVELOADS)

Subvencionada por la U.E. dentro del programa "BRITE-EURAM" participaron además del CEHIPAR, el Germanischer Lloyd´s, Bureau Veritas, IZAR S.A. y las Universidades de Lisboa y Atenas. El objetivo era el desarrollo y validación de procedimientos de cálculo para estimar las cargas en la estructura del buque debidas al oleaje. Se construyeron 3 modelos segmentados de buques correspondientes a un ferry rápido, a una fragata y a un portacontenedores, realizándose ensayos en el Canal de Aguas Tranquilas y en el Laboratorio de Dinámica del Buque, durante los que se midieron esfuerzos cortantes y momentos flectores en distintos puntos de la eslora para compararlos con las predicciones del cálculo.

4.- Proyectos de investigación en desarrollo

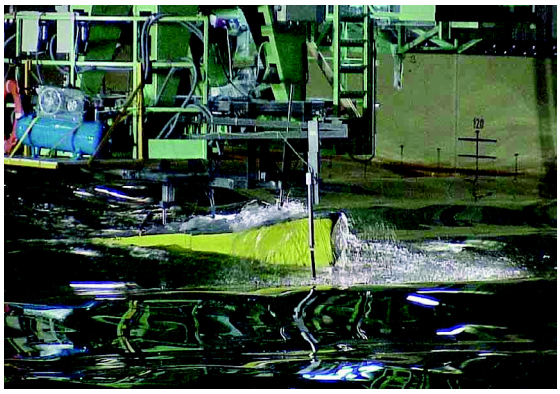
Dentro de los proyectos de investigación en desarrollo en el CEHIPAR en 2001 y que continuarán a lo largo de 2002, pueden citarse como más destacados los siguientes :

Control robusto e inteligente de buques de alta velocidad

En este programa participa el CEHIPAR junto con la Universidad de Cantabria, la Universidad Complutense, la UNED e Izar, S.A. El objetivo es estudiar la aplicación de técnicas de control modernas para la reducción de movimientos en buques de alta velocidad mediante aletas y flaps estabilizadores.

En este período se han realizado ensayos en el Canal de Olas para la validación de los algoritmos de control de los flaps tipo T-foil.

La investigación se extenderá a lo largo de 2002 y, probablemente, también en 2003 dados sus buenos y prometedores resultados.



Programa MAROLA

Proyecto subvencionado por la U.E. a través del programa "Trans-National Access to Research Infraestructures". Dentro de este programa se han desarrollado en el CEHIPAR, durante 2001, las siguientes investigaciones en colaboración con organismos extranjeros :

a) *"Roll motion of production barges"*, con la Universidad de Marsella. Se realizaron ensayos de extinción y de balance en olas irregulares con modelos de grandes barcazas, comparando distintas configuraciones del pantoque. Con objeto de buscar una que reduzca la amplitud del balance sin aumentar excesivamente las fuerzas producidas por la corriente sobre las líneas de fondeo.

b) *" Frictional resistance characteristics of a foul-release coating and the potential for drag reduction"*, con la Universidad de Newcastle. Se han realizado ensayos con diversos tipos de pinturas en el Túnel de Cavitación, midiendo velocidades dentro de la capa límite de placas planas, mediante técnicas laser.

c) *"Damage stability experiments of a Ro-Ro Passenger Ferry"*, con la Universidad Técnica de Atenas. El objetivo era la validación de modelos numéricos para lo cual se han realizado ensayos con modelo libre y cautivo en olas regulares e irregulares para la determinación del efecto de agua embarcada en la cubierta de coches.

d) *"Manoeuvring tests on a catamaran model"*, con la Universidad de Lisboa. Se han llevado a cabo ensayos de maniobrabilidad con modelo cautivo para la determinación de los coeficientes de las ecuaciones del movimiento, con distintas escoras y trimados. El estudio, exhaustivo, tiene por objeto optimizar el número de ensayos para obtener predicciones del comportamiento del buque real en maniobra.

La segunda fase del Programa MAROLA tendrá lugar en 2002, para lo cual, el pasado mes de julio, el Panel de Expertos de la U.E., compuesto por representantes de varios países, eligió las cuatro investigaciones siguientes de entre las nueve propuestas presentadas:

e) *"Experimental investigation of a deck wetness prediction method"*, con las Universidades de Varna y Lisboa.

f) *"Wake shielding effects of groups of marine risers in cross flows"*, con la Universidad de Glasgow.

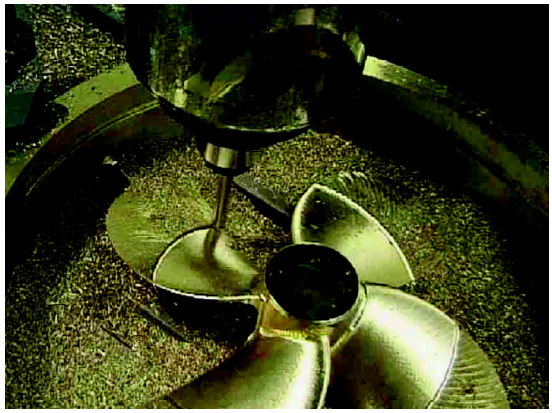
g) *"The measurement of the drift forces, the air-gap and the run-up in cylinders"*, con la Universidad Técnica de Atenas.

h) *"Experimental investigation of launching of evacuation systems on passenger ships"*, con el Instituto Tecnológico KTH de Estocolmo.

En la actualidad está abierto el plazo para la presentación de propuestas de investigación para la tercera fase del Programa, que serán discutidas por el Panel de Expertos de la U.E. a primeros del año próximo.

Comportamiento en cavitación de hélices CLT

Los Socios del CEHIPAR en esta investigación son Izar, S.A., y la empresa Sistemar. Se han realizado ensayos de estela en el Canal de Aguas Tranquilas y de cavitación en el Túnel, con diversos modelos de carenas y de hélices, tanto convencionales como CLT. Se pretende establecer la metodología de ensayos más apropiada para este último tipo de hélices. Asimismo en el CEHIPAR se está construyendo un modelo de buque "ferry" y varias hélices tanto de paso fijo como de paso controlable tipo CLT, con distintas secciones en las palas, para obtener las características de cavitación de dichos propulsores.



5.- Colaboración con otros organismos internacionales de investigación

El CEHIPAR participa activamente en grupos de trabajo de los siguientes Organismos Internacionales de investigación:

a) Cooperative Research Ships (C.R.S.)

Participación en los grupos de trabajo "PRECAL" (CFD de comportamiento del buque en la mar), "PODS" (estudio hidrodinámico de la propulsión tipo "pod") y "MAN3" (maniobrabilidad de buques de dos hélices).

El CEHIPAR forma parte también durante el bienio 2001-2002, del "Steering Group" (Comité Ejecutivo) de esta Organización.

b) International Towing Tank Conference. (I.T.T.C.)

El CEHIPAR forma parte del "Advisory Council" de la I.T.T.C., así como del Comité Técnico de "Loads and Responses".

c) Consorcio Internacional para el desarrollo de programas de CFD de hélices de buques de alta velocidad.

El Consorcio está liderado por la Universidad de Texas (U.S.A.) y forman parte del mismo Centros de Investigación, Astilleros y Fabricantes de hélices de diferentes países. En la actualidad se está desarrollando la 3ª fase de dicho Consorcio y se están llevando a cabo perfeccionamientos en el programa PROPCAV (Método de Paneles), así como el desarrollo de un programa de cálculo de la estela efectiva no estacionaria (GBFLOW).

d) Red Temática "HYDRALAB"

Está formada por Laboratorios de Grandes Instalaciones Hidráulicas europeas y financiado con fondos de la U.E. Como en toda red temática, dentro de este grupo se controla la marcha de los distintos programas en desarrollo y se hacen recomendaciones a la Comisión Europea para futuros programas.

e) Organización de Investigación y Tecnología de la OTAN (R.T.O.)

La organización R.T.O. de la OTAN tiene como misión conducir y promover la cooperación en la investigación y el intercambio de información tecnológica entre sus países miembros. El CEHIPAR está representado en grupos de trabajo sobre temas de Hidroacústica y de Supervivencia, dentro de la sección "Applied Vehicles Technology".

6.- Publicaciones en congresos, simposios y revistas técnicas

Durante 2001, ingenieros del CEHIPAR han realizado varias publicaciones de trabajos y artículos técnicos:

- " Transient Flooding in a Damaged Ferry", por J.M.Riola y J. Valle, PRADS'2001 (Shanghai, China).
- "Lower Frictional Resistance Characteristics of Foul Release Systems", por A. Guerrero, M. Candries, M Atlar y C.D. Anderson , PRADS'2001 (Shanghai, China)
- "Experimental Study of Controlled Flaps and T-Foil for Comfort improvement of a Fast Ferry", "A Research on Motion Smoothing of Fast Ferries" y "Control Code Generator used for Control Experiments", por A. Marón, J.M. Riola, J.M. Girón, S. Esteban, J. De la Cruz y otros, Control Applications in Marine Systems, CAMS 2001, Glasgow (UK).
- "Predicción de la configuración de la estela para el buque real", por Amadeo García Gómez, Ingeniería Naval. Septiembre 2001

Juntos establecemos el estándar

Desde su presentación en 1999, la Unidad de Separación de Alfa Laval ha creado un nuevo estándar para el tratamiento de combustibles y aceites lubricantes en aplicaciones de Marina y Centrales Eléctricas Diesel.

Ahora, completa ya toda la gama, las Unidades de Separación se encuentran disponibles para atender cualquier capacidad a bordo de cualquier buque de cualquier porte.

ALFA LAVAL

www.alfalaval.com

Alfa Laval Equipos Marina & Diesel +34 91 379 06 00

Ultimas tecnologías en las estructuras tubulares RUX para la construcción naval

RUX Sistemas de Andamios S.A., recientemente fundada como filial de GÜNTER RUX GmbH y su representación comercial Andamios Universales, S.A. (A.U.S.A), han comunicado que los estudios más avanzados en materia de andamios para la construcción y reparación de buques y que fructificaron en su día en prototipos que fueron presentados en varios certámenes con un rotundo dictamen técnico a favor de su fabricación y utilización en astilleros, ahora también están dando su fruto en España.

Hoy, podemos decir que ya se está usando en la Peninsula Ibérica, con éxito, el andamio de fabricación alemana RUX-Variant en acero galvanizado por baño caliente e infinita capacidad direccional (grado 7 de infinitud) al que, asimismo, se le han introducido avanzadísimas novedades tecnológicas que le hacen más seguro y rentable.

Ahora la compañía RUX Sistemas de Andamios, S.A está dando, a través de sus Concesionarios RUX para cada provincia, un servicio integrado al Astillero; es decir, no sólo el alquiler o venta del andamio, sino también su montaje-desmontaje, trabajos de chorreo de arena o granalla, pintura, alumbrado y limpieza. Consiguiéndose evitar así, los típicos conflictos entre diferentes proveedores, los retrasos en las obras, y el encarecimiento de las mismas cuando se contratan servicios por separado. Además del RUX-Variant, y dentro de la extensa gama de productos RUX, el astillero puede usar otro tipo de andamio para diferentes trabajos y, de hecho, ya los están utilizando en muchas factorías disponiendo de las torres móviles de aluminio RUX-Mobilo, naves desmontables, RUX-Super para el cuerpo central...etc., que complementan el uso del andamio RUX-Variant.

Por último, RUX S.A. pone a disposición del astillero sus equipos técnicos de ingenieros y jefes de montaje, para analizar conjuntamente los más convenientes sistemas auxiliares en materia de andamios, para casos específicos y proyectos concretos, y ello sin cargo ni compromiso alguno para el astillero; realizándose incluso desplazamientos a la factoría en cuestión, las veces que sean necesarias.

Diversas factorías navales, tanto las dedicadas a nuevas construcciones como a carenas, han visitado y están visitando las instalaciones principales de RUX en Hagen (Alemania), donde tienen ocasión de asistir a presentaciones y demostraciones de todo tipo, ajustadas éstas a la problemática específica de cada caso.

A.U.S.A, al frente de las actividades comerciales para la entrada de la marca RUX en los astilleros de la Península y su Industria Auxiliar, está asistiendo a través de representantes de su Dirección a las Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval de los últimos años en España; concretamente, en su XL Edición celebrada en Las Palmas de G. Canaria, el Dr. Ing. Naval Javier Parreño tuvo la ocasión de intercambiar abundante información técnica relacionada con las novísimas posibilidades de las más avanzadas estructuras tubulares diseñadas de forma específica para la Construcción Naval (tanto en acero galvanizado por baño caliente como en aluminio).

A.U.S.A ha aprovechado las idóneas características de los productos alemanes RUX, de forma que, se han ido integrando paulatinamente en las múltiples actividades que integran la fabricación de nuevas construcciones, así como las más sofisticadas reparaciones en los respectivos departamentos de Carenas. De esta forma, se han conseguido rotundos éxitos con el uso del andamio RUX-Variant, por ejemplo, en la construcción de una serie de cazaminas en IZAR-Cartagena (antigua E. N. Bazán); en la gran carena de Submarinos, de la misma factoría, en los trabajos de chorreo y pintura de IZAR-Sevilla (antiguos Astilleros Españoles), en IZAR-Cádiz con la gran reparación y transformación del superpetrolero *American Cormoran*, así como también en actividades de otros astilleros españoles y portugueses.

Asimismo, RUX S.A. ha realizado y está realizando actividades técnicas y comerciales relacionadas con los andamios tipo RUX-Variant y torres RUX-Mobilo, en proyectos concretos que afectan a las factorías de IZAR en Cádiz, Sestao y Fene. Concretamente, en esta última, RUX, S.A., de la mano de su prestigioso cliente Desarrollo e Ingeniería del Andamio S.A. (DIASA), ha obtenido un enorme éxito, prosiguiendo allí y en estos momentos con su intensa actividad del montaje de su principal andamio en el sector naval, el RUX-Variant.

Por el sistema técnico que representa el uso del RUX-Variant, tanto en Nuevas Construcciones como en reparaciones, queremos hacer énfasis en el notable éxito que dicho uso del Variant está teniendo en IZAR-Fene.

En algunos casos, se trata tan sólo de "cuerpos" con destino a ensamblarse en otras factorías. En IZAR-Fene se está realizando actualmente la construcción del: NC-980: el Cuerpo de Proa, que forma parte de un gasero de 138.000 m^3 (a completar en IZAR-Puerto Real) encargado por la naviera Elcano, y que tiene una eslora total de 130,26 m, una manga de 42,5 m y un puntal de 25,4 m hasta la cubierta principal y más de 32 m a la parte superior de la cubierta tronco. Para la fabricación de los 92 bloques que lo forman se han empleado 9.000 t de acero, que, junto con el armamento, equipos instalados y el tratamiento superficial, supondrán unas 10.000 t. La obra supone una ocupación de unas 600.000 horas de trabajo.

Para esta construcción y después de pasar estrictas medidas de seguridad y control del tipo de andamio por parte del astillero, se ha empleado el andamio multi-direccional RUX-

Variant, suministrado por DIASA. Para esta obra y con el fin de aumentar las sinergias se ha creado la agrupación DIASA-TRARE que se ha encargado de las tareas de suministro y montaje de andamio necesario en dicha construcción.

Las características principales del andamio Rux-Variant (multi-direccional para la Industria y, en concreto, para el Sector Naval) son:

- Capacidad direccional infinita (grado 7 de infinitud).
- Simplicidad de montaje con el consiguiente ahorro de tiempo.
- Seguridad de anclaje de los elementos.
- Disminución de material necesario en montajes similares con otras marcas.
- Versatilidad con medida reticular lógica.
- Sencillez de acoplamiento sin necesidad de herramientas.
- Aproximadamente un 20% más de carga admisible.

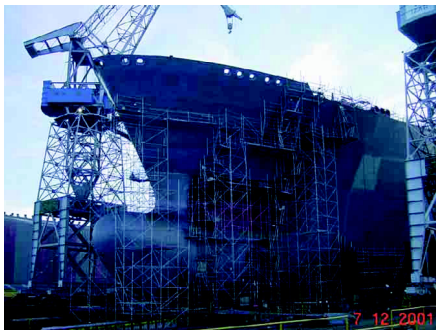
Haciendo hincapié en las grandes ventajas técnicas del andamio RUX-Variant utilizado por DIASA hay que hablar de las patentadas conexiones de nudo enganche con muelle dinámico y acuñamiento indirecto por doble uña (fijación paralela al eje del tubo) que garantizan la perfecta absorción de grandes cargas estáticas y dinámicas incluso trasmitidas por diagonales, y también de grandes momentos flectores por empuje de viento sobre grandes superficies, vibraciones, etc

La colaboración entre las empresas A.U.S.A, DIASA y RUX GmbH comenzó en 1998 y desde entonces son múltiples las obras acometidas conjuntamente en diversos sectores, entre ellos y como uno de los prioritarios, el sector naval, donde se requiere una gran especialización. Esta colaboración se extiende a las continuas inquietudes de dichas tres empresas por investigar en mejoras para la seguridad y productividad de las diferentes tareas llevadas a cabo, y que redundan en beneficio del usuario final. Para ello se imparten de forma regular cursillos y demostraciones por personal especializado en las más diversas materias pero sobre todo en estas dos: seguridad y producción.

De este modo, la terna A.U.S.A-DIASA-RUX S.A., se sitúa al frente de la tecnología aplicada al andamio en el Sector Naval.

A.U.S.A ha establecido una amplia red de Concesionarios y Cuentas Nacionales que, a partir de su previa formación en Alemania están dando todo tipo de servicios a las distintas factorías navales enclavadas en aquellas zonas geográficas que cubren dichas empresas. Destacando el hecho de que pueden llegar a ofertar al astillero si así lo requiere "soluciones integradas a medida".

Los productos alemanes RUX tienen un gran éxito en la Industria Naval, con sus 4 series de andamios (especialmente la RUX-Variant), naves desmontables, máquinas de mantenimiento de andamios, montacargas y maquinillas, software-RUX, torres móviles de aluminio o acero, pilares de absorción de grandes cargas, accesorios, etc.



Para más información sobre las aplicaciones del andamio alemán RUX en la Industria, así como los proyectos en ejecución que actualmente se vienen llevando a cabo en los Sectores Navales y Petroquímico usando el andamio RUX-Variant, pueden dirigirse a las direcciones abajo indicadas.

Ultima tecnologia alema em andaimes para a indústria naval, nuclear e petroquímica

Durante a sua participaçao na BAUMA (Munique), na SIMAC (Lisboa) e também en outras muitas feiras a RUX SA apresentou o seu eficaz "Sistema de Encaixe" para o andaime "RUX-Variant", de capacidade direccional infinita (de grau 7) o qual, junto a outros também novos componentes e dispositivos, obteve prémios em diversas feiras e certames internaçionais.

Actualmente, na Industria, a qualidade e desenho deste andaime industrial tornam possivel: Uma grande duraçao, "medidas reticulares lógicas", menor necessidade de material, mayor rapidez mas montagens, absorçao de grandes cargas, etc., cumprindo nao só as normas da UE como também as mais rigorosas normas alemas.

Assim, qualquer possivel alteraçao usual destas últimas, nao afecta e, naturalmente, nao invalida o sistema RUX, pelo que estao também sempre garantidas as facetas mais exigentes de segurança e rendimento.

As ligaçoes patentadas do novo nó de encaixe com cunha dinamica e sistema de trancagem indireito por "dupla unha" (fixaçao paralela ao eixo do tubo), garantem a perfeita absorçao de grandes cargas estáticas e dinamicas, inclusivamente transmitidas por diagonais, e também de grandes momentos flectores por pressao do vento sobre grandes superficies, vibraçoes (resistindo inclusivamente a certas sobreposiçoes de harmónicos), etc. A versatilidade do Andaime Industrial RUX-Variant permite dificeis montagens sem necessidade de escalonamentos. Nos navios, por exemplo, as anteriormente complexas montagens nos poroes, depósitos, torres, caldeiras, tanques e zonas afastadas da carlinga central, sao agora simples com material RUX.

As formas esféricas, hiperbólicas, etc, e outras nao definidas analíticamente, que ocorrem frequentemente na Industria, sao agora perfeitamente acessíveis mediante estruturas RUX-Variant, eliminándose muitos componentes anteriormente necessários. A possibilidade de utilizaçao de travessas telescópicas, evitando-se recorrer a quebras no andaime, diminuem o material e mao de obra necesarios.

Por último, a compatibilidade do novo andaime Variant com os restantes produtos do "programa completo rux" para Industria, dao-lhe a capacidade de servir como complemento nas mais diversas aplicaçoes tais como catenárias de alta tensao, torres de refrigeraçao, estaçoes de tratamento de águas, etc.

Para mais informaçao do novo andaime RUX e sua aplicaçao:

RUX sistemas de andamios, S.A.
Polígono de los Malatones, s/n C/ Central, nº 5
Fuente el Saz del Jarama E-28140 Madrid;
Tel./Fax: + 34 91 622 40 60;
Tel./Fax: + 34 91 622 40 58;
e-mail: hella@ruxsa.com

Andamios Universales, S.A.
Tel.: +34 91 434 13 55 / 56; Fax: +34 91 434 13 57;
e-mail: andauni@jet.es

DIASA
Tel.: + 34 91 442 33 11; Fax: + 34 91 442 35 43;
e-mail: ingasis@ateinco.es

Fugro introduce los servicios de seguimiento y monitorización del buque

Fugro SeaSTAR ha anunciado la introducción de una nueva gama de servicios de seguimiento y monitorización para la industria marina.

El *SeaSTAR Asset Monitoring Service* (SAMS) está diseñado para uso tanto en plataformas fijas como móviles, incluyendo boyas y buques de operaciones, permitiendo a los armadores monitorizar la posición, estado y comportamiento de los sistemas y sensores a bordo, y ejercer el control remoto de las funciones clave. El sistema es altamente flexible y puede ser adaptado para cumplir con los requisitos específicos del usuario.

El SAMS contiene cuatro funciones básicas: Recopilación y procesamiento de datos a bordo del buque; Transmisión de datos desde y para el buque vía el servidor de manejo de mensajes de SeaSTAR; Análisis y presentación de datos para satisfacer las exigencias del usuario; y Alarmas.

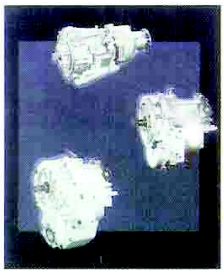
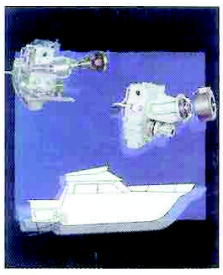
La instalación básica del SeaSTAR a bordo incluye un receptor GPS/DGPS, un procesador, módulo de comunicaciones y batería de reserva para caso de fallo del suministro externo de electricidad. Para otros requisitos más complejos como son monitorización de boyas oceanográficas y navegación, Fugro ofrece la serie de terminales R-200 que proporcionan un informe avanzado de fallos con dos vías de comunicación de datos.

Los datos desde el buque se transmiten a tierra, vía satélite o GSM, a un servidor Web seguro, de Fugro SeaSTAR. Para las comunicaciones internacionales se puede usar el Inmarsat C, D+ o servicio Orbcomm. Para aplicaciones cercanas a la costa es preferible el GSM. El sistema puede soportar dos tipos de mensajes de texto además de informar de datos y alarmas.

Los datos pueden ser accesibles desde el servidor Web SAMS vía un buscador de Internet usando una conexión mediante módem o de forma permanente. Para la protección de datos se proporciona una contraseña multi-nivel. Si el usuario desea tener los datos en su propia red, los datos del SAMS pueden ser transferidos desde y para el servidor de Frugo a la red propia del usuario vía una encriptación tipo *Virtual Private Network* (VPN). De este modo, el sistema instalado por el cliente puede integrarse completamente con la infraestructura IT existente, aunque todavía usando un buscador HTML estándar para la visualización.

Respecto a alarmas, el hardware remoto puede ser configurado para "informes de excepción", de modo que se envíe de mensajes sólo cuando se produzca una condición de alarma y, por tanto, evita la necesidad de una constante consulta, reduciendo significativamente los costes. Además, el monitor de páginas Web puede ser programado para notificar a una lista prioritaria de usuarios, por fax, e-mail o SMS, cuantas veces se producta una situación particular.

Para más información:
www.fugroseastar.com

MAAG
Velvet Drive BY BORG-WARNER MARINE TRANSMISSIONS
WALTER V-DRIVES
WALTER KEEL COOLERS
aquadrive antivibration system
Deep Sea Seals Ltd International Marine Sealing Systems
TRELLEBORG
KOBELT MANUFACTURING COMPANY LIMITED
Halyard
Felsted
CENTRAL DE TRANSMISIONES MARINAS, S. L.
CEN-TRA-MAR
CENTRAL DE TRANSMISIONES MARINAS, S. L.
Invención, 12
Pol. Ind. "Los Olivos"
28906 Getafe (Madrid)
Tel.: 91 665 33 30
Fax: 91 681 45 55
centramar@centramar.com
www.centramar.com

Conferencia sobre el Sistema A.I.S.

El pasado día 21 de noviembre de 2001 se celebró una conferencia sobre el Sistema A.I.S. (Sistema de Identificación Automática), organizada por Aeromarine, y en la que actuaron como ponentes representantes de la empresa Saab TransponderTech, que está trabando en las áreas de Defensa, Aérea, Aeroespacial y Marítima, y que durante más de 10 años ha diseñado, desarrollado y comercializado transpondedores para aplicaciones aéreas y marítimas, y de la empresa Leica, así como el Jefe del Area de Proyectos y Comunicaciones de la Dirección de General de la Marina Mercante, y el Jefe de Area de Ayudas a la Navegación de Puertos del Estado.

Tanto el Sr. Bergström, de la empresa Saab TransponderTech, como el Sr. Juan Antonio Alonso, de la DGMM, comentaron la reglamentación y normativa aplicable al sistema AIS. Desde 1997, en que IMO desarrolló un borrador estándar para el A.I.S. basado en la tecnología STDMA *(Self-Organizing Time Division Multiple Access)*, este sistema se ha ido desarrollando y en pasos sucesivos se ha ido regularizando para su aprobación. En la actualidad, el sistema AIS está contemplado en:

- Normativa de IMO mediante la Resolución MSC.74(69), Anexo 3, Recommendation on Performance Standards for an Universal Shipborne Automatic Identification Systems (AIS).
- Capítulo V del Convenio SOLAS.
- Reglamento de Radiocomunicaciones de la ITU, en el apéndice 518.
- Recomendación de la ITU.-R M.1371, Technical Characteristics for a Universal Shipborne Automatic Identification System Using Time Divison Multiple Access in the Martime Mobile Band.
- Standard 61993-2 on AIS de la IEC.

Las fechas para la entrada en vigor de las disposiciones de IMO en los buques, de acuerdo con los requisitos de la Unión Europea, son las siguientes:

- Buques construidos después del 1 de julio de 2002
  - Pasaje.
  - Mercantes > 300 GT con escala en algún puerto de la Comunidad.
- Buques construidos antes del 1 de julio de 2002
  - Pasaje antes del 1 de julio de 2003.
  - B. Tanque > 5.000 GT antes del 1 de julio de 2003.
  - Mercantes > 50.000 GT antes del 1 de julio de 2004.
  - Mercantes > 10.000 GT antes del 1 de julio de 2005.
  - Mercantes > 3.000 GT antes del 1 de julio de 2006.
  - Mercantes > 300 GT antes del 1 de julio de 2007.

El AIS es una tecnología que usa transpondedores STDMA marinos que operan en la banda VHS ideada para intercambiar y presentar la información del buque de forma automática.

Los transpondedores STDMA están compuestos por un receptor satélite GPS o DGPS, un microprocesador del sistema y un transmisor de radio VHF.

Los datos de la posición son recibidos a través del GPS y comunicados por el transmisor VHF a otras unidades móviles y las estaciones de la red en tierra para la recopilación de datos. La transmisión es controlada por el microprocesador del sistema STDMA y sincronizada por una señal cronometrada exacta (UTC) obtenida del sistema GPS. Cada transpondedor STDMA selecciona independientemente un slot (256 bits) de tiempo "privado" para su transmisión sin interferir en las transmisiones desde otros transpondedores, dado que el sistema trabaja en dos bandas de frecuencia, la 87B (161.975 MHz) y la 88B (162.025MHz), y por tanto es posible que todos los usuarios reciban y transmitan al mismo tiempo en la misma banda de frecuencias.

Las transmisiones son realizadas automáticamente en cortos intervalos de tiempo (normalmente 1-60 segundos). La capacidad de intercambio de datos es mayor de 2.000 mensajes de información por minuto en un canal de VHF de 25 kHz de ancho de banda. Actualmente se ha montado un tercer canal para los países en que las frecuencias anteriores no estaban disponibles, aunque el cambio automático de la frecuencia disponible no es demasiado bueno para el sistema.

El sistema es capaz de trabajar simultáneamente en dos modalidades:

- Buque - Buque.
- Buque - Tierra.

Los datos que se transmiten automáticamente son:

- Posición con indicación de precisión y estado de integridad.
- Tiempo en UTC.
- Estado de navegación.
- Señal de llamada y nombre.
- Tipo de buque.
- Destino y hora estimada de llegada (ETA) a discreción del Capitán.
- Rumbo sobre fondo - COG.
- Velocidad sobre fondo - SOG.
- Rumbo.
- Número IMO.
- Eslora y manga.
- Calado de buque.
- Tipo de carga peligrosa.

Todos estos datos se van actualizando automáticamente, y el tiempo entre actualizaciones depende de la velocidad y actividad que el buque este realizando en cada momento.

La Recomendación M.1371-1 de la ITU-R describe dos tipos de transponder AIS: Clase A y Clase B.

El transponder Clase A cumple con los requerimientos de IMO, y será obligatorio en los barcos SOLAS y aprobados por clasificación.

El transponder Clase B proporciona herramientas no necesariamente en completo acuerdo con los requerimientos de IMO. La IEC ha comenzado a trabajar en la certificación estándar de los Clase B y se espera esté terminada en el año 2003. La Clase B será muy parecida a la Clase A, excepto en algunas propiedades:

- Se actualizan los datos menos a menudo que en la Clase A (p.e. se actualizan cada 30 segundos a 14 nudos de velocidad, en vez de cada 10 segundos en la Clase A)
- No transmite el número IMO del buque ni el tipo de llamada.
- No transmite el ETA o destino.
- No transmite el estado de navegación.
- Sólo requiere recibir, pero no transmitir, mensajes de seguridad de texto.
- Sólo requiere recibir, pero no transmitir, identificadores de actividad (mensajes binarios).
- No transmite velocidad de cambio de información.
- No transmite el máximo calado estático presente.

El tipo de transponder Clase B está especialmente pensado para pesqueros y buques de recreo que no están clasificados como buques SOLAS.

PARA CONSUMOS EXCEPCIONALES, MOTORES MARINOS CAT

LA POTENCIA SE LLAMA CATERPILLAR

Pase lo que pase, su barco no puede estar parado. Por eso usted necesita sentir que bajo la cubierta se aloja un motor robusto y fiable, capaz de proporcionar la fuerza suficiente ante cualquier situación y con un consumo excepcionalmente bajo. Caterpillar le ofrece la más amplia gama de potencias. Desde 63 HP hasta 22.000 HP con motores tanto propulsores como auxiliares, que cumplen la norma IMO de emisiones contaminantes. Motores incansables que combinan sus altas prestaciones y rendimiento con la garantía de un soporte técnico y de suministros que sólo Finanzauto y su amplia red de Agentes Marinos puede ofrecer. Con un Motor Marino Caterpillar su navegación será más segura y más rentable.

Barloworld Finanzauto CAT MaK

Barloworld Marcas Líderes

Central: Arturo Soria, 125 - 28043 Madrid. Tels. 91 413 00 13 - 91 413 90 12. www.finanzauto.es

Bases: **A Coruña:** Tel.: 98 179 51 33 • **Arganda:** Tel.: 91 871 26 12 • **Barcelona:** Tel.: 93 574 00 90 • **Bilbao:** Tel.: 94 673 05 00 • **Las Palmas:** Tel.: 928 70 01 12 **Málaga:** Tel.: 952 24 31 50 • **Oviedo:** Tel.: 98 526 91 14 • **Sevilla:** Tel.: 95 567 52 80 • **Tenerife:** Tel.: 922 62 60 00 • **Valencia:** Tel.: 96 180 45 85 • **Zaragoza:** Tel.: 976 54 11 00

En la actualidad Saab cuenta ya con bases operativas en tierra en Suecia, Finlandia y están en estudio o construcción en Japón, Turquía y Portugal.

El representante de Leica, el Sr. Peter Devantier, informó durante su exposición sobre los últimos GPS y DGPS construidos bajo los requisitos de IMO para los sistemas AIS.

El sistema de navegación MX420 es el primer sistema que combina GPS, DGPS y AIS con el consiguiente ahorro para el usuario. Todas las funciones GPS, DGPS y AIS son controladas totalmente y se puede acceder a todo la información por una única unidad de control y pantalla. El sistema conecta directamente a los sensores de navegación del buque así como al ECDIS, ARPA y otras sistemas de información a bordo. Una contraseña protege los menús permitiendo más seguridad y entrar de manera sencilla a toda la información AIS, tanto Estática como de Viaje. La pantalla de situación AIS proporciona gráficos inmediatos y continuos y/o mensajes de texto de todos los buques equipados con AIS y las estaciones en tierra que se encuentren en el rango de la radio. El MX420 se completa con la pequeña antena MX421 para la recepción GPS/DGPS, extremadamente resistente y sellada a prueba de agua.

Para actuar como transponder, Leica ha desarrollado el MX 423 aprobado para el AIS. Contiene 3 receptores independientes de VHF, un receptor DSC y un transmisor, que alterna las transmisiones entre los dos canales TDMA. El transmisor también puede ser usado para responder a un requerimiento DSC. El receptor GPS interno proporciona principalmente exactitud en el tiempo de sincronización.

El controlador es una parte del transponder que crea y programa los paquetes de datos para transmitir repartidos en Datos Dinámicos, Datos Estáticos y relacionados con el Viaje. Los mensajes enviados contienen la información que automáticamente se debe mandar según los requisitos del IMO.

Juan Francisco Rebollo Lledó, Jefe de Area de Ayudas a la Navegación de Puertos del Estado, hizo hincapié en los Sistemas AIS como Ayuda a la Navegación Marítima en el Entorno de la IALA, y la postura de Puertos del Estado.

La IALA, hasta 1998 Asociación Internacional de Autoridades de Faros, y desde entonces denominada Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima y Autoridades de Faros, estudia las ayudas a la navegación que tienen como objetivo contribuir de manera efectiva a la mejora de la seguridad de la navegación, incrementando la eficacia y la eficiencia de los tráficos y la salvaguarda del medio ambiente marino, dentro de un marco internacional homogéneo.

Las ayudas a la navegación han pasado desde la Seamark (puramente informativas) al AID (proporcionan un servicio). Los tipos de ayudas a la navegación se pueden dividir en:

- Visuales:
  - Ciegas (marcas diurnas).

  - Luminosas (marca diurna y nocturna), donde se encuentran los Faros para distancias superiores a 10 millas náuticas, Balizas fijas tanto en tierra como en el mar (espeques y torres) y Balizas flotantes (Boyas) para distancias inferiores a 10 millas náuticas.

- Radioeléctricas:
  - Racones.
  - Sistemas lineales (Radiofaros).
  - Sistemas hiperbólicos (DECCA, LORAN-C)
  - Sistemas de satélites (GPS, GLONASS, Galileo)
  - Sistemas mixtos (DGPS, EGNOS)
  - Reflectores radar (pasivos, RTE)
  - AIS: Buque/Buque, Buque/Costa.

- Asistidas (con operadores):
  - VMTS, tanto el VTS-Costero, como el VTS-Portuario (Centro Portuario de Control y Coordinación de Servicios-CPC).
  - Practicaje (ref. Navguide-IALA).

Especial atención se puso en el concepto de Sistema de Navegación, ya que las ayudas a la navegación proporcionan información para el posicionamiento, pero requieren una representación cartográfica para interpretar esta información del AIS, por lo que será necesario una cartográfica con una exactitud adecuada, para que el error total en la navegación no haga que el sistema sea ineficaz, que hará necesaria mayor precisión cartográfica y un nuevo posicionamiento de las AtoN sobre la cartografía WGS-84, ya que la posición señalada por el AIS actualmente es donde está colocada la antena y no el centro del buque.

En el escenario de IMO-IALA / SOLAS, las ayudas visuales se consideran como elementos de backup de los sistemas radioeléctricos, fundamentalmente sistemas basados en satélites, racones y AIS, para su empleo junto con la cartografía digital en datum WGS-84 (ECDIS). El problema se presenta en las embarcaciones NO-SOLAS, como pesqueros, y barcos de recreo.

La participación que ha tenido la IALA en la tecnología AIS ha sido importante desde un principio:

- Capítulo específico en la NAVGUIDE.
- Especificaciones técnicas de los transceptores IALA AIS Guideline.
- Recomendación en la clarificación en la ITU-R 1371-1.
- Guía para las estaciones base AIS.
- Guía para las estaciones de Ayuda a la Navegación AIS.
- Desarrollo de mensajes específicos, tanto DGPS como los Tipos AtoN (#21).

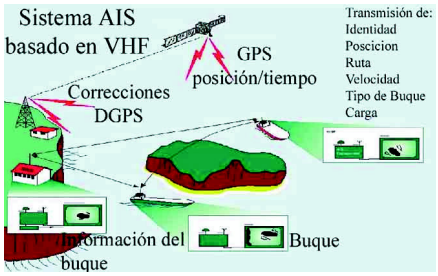
Las ventajas que presenta el sistema AIS para las ayudas a la navegación son: precisión, reducción de canales VHF, silencio VTS, reducción de carga de trabajo de los operadores, monitorización de las instalaciones, monitorización del medio físico, estadísticas de tráficos, análisis de riesgos, estudio de incidentes/accidentes e información sobre el transporte.

Las misiones que tiene el Area de Ayudas a la Navegación de Puertos del Estado son:

- Garantizar la disponibilidad de un sistema nacional de ayudas a la navegación marítima, diseñado y revisado en función de los tráficos y el nivel de riesgo existente en cada zona, contribuyendo a la mayor eficacia y seguridad en la navegación marítima para los distintos tipos de usuarios (navegantes).
- Desarrollar los estándares necesarios que faciliten el cumplimento de los niveles de calidad, ejercer la inspección y potenciar la formación, la investigación, el desarrollo y la innovación en materia de ayudas a la navegación marítima.
- Garantizar que se cumplan los niveles mínimos de calidad del servicio que se presta a los distintos tipos de navegantes, con independencia del organismo proveedor del mismo.

Todo dentro del mayor nivel de coordinación internacional, ostentando la representación nacional en estas materias y sometido al Ordenamiento vigente. Dentro de este marco, el despliegue que ha realizado Puertos del Estado de los AIS ha sido el siguiente:

- Estaciones en tierra en los Centros Portuarios de Control de las Autoridades Portuarias para el control de los tráficos portuarios.
- Estaciones en tierra en la Red de Faros / Balizas, donde ya hay DGPS y por tanto tiene un servicio redundante (DGPS/AIS).
- AIS en boyas de recalada y en dispositivos de separación de Tráfico.



Ahora mismo se plantea además el problema añadido del coste. ¿Cómo recuperar los costes que las Ayudas a la Navegación generan al Estado? y ¿cómo amortizar los costes de los equipos que han de comprar los usuarios? Los equipos que se han de montar en buques de nueva construcción ya pueden incorporar el AIS, pero la mayoría de los buques ya construidos no disponen de ese sistema y por tanto lo razonable sería que se pudiera aprovechar al máximo el equipo instalado, con la adicción de algún nuevo elemento que permita utilizar el equipo y cumplir con los requerimientos del AIS.

Recuerdo a nuestros compañeros

Antonio López Tercero. Era el arquetipo de vitalidad e interés profundo por todo lo que le rodeaba, con el resultado de una vida plagada de actividades y actuaciones, diversas y heterogéneas, recorrida con su estilo de vida genuino y diferente, conformado por una severa autoexigencia y sustentado en valores profundamente humanos e individualistas, que no eran ajenos a su profunda y refinada alma andaluza.

Aparte de su amplia y destacada trayectoria profesional que merece un tratamiento específico, aparece su faceta de interés plural, que le llevó a participar y de modo influyente en las actividades del Colegio y Asociación, desde los primeros momentos de los mismos, y de forma continuada hasta el final de sus días. En el plano profesional, también se permitió una excursión en campo tan lejano a su formación como el paso por la Gerencia del Casino Bahía de Cádiz.

Su interés generalizado por el mundo que le rodeaba le convirtió en amplio conocedor de variados temas y saberes, y su interés por las personas evolucionó a una cálida extroversión, lo cual se manifestaba en su característica más conocida, ponderada y plenamente percibida: su faceta de magnífico conversador.

Toda esta pletórica vida no era más que el envés de su escondida y gigantesca humanidad, gigantesca porque se había forjado en adversidades, dificultades y desgracias que se abatieron sobre él durante gran parte de su vida. Humanidad materializada en comprensión, acogida, ayuda eficaz y desinteresada a todo su entorno. Muchos amigos, compañeros y conocidos podrían, desde su intimidad, ilustrar su generosidad.

Mariano Blanco González. Jienense de origen, ingresó en la Esccuela Naval Militar y, ya con el despacho en la mano, lo hizo seguidamente en nuestra Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (ETSIN) de Madrid, en las mismas condiciones que los demás aspirantes civiles a ingeniero naval.

Su vida profesional se repartió entre el Instituto Nacional de Industria, la ETSIN, en la que, además de ser profesor en los cursos de iniciación, fue catedrático de Buques de Guerra, y la Armada española, en la que alcanzó el grado de Contralmirante Ingeniero.

De su paso por la ETSIN muchos recordarán aquellos ingentes castilletes que había que resolver regla de cálculo en ristre y una manera de impartir los conocimientos muy seria y formal.

Joaquín Ramírez García. Pertenecía a la promoción de 1966. Entre los años 1969 y 1987 trabajó en la Empresa Nacional Bazán, principalmente en las oficinas de Madrid. Al llegarle la jubilación se retiró a su Almería natal, donde ha fallecido.

Lucas Sotos Fernándezz. Pertenecía a la promoción de 1955 y era Doctor. Había nacido en, como él decía, Tarazona de la Mancha y desarrolló prácticamente toda su actividad profesional en la Factoría de Cartagena de la entonces E. N. Bazán, donde se jubiló anticipadamente en 1987.

Su carácter abierto y amable, junto con su gran profesionalidad, le hizo acreedor al afecto y respeto de todos los que, bien como compañeros de trabajo o como personas relacionadas con las obras que, para la Armada española o para armadores privados se realizaron allí, tuvieron ocasión de tratarle.

En los últimos 12 años fue el inspector de Visados del Colegio en toda la Zona de Murcia.

Descansen en paz.

El Consejo Estatal de las Personas Mayores

La Asociación de Jubilados de los Colegios Profesionales, de la que nuestro Colegio fue promotor y de cuya Junta Directiva forman parte nuestros colegas Alvaro G. de Aledo y José María de Lossada, tiene un representante en el Consejo Estatal de las Personas Mayores. Se ha producido recientemente la vacante del puesto de Vocal suplente y en la reunión de 16 de noviembre de la Junta Directiva de la AJCP se acordó por unanimidad proponer para este puesto a José María de Lossada.

Con este motivo, el Presidente de la Asociación, don Antonio García de Gúdal, dijo unas amables palabras para nuestra profesión, destacando y agradeciendo la importante colaboración que los Ingenieros Navales le viene prestando desde su constitución.

La Asociación edita un interesante Boletín trimestral, Balance y Perspectiva, que reciben gratuitamente todos los colegiados que se han inscrito en el Servicio de Jubilados del COIN, al que pueden pertenecer, previa solicitud, todos los colegiados de más de 65 años y las viudas de colegiados que, fallecidos a cualquier edad, tuvieran ahora más de 65 años.

En el último número de dicho Boletín se publica, en la página 3, una interesante información sobre el Consejo Estatal de las Personas Mayores, sus funciones específicas, composición y funcionamiento. Recomendamos su lectura a todos los jubilados, ya que, por intermedio del Consejo, sería posible plantear iniciativas de carácter general a favor de las personas mayores que, evidentemente no tienen capacidad ni medios para acometer el Servicio de Jubilados de COIN.

Dada la gran experiencia profesional y conocimiento de otras instituciones que con toda probabilidad estarán afectadas también por este tipo de problemas, esperamos una eficaz participación de José María de Lossada en las tareas que pueda acometer en un futuro próximo el Consejo Estatal de las Personas Mayores.

En estos momentos se está tratando de promover, con un importante asesoramiento jurídico, una acción legislativa para tratar de eliminar el tope de las pensiones, establecido de manera arbitraria hace ya muchos años, y que así viene manteniéndose. Conociendo la gran dificultad que este objetivo representa, se está iniciando esta acción, tratando de implicar al mayor número posible de colectivos afectados por esta medida.

Enero de 1952

A partir de este número de enero estrenamos una nueva sección: *Hace 50 años.* En ella queremos recordar cómo era el sector naval hace medio siglo. Mensualmente, daremos un breve repaso a los aspectos más importantes publicados en la revista *Ingeniería Naval.*

En aquella época, el precio de la suscripción anual para España, Portugal e Hispanoamérica era de 130 pesetas y la revista comenzaba con los **Artículos Técnicos.** La siguiente sección, estaba dedicada a la **Información Legislativa,** donde se recogían los acontecimientos jurídicos más relevantes para el sector, con los nuevos decretos y convenios.

En **Información Profesional,** se recogían las últimas novedades y avances de los astilleros y empresas del sector naval. Dentro de esta Sección se incluía el apartado *Revista de Revistas,* donde se destacaban las noticias más importantes aparecidas en otras publicaciones técnicas internacionales.

El último bloque de la revista, era el de **Información General.** Estaba dividida en dos secciones: *Internacional y Nacional.* En este bloque tenían cabida el resto de las noticias, entregas de buques, botaduras, memorias, erratas, esquelas, etc.

Con esta nueva sección pretendemos recordar –no sin un cierto toque nostálgico- cómo han ido evolucionando tanto el sector naval, como nuestra publicación.

Enero de 1952

Artículos técnicos

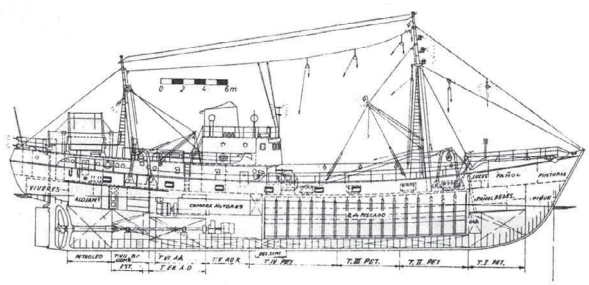
Comienza esta Sección con un artículo sobre la construcción naval española en el mes de enero de 1952. Comparando con las cifras publicadas en enero de 1951, se observa que el volumen total de obra pasa de 1.404 millones a 1.970 millones de pesetas, a pesar de que el número de buques en construcción se reduce de 157 a 131. Este incremento en el volumen de obra es debido a los transatlánticos contratados por Ybarra, de S.E. de Construcción Naval. El arqueo bruto en construcción sube desde 156.000 a 176.000 toneladas, y el peso muerto, desde 157.000 hasta 211.000 toneladas. La relación B.H.P./arqueo bruto es de 1,07 y la de B.H.P./peso muerto de 0,95, valores muy altos, que dan una idea de la bondad de los buques que tienen en construcción los astilleros españoles.

El balance del año 51 resultaba bastante esperanzador para la construcción naval. Otra circunstancia muy favorable para el sector era el buen funcionamiento del Crédito Naval, como resultado de la política de gestión del Gobierno.

El problema mayor con el que se encontraba la industria naval era el acopio de materiales (principalmente acero), que encarecía enormemente el coste de los buques. Como solución, se crea la Empresa Nacional Siderúrgica para incrementar la producción nacional de acero.

Para el año 1952 las perspectivas eran bastante halagüeñas y se esperaba que durante el año comenzara a trabajar una nueva factoría: Astilleros de Sevilla.

En la Sección se incluyen también los artículos técnicos:
"Sobre el cálculo de submarinos", por Ricardo Martín Domínguez
"Propulsión diesel-eléctrica de los pesqueros de 400 toneladas", por Francisco-José de Elorza y Múgica.



Información Profesional

Durante el año 1951 se llevó a cabo el primer concurso para cubrir plazas de Ingenieros Navales de la Armada. Paralelamente, un buen número de ingenieros jóvenes eran llamados a las Milicias Navales, para obtener el título definitivo de Teniente en la Escala de Complemento.

Continuaba en pie el difícil y oscuro problema de la Enseñanza Técnica Superior, en lo que respecta a las pruebas de admisión en las Escuelas Especiales y el de los Títulos otorgados por centros de enseñanza no estatales.

Se publica una reseña sobre un nuevo aparato detector para facilitar la estiba de los buques, lanzado al mercado por la empresa sueca *Gotaverken,* consistente en una serie de extensímetros colocados en los lugares de máxima fatiga y conectados eléctricamente con un panel de observación y un cuadro de mandos.

También se publica una noticia sobre el sistema *Cargocaire,* para reducir hasta un 30% la humedad relativa y, por tanto, la corrosión que se detectaba en los tanques de los buques petroleros que transportaban productos refinados del crudo. Dicho sistema disponía de un gran secador de aire mediante gel de silicio, situado en la toldilla, que suministraba aire secado artificialmente a través de una tubería de 20 cm de diámetro que llegaba a todos los tanques.

Revista de Revistas

Se reseña la puesta a flote del buque para transporte de pasajeros *United States,* el buque más grande y rápido que se había construido en EEUU hasta ese momento. Con una eslora total de 301,75 m y 51.500 t de Registro Bruto, el buque estaba propulsado por turbinas a vapor engranadas y cuatro hélices, lo que le permitía alcanzar una velocidad de 30 nudos.

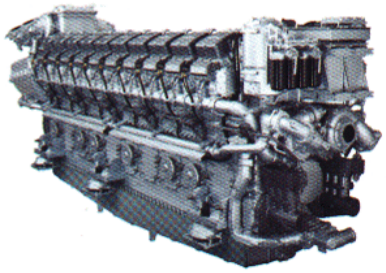
En su construcción, con las más modernas técnicas de la época, se habían utilizado muchos cientos de toneladas de aluminio. La soldadura eléctrica se utilizó ampliamente en la construcción del casco. El buque fue construido en dique seco, poniéndose a flote cuando presentaba un avance en su construcción del 70 % y ya había sido instalada la maquinaria principal, calderas y auxiliares.

Se incluye también la noticia de la construcción en Holanda de tres buques mixtos de carga y pasaje, especialmente proyectados para el transporte de emigrantes de Europa a Sudamérica y carga refrigerada desde Argentina a Europa.

Información General

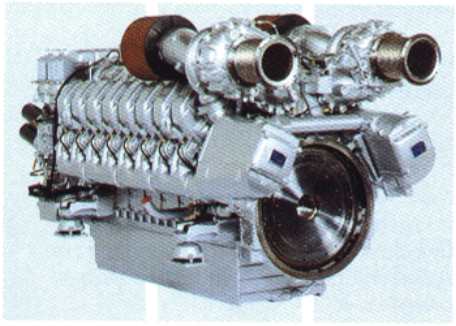
- Nuevos contratos entre E.N. Elcano y E.N. Bazán para la construcción de dos madereros.
- Se realizan en Cartagena las pruebas de mar del buque a motor *Mar Adriático,* la mayor obra de soldadura efectuada nunca en España.
- Bazán prueba con éxito un nuevo tipo de tubos lanzatorpedos de aleación ligera para lanchas rápidas.
- Se ensayan en el Canal de Experiencias de El Pardo los modelos del mayor petrolero del mundo, con 40.000 tpm.
- Botadura del primer transbordador H-1 en los astilleros de Valencia, para el servicio en el Estrecho de Gibraltar.
- Continúa sin interrupción la construcción de grandes petroleros en todo el mundo.

Motores Marinos

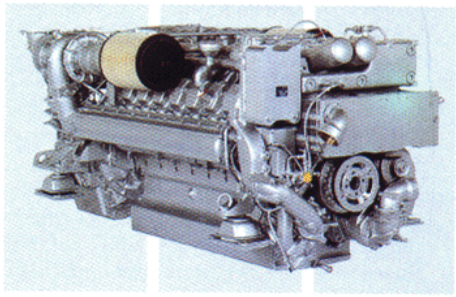


SERIE 8000

VERSIONES. 16V, 20V
POTENCIA: 6.560 a 9.000 kW
8.925 a 12.250 CV
CONSUMO: 195 gr / kW hora



AHORRO COMPARADO DE COMBUSTIBLE
170 millones de Ptas./año
Fast Ferry con 32.800 Kw (4 motores)
4.000 horas/año de funcionamiento
55 Ptas./litro MDO



mtu FRIEDRICHSHAFEN

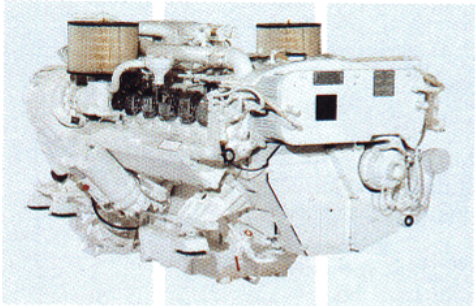
DETROIT DIESEL

SERIE 4000

VERSIONES. 8V, 12V y 16V
POTENCIA: 700 a 2.720 kW
950 a 3.700 CV
CONSUMO: 196 gr / kW hora

SERIE 2000

VERSIONES. 8V, 12V y 16V
POTENCIA: 400 a 1.740 kW
544 a 2.000 CV
CONSUMO: 200 gr / kW hora



SERIE 183

VERSIONES. 6V, 8V y 12V
POTENCIA: 275 a 956 kW
374 a 1.300 CV
CONSUMO: 200 gr / kW hora

TRANSDIESEL Casli

C/ Copérnico, 26 • 28820 COSLADA (Madrid) • Tel.: 91 673 70 12 • Fax: 91 673 74 12

Conferencia Internacional "Diseño y Operación para Condiciones Anormales II"

Aurelio Gutiérrez, Doctor Ingeniero Naval

Esta conferencia *("Design and Operation for Abnormal Conditions II")*, organizada por RINA, se celebró en Londres durante los días 6 - 7 del pasado mes de noviembre, con asistencia de 40 delegados de 10 nacionalidades, representando a sociedades de clasificación, administraciones nacionales, universidades y centros de investigación, armadores, consultores, etc. En nombre de la AINE asistió el autor de esta reseña.

En el discurso de presentación se resaltó la importancia práctica que tiene la aparición, afortunadamente infrecuente, de olas de hasta 30 m de altura. La pérdida de gran número de buques (especialmente *bulkcarriers)* con varios cientos de tripulantes desaparecidos, en la mayoría de los casos sin dejar rastro y sin petición de socorro, ha concienciado al mundo marítimo sobre la necesidad de examinar a fondo el problema y tomar medidas para atajar esta sangría de buques y vidas humanas.

Los 18 trabajos presentados se agruparon en cinco sesiones.

La Sesión 1, "Diseño para supervivencia y análisis de accidentes" comprendió tres trabajos

El trabajo 1.1 "Principios de diseño e identificación de condiciones críticas", muy extenso (43 pág.), se ocupa de los estudios e información referentes a olas anormales, incluyendo estudios de la Marina de Guerra USA. Analiza también las pérdidas de varios buques por olas gigantes. Entre las posibles causas (o al menos contribuyentes al hundimiento), aparecen problemas de lastrado insuficiente, debilidad de superestructuras (puente), ausencia de rompeolas, escasa flotabilidad en proa (ausencia de castillo en muchos casos), lo cual dificulta que el buque se recupere al paso de una ola gigante, debilidad de las tapas de escotilla en proa, etc. El trabajo incluye abundante información sobre olas. Es especialmente interesante el método HACYM de análisis de datos de altura de olas. La conclusión es que en la etapa de diseño hay que estudiar cuál es la máxima altura de ola a que se desea hacer frente y proyectar la estructura y equipos en consecuencia.

El trabajo 2.1, "Diseño para supervivencia de las estructuras de escotillas", presentado por el profesor Douglas Faulkner (Reino Unido) es de gran interés práctico. El autor, que cuenta con la experiencia de su participación en el estudio de la pérdida del bulkcarrier *Derbyshire*, tras analizar las reglas de las Sociedades de Clasificación llega a la conclusión de que son marcadamente insuficientes en lo relativo a tapas y brazolas de escotilla, especialmente en proa. Sólo el GL tiene exigencias que se aproximan a lo deseable. El trabajo analiza las cargas "reales" de diseño a que hay que hacer frente (señala que "no hay que subestimar al mar") y propone una formulación de diseño para tres tipos de bulkcarrier ("Cape size", "Panamax" y "Handy size").

El trabajo 3.1 "Orientaciones sugeridas para la investigación de accidentes en buques" del mismo autor, Douglas Faulkner, es un complemento al trabajo anterior. Analiza la pérdida del *Derbyshire* y la revisión de la investigación, dando pautas para el análisis de accidentes marinos, incluyendo los ensayos de Canal que conviene realizar en algunos casos.

En la Sesión 2, bajo el título "Cargas por impacto de las olas" se agruparon tres trabajos.

El trabajo 2.1 "Mar montañosa" *("green seas")* e impacto de olas en Unidades Flotantes de Producción, Almacenaje y Trasvase FPSO) y Unidades de Almacenaje Flotantes (FSU)" analiza los accidentes acaecidos en los cinco últimos años en instalaciones petrolíferas en el Mar del Norte. El trabajo, presentado por la Administración Británica y por la empresa MARIN, de Holanda, es una llamada de atención sobre los riesgos a que están expuestas estas instalaciones. Incluye metodología para evaluar los riesgos y medidas a tomar.

El trabajo 2.2 "Análisis de incidentes de olas en unidades FPSO/FSUS", presentado por una consultoría del Reino Unido, es complementario del trabajo anterior. Es muy breve, aunque interesante.

El trabajo 2.3 "Predicción de las cargas en puertas de proa en condiciones extremas de oleaje" presenta resultados seleccionados del proyecto europeo de investigación DEXTREMEL. Se presentan dos métodos de análisis aplicados a la puerta de proa de un ferry Ro-Ro y se comparan los resultados experimentales con los cálculos. Las conclusiones son interesantes pero hace falta más experimentación para validar los resultados.

La Sesión 3, "Desarrollos de Meteorología Oceánica", comprendió tres trabajos.

El trabajo 3.1 "Detección de olas individuales mediante radar marino", presentado por un grupo de investigadores alemanes, expone un método de medición olas mediante radar. Está en fase de desarrollo pues se pretende predecir el oleaje en base a información estadística de las imágenes de radar.

El trabajo 3.2 "Propiedades de los grupos de olas de viento locales no estacionarias", presentado por la Universidad de Lisboa, tiene un gran interés para el especialista en olas. Incluye abundante bibliografía.

El trabajo 3.3 "Síntesis de olas "solitarias" *("Rogue")* determinísticas en mares extremos", presentado por la Universidad Técnica de Berlín, expone una técnica para la generación de olas de diseño a medida. Es el resultado de la aplicación de las modernas técnicas de cálculo con computador.

En la Sesión 4 "Movimientos y cargas inducidas por el oleaje" se presentaron cuatro trabajos.

El trabajo 4.1 "Cálculo directo de las cargas de diseño en buques inducidas por el oleaje" fue presentado por el GL. Se expone aquí un método avanzado para predecir las cargas de diseño extremas debidas al oleaje. El método está validado por ensayos de modelos y mediciones a escala natural. En suma, refleja los estudios y experiencia del GL en este campo. Aun así, hace falta más investigación para poder predecir con más fiabilidad las cargas de impacto y los efectos de mar montañosa (*"green seas").*

El trabajo 4.2 "Condiciones de olas extremas del modelo de olas HINCATS y de las imágenes de radar de apertura sintética" es un trabajo conjunto del Reino Unido, Alemania y Noruega como parte del proyecto MAXWAVE. Se trata de predecir la generación y características de grandes olas individuales *("rogue waves")* y su localización, elaborando "mapas de riesgo". El proyecto se encuentra en fase de desarrollo, si bien se cuenta ya con resultados preliminares.

El trabajo 4.3 "Predicción de las cargas dinámicas en el buque en tiempo duro" fue presentado por la Universidad de Lisboa. En él figura un método de diseño que calcula las cargas en la estructura inducidas por el oleaje, creando mediante un sofisticado método de cálculo las condiciones de oleaje que se consideran. Como ejemplo práctico, el método se aplica al diseño de un buque portacontenedores operando en el Mar del Norte. Es un trabajo notable y de interés práctico (incluye cálculos, información gráfica, amplia bibliografía, etc.).

El trabajo 4.4 "Simulación no lineal de la altura relativa de ola en olas irregulares de cresta corta", presentado por la Universidad de Yokohama, Japón, presenta un método de simulación empleando técnicas CFD para poder reproducir un oleaje de características determinadas. Es un estudio fundamentalmente teórico.

La Sesión 5 "Experiencia de Servicio " agrupó cuatro trabajos.

El trabajo 5.1 "Bulkcarriers: temas verdaderos del gran canal de ensayos", es eminentemente práctico. Su autor es Denis Barber, capitán mercante con muchos años en el mar. Para él el "Gran Canal de ensayos" es el mar, amenazante e impredecible, al que hay que tener respeto, pues ahí los ensayos se convierten en realidad. El trabajo analiza los problemas reales detectados en *bulkcarriers,* de algunos de los cuales rara vez se habla. Entre otras conclusiones, señala:

- Es conveniente hacer una correlación entre las predicciones de modelos y la realidad tal como la ven los usuarios (en este caso los marinos)
- Las características de maniobra son pobres en muchos casos y no adecuadas a las condiciones reales, especialmente en bulkcarriers. El diseño del timón para 17 nudos hace que, si el buque se ve forzado a bajar por mala mar a 12 nudos, éste tenga un área de pala pequeña para la nueva velocidad, por lo que la capacidad de maniobra se reduce.
- Las protecciones de los motores actuales por exigencias en la automación, pueden hacer que el capitán se quede sin máquina en un momento crítico por haber actuado la protección por sobrevelocidad y reducido drásticamente la potencia del motor. El autor resaltó, haciendo gala de sentido del humor, que más vale proteger la totalidad de la "inversión" (el buque y su tripulación) que sólo una parte (el motor). Conviene por ello no escatimar en la reserva de potencia.
- La supresión del rompeolas ahorra peso y coste (inicial) pero se traduce en serias averías en la zona de proa (manguerotes, ventiladores, molinetes, etc.)
- La supresión del castillo (sustituido en grandes buques por un pequeño arrufo) también ahorra peso, además de reducir el arqueo, pero el buque pierde flotabilidad y capacidad de reacción ante mar montañosa. Las olas caen sobre la proa, causan una carga fuerte sobre la escotilla de proa, su rotura ocasiona inundación de la bodega 1, rotura del mamparo, inundación de la bodega 2 y finalmente el rápido hundimiento del buque. Es la historia del *Derbyshire* y de otros *bulkcarriers,* perdidos sin dejar rastro.

El autor aboga por que se mantenga el castillo (e incluso la toldilla) en grandes buques. Los primitivos *bulkcarriers* tipo "Cape size" tenían castillo y navegaron sin problemas.

- Las anclas demasiado cerca del agua (en su posición de estiba) causan problemas. No se hacen ensayos de canal con los escobenes y las anclas en el modelo. Esta zona es fuente potencial de averías e inundación.
- La vulnerabilidad de las tapas de escotilla ha quedado patente en muchos casos. ¿Qué se va a hacer en los buques en servicio?
- Las posibilidades de evacuación son escasas en caso de hundimiento rápido y la petición de auxilio no se hizo en muchos casos por quedar sin radio por efectos de la mar. ¿No habrá que proteger más la caseta del puente?

En resumen, hay que oír al usuario.

En el curso del coloquio, el autor de esta reseña sugirió que se proponga al IMO:

- Mantener el castillo sin incluirlo en el cálculo de francobordo.
- El castillo que no se incluya en el francobordo (a efectos de cálculo) quedaría exento de arqueo (GT), así se aumentaría voluntariamente el francobordo real sin penalizar el arqueo. Siempre habrá un peso y un coste pero la seguridad también tiene un precio (se podría negociar que la prima de seguro tuviera una bonificación por exceso de francobordo)

El trabajo 5.2 "El diseño y operación en condiciones anormales: *feedback* de experiencias en mares extremos para ingenieros navales y otras partes interesadas" puede parecer provocador por su título pero es muy constructivo. El autor, el capitán Richardson, señaló que los ingenieros navales navegan poco o nada. Hay que admitir que tiene razón, algunos ingenieros navales pasan del aula de la Escuela aún despacho en la empresa o en la Administración, sin haber pisado un barco, y menos aún navegado. Este problema , en el caso de España, se está a tiempo de corregirlo al elaborar el nuevo plan de estudios proponiendo, además de prácticas en empresas y astilleros, que naveguen al menos dos meses en prácticas en diversos tipos de buque. Algunos astilleros hacer que el ingeniero que es jefe de buque (o "Project Manager") salga a navegar en el buque en que ha intervenido durante el primer viaje. Es un ejemplo a seguir pues le permite ver los defectos de primera mano.

El trabajo 5.3 "Comportamiento en la mar y navegabilidad en condiciones de tiempo extremas en bulkcarriers", presentado por la Universidad de Glasgow, es un estudio serio sobre la seguridad en bulkcarriers que se centra especialmente en el diseño de escotillas para hacer frente a los fallos detectados.

El trabajo 5.4 "Análisis de la frecuencia de los accidentes en buques bajo condiciones severas de tiempo en el Atlántico Norte", presentado conjuntamente por la Universidad de Lisboa y Det Norske Veritas, es un estudio estadístico detallado de los accidentes ocurridos en los últimos veinte años en el Atlántico, que sirve de base para realizar mapas de "zonas de accidente". En dichos mapas, las zonas más peligrosas son la costa este de Estados Unidos, el Atlántico Norte, zona central, y la costa oeste de Noruega.

El trabajo 5.5 "Evaluaciones de daños en tiempo de paz en buques de guerra", presentado por el Lloyd's es consecuencia del proceso, actualmente en desarrollo, de aplicar los Reglamentos de las Sociedades de Clasificación a buques de guerra para ahorrar tiempo y coste en el diseño y operatividad de estos buques. Es de interés, si bien cabe señalar que buena parte de su contenido se supone ya desarrollado en la documentación que se debe preparar par el CIC (Centro de Información en Combate) de un buque de guerra.

La conferencia se cerró con un animado coloquio, moderado por Mr. D. Faulkner, en el que quedó patente que los temas tratados no eran de interés estrictamente académico. Hay problemas de diseño que afectan a la estructura y seguridad de los buques y requieren más estudios y análisis. Las condiciones anormales a que se enfrentan los buques y los marinos son un hecho muy cierto, que ni puede ni debe ignorarse.

Nota - Quien esté interesado en más información sobre esta conferencia puede contactar con Aurelio Gutiérrez, fax 94-480 22 36, citando la referencia de INGENIERIA NAVAL

Agenda

TOC Asia 2002 - The Terminal Operations Conference and Exhibition
19 - 21 febrero 2002
Kuala Lumpur, MALASIA
Tel: +44 20 7553 1327
Fax: +44 20 7553 1820
e-mail: paul.holloway@informa.com
web: www.toc-events.com/tocasia

MarIntEx 2002
26 - 28 febrero 2002
Niza, FRANCIA
Tel: +44 0 1580 240055
Fax: +44 0 1580 240066
e-mail: info@4midable.net
web: www.4midable.net

18th International Fast Ferry Conference & Exhibition
26 - 28 febrero 2002
Niza, FRANCIA
Tel: +44 0 1580 240055
Fax: +44 0 1580 240066
e-mail: info@4midable.net
web: www.4midable.net

Seatrade Cruise Shipping Convention
11 - 15 marzo 2002
Miami (Florida), USA
Tel: +1 609 452 2800
Fax: +1 609 452 9374
e-mail: info@cruiseshipping.net
web: www.cruiseshipping.net

Towards Safer and Cleaner Seas - International Conference
11 - 16 marzo 2002
Brest, FRANCIA
Tel: +33 2 98 33 52 20
e-mail: michel.morvan@cub-brest.fr
web: www.cub-brest.fr/saferseas

Learning from Marine Incidents II
13 - 14 marzo 2002
Londres, REINO UNIDO
Tel: +44 20 7235 4622
Fax: +44 20 7259 5912
e-mail: hq@rina.org.uk
web: www.rina.org.uk

MariLog - Business Convention for Maritime Logistics
9 - 11 abril 2002
Hamburgo, ALEMANIA
Tel: +49 40 35 69 24 45
Fax: +49 40 35 69 21 80
e-mail: Schennen@hamburg-messe.de
web: www.hamburg-messe.de/marilog_e/marilog_e.htm

Sea Japan
10 - 12 abril 2002
Tokyo, JAPÓN
Tel: +44 1206 545121
Fax: +44 1206 545190
e-mail: sales@seatrade-global.com
web: www.seatrade-global.com

SASMEX 2002 - Safety at Sea and Marine Electronics Conference
16 - 18 abril 2002
Amsterdam, HOLANDA
Tel: +44 1737 855232
Fax: +44 1737 855025
e-mail: janebutler@uk.dmgworldmedia.com
web: www.dmgworldmedia.com/trade-exhibitions

INEC 2002
23 - 25 abril 2002
Glasgow, REINO UNIDO
Tel: +44 20 7382 2636 - Fax: +44 20 7382 2667
e-mail: sh@imare.org.uk
web: www.imare.org.uk/events

Expo-Ràpita 2002
25 - 28 abril 2002
Sant Carles de la Ràpita (Tarragona), ESPAÑA
Tel: +34 977 740 100
Fax: +34 977 744 387
web: www.exporapita.com

ITS 2002, 17th International Tug & Salvage Convention and Exhibition
13 - 17 mayo 2002
Bilbao, ESPAÑA
Tel: +44 (0)1225 868821
Fax: +44 (0)1225 868831
e-mail: tugsrus@abreed.demon.co.uk
web: www.tugandsalvage.com

RORO 2002
28 - 30 mayo 2002
Lübeck, ALEMANIA
Tel: +44 20 7553 1324
Fax: +44 20 7553 1612
e-mail: paul.hubbard@informa.com
web: www.roroex.com

POSIDONIA - Shipping Industry
3 - 7 junio 2002
El Pireo, GRECIA
Tel: +44 1206 545121
Fax: +44 1206 545190
e-mail: events@seatrade-global.com
web: www.seatrade-global.com

Seawork 2002
18 - 20 junio 2002
Southampton, REINO UNIDO
Tel: +44 1329 825335
Fax: +44 1329 825330
e-mail: maritimejournal@compuserve.com
web: www.seaworkexhibition.com

SHIPORT CHINA 2002
26 - 29 junio 2002
Dalian, CHINA
Tel: +852 2865 2633
Fax: +852 2866 1770
e-mail: enquiry@bitf.com.hk
web: www.bitf.com.hk

Manufacturing Technology for Ship Construction and Repair
11 - 12 septiembre 2002
Bremerton (Washington), USA
Tel: +1 703 836 6727Fax: +1 703 836 7491
e-mail: asnehq@navalengineers.org
web: www.navalengineers.org/ManTech02/PaperCall.html

Seatrade Mediterranean Cruise and Ferry
Convention11 - 13 septiembre 2002
Génova, ITALIA
Tel: +44 1206 545121
Fax: +44 1206 545190
e-mail: events@seatrade-global.com
web: www.seatrade-global.com

SMM 2002, 20th Shipbuilding, Machinery & Marine Technology Int. Trade Fair
24 - 28 septiembre 2002
Hamburgo, ALEMANIA
Tel: +49 40 3569 2146
Fax: +49 40 3569 2149
e-mail: smm@hamburg-messe.de
web: www.smm-hamburg.de

Ship Propulsion Systems
9 - 10 octubre 2002
Hamburgo, ALEMANIA
Tel: +44 01932 355 244
Fax: +44 01932 355 576
e-mail: papers.info@informa.com
web: www.lloydslistevents.com

EURONAVAL 2002: Naval Defence & Maritime
21 - 25 octubre 2002
Paris – Le Bourget, FRANCIA
Tel: +33 1 4736 8080 - Fax: +33 1 4093 5772
e-mail: sogena@wanadoo.fr

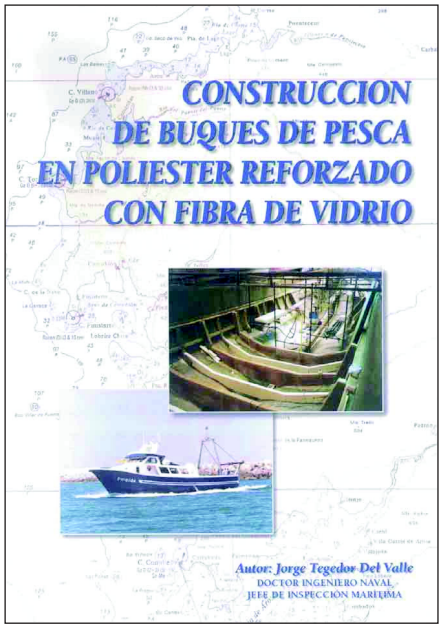
41º Salón Náutico Internacional
30 noviembre - 8 diciembre 2002
Barcelona, ESPAÑA
Tel: +34 93 233 20 00
Fax: +34 93 233 21 98
e-mail: nautic@firabcn.es
web: www.firabcn.es

SINAVAL 2003
22 - 25 enero 2003Bilbao, ESPAÑA
Tel: +34 944 285 400
Fax: +34 944 424 222
e-mail: sinaval@feriadebilbao.com
web: www.feriadebilbao.com

Construcción de buques de pesca en poliéster reforzado con fibra de vidrio

Escrito por nuestro compañero Jorge Tegedor del Valle, Doctor Ingeniero Naval, Jefe de Inspección Marítima de la Dirección General de la Marina Mercante, este libro, dedicado a un tema de gran actualidad e interés para nuestro país como lo es la seguridad en la pesca, es el fruto de la iniciativa y colaboración conjunta de la Dirección General de la Marina Mercante, la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos (AINE) y el Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos (COIN), y ha sido editado por este último.

El libro cubrirá el vacío existente en la bibliografía en castellano sobre la construcción de buques pesqueros en poliéster reforzado con fibra de vidrio, recopilando de forma sistemática reglas existentes y aportando la experiencia del autor de 15 años de trabajo en la Inspección en el campo de la construcción de pesqueros, por lo que puede ser especialmente útil a proyectistas y constructores.



El libro consta de cinco capítulos.

En el **Capítulo 1.- Las materias primas. Resinas y fibras** se tratan los diferentes materiales que pueden utilizarse en la construcción de las embarcaciones: resinas de poliéster, epoxi, vinil ester, fibra de vidrio, fibra de carbono y kevlar, gel coat, etc., así como el proceso de curado de las resinas, propiedades de las resinas, fabricación de la fibra de vidrio...

En el **Capítulo 2.- El producto. El laminado** se describen las condiciones de almacenamiento de los materiales y parámetros a tener en cuenta en el laminado para conseguir un producto final que responda a las características del proyecto, la preparación del molde, laminado sandwich, detalles constructivos, defectos en el laminado, estimación teórica de las características mecánicas del laminado...

El **Capítulo 3.- Determinación del escantillonad** está dirigido a Proyectistas y Constructores, para dotarlos de una herramienta que pueda servirles de ayuda en su actividad laboral. Se analizan detenidamente todas las hipótesis de carga, aceleraciones, cargas puntuales, factores de envejecimiento, fatiga, etc., que se puedan dar a lo largo de la vida del buque. Como aplicación práctica, utilizando los Reglamentos de las Sociedades de Clasificación (American Bureau of Shipping, Lloyd's Register of Shipping, Bureau Veritas y Det Norske Veritas), se calcula el escantillonado de un barco de pesca de arrastre de 23 metros de eslora total, teniendo en cuenta, antes de decidir el tipo de estructura, las ventajas e inconvenientes de la utilización de pocos o muchos refuerzos. Por último, se efectúa una comprobación del escantillonado por cálculo directo.

El **Capítulo 4.- Detalles constructivos** trata sobre la conexión de refuerzos, apoyo de la cubierta en el longitudinal de costado, colocación de los mamparos, bancadas de motores y anclaje de maquinillas de pesca, efectuándose una aplicación práctica para el cálculo de estos últimos detalles.

En el **Capítulo 5.- Propuesta de un método de control de la producción** se recoge la forma de llevar a cabo el control de los materiales básicos, control del moldeo del casco (preparación del molde, aplicación del gel coat, laminado del casco, aplicación del top coat), control de la colocación y laminado de los refuerzos, control del laminado de la cubierta, y control de la construcción de tanques y mamparos.

El libro puede obtenerse dirigiéndose al COIN o AINE, a un precio de 18 euros más gastos de envío.

Pida y Ofrezca

Con esta nueva sección se pretende cubrir un campo social demandado por los asociados y lectores de la revista.

Cualquier miembro de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España, así como la persona física o jurídica que sea suscriptor de la Revista Ingeniería Naval, podrá utilizar esta sección gratuitamente para solicitar y ofrecer todo tipo de productos, objetos, muebles, inmuebles, etc., que estime conveniente, ateniéndose a la siguiente normativa:

1. El anunciante será responsable de la veracidad de los datos ofrecidos a la Revista.
2. Las dimensiones máximas de la mancheta del anuncio será de 3 x 5,6 cm, con un máximo de 8 líneas de 5,6 cm cada una, en el tipo y tamaño habitual de la Revista.
3. Las partes interesadas se contactarán directamente. La Revista no tendrá intervención alguna en las transacciones que puedan producirse.
4. La Dirección de la Revista se reserva el derecho de no reproducir el anuncio o de modificarlo. En este último caso, previa notificación al interesado.
5. El envío de un anuncio implica la aceptación total de la normativa indicada.

Salvamento del submarino C-1 hundido a 35 metros de profundidad, convertido en buque blanco para tiro naval

Angel Díaz del Río y Jáudenes, Doctor Ingeniero Naval
Teniente Coronel de Ingenieros Navales

Los **submarinos** del **tipo C,** de los que se construyeron seis, y se pensaba construir doce más, fueron unos excelentes buques. El proyecto fue realizado en 1922 por la empresa Electric Boat de EE.UU., en colaboración con la Vickers inglesa, y los buques fueron construidos por la S. E. de C. Naval en la Factoría de Cartagena. Con un desplazamiento en superficie de 925 tons, fueron unos magníficos submarinos; con ellos, y con la flota de Cruceros, Destructores, Submarinos y una eficiente Aeronáutica Naval, la Marina de Guerra Española alcanzó un verdadero peso específico en los años 30 en el Mediterráneo.

Yo tuve la suerte de navegar en ellos en Mahón, cuando mi padre, Guillermo Díaz del Río y Arias-Salgado, era Contralmirante Jefe Naval de Baleares. La Base Naval de Mahón tenía una gran efectividad y estaba en un punto estratégico; contaba con varios Submarinos, Destructores, Aviación Naval, tenía túneles de Petróleo Subterráneos y había el proyecto de hacer un refugio subterráneo para seis submarinos, talleres de todo tipo, Dique flotante, etc.

En la Revista de Marina de mayo de 1985, el Almirante D. Juan Reina Carvajal cita una frase del Almirante Díaz del Río y Arias-Salgado, del año 1935, sobre el valor estratégico de las Islas Baleares:

"La posición estratégica de Baleares es inestimable. Muy poderosas habían de ser las necesidades para molestar al poseedor de tan privilegiada posición que no permite cruzar el Mediterráneo de Norte a Sur, o de Oriente a Occidente, sin sentir en un flanco tan molesto testigo o por el contrario, confiar en tan protector espaldón".

En nuestra Guerra Civil, en febrero del año 1939, siendo habilitado de 2º Maquinista, suministré agua y petróleo a tres grandes cruceros italianos, el *Zara*, el *Trieste* y el *Fiume*. Había, además, varias Escuadrillas de Cazas italianos.

En fin, era una eficaz Base Naval. Hoy abandonada. Si esta Base la tuvieran Italia, Francia o Inglaterra, tendría un potencial enorme. Hoy día se quiere construir en ella una gran urbanización.

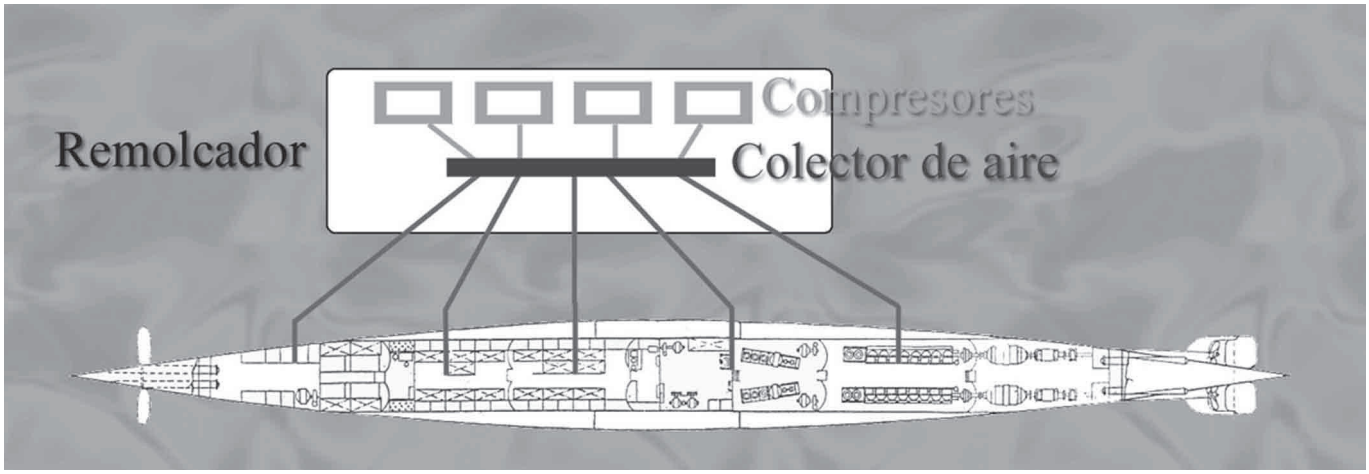
Características de los Submarinos tipo C

Las características principales de los Submarinos tipo C eran las siguientes:

Desplazamiento en superficie	925 tons
Desplazamiento en inmersión	1144 tons
Eslora	73,3 m
Manga	6,6 m
Puntal	5,7 m
Tubos lanzatorpedos de 533 mm	4 a proa y 2 a popa
Propulsión	2 motores VICKERS de 1000 CV c/u
Propulsión eléctrica	2 motores de 375 CV c/u
Velocidad en superficie	16,5 nudos
Velocidad en inmersión	8,5 nudos
Cota de inmersión	90 m
Dotación:	40 hombres
Cañón	1 de 76 mm
Espesor del forro	12,7 mm
Distancia entre cuadernas	533,4 mm
Radio del casco	2,108 m

El presupuesto de cada buque fue de 13 millones de pesetas del año 1922.

En el verano de 1935, los 6 submarinos zarparon de Cartagena y visitaron los puertos de: Melilla, Cádiz, Plymouth (Inglaterra), Brest (Francia), Tenerife, Dakkar (Senegal), Villacisneros (Marruecos), Las Palmas, Larache (Marruecos); y regresaron a su base, el 23 de septiem-



bre, en Cartagena, recorriendo 3.200 millas en superficie y 62 millas en inmersión.

Incorporados a la Flota, marcaron la mayoría de edad del arma submarina española; fueron barcos relativamente grandes, bien armados, con índices de velocidad y cotas de inmersión de acuerdo con las principales marinas. Su construcción en las gradas de Cartagena vino a confirmar la depurada Ingeniería y Maestranza de la ciudad de Cartagena en el Arte de producir Submarinos de la mejor calidad que hoy se mantiene.

Los submarinos **tipo C** tuvieron mal final:

- El **C-1,** fue hundido por una bomba de aviación en el año 1938, recuperado en 1939 y clasificado como buque blanco.
- El **C-2,** se recuperó en el año 1939, hasta el 1947, y pasó a la Escuela de Mecánicos de Ferrol como buque de superficie.
- El **C-3,** hundido por explosión interna el 12 de diciembre de 1936.
- El **C-4,** hundido por accidente, al ser abordado durante unas maniobras por el Destructor "Lepanto" en 1942.
- El **C-5,** auto-hundido por su Comandante en el Cantábrico, el 30 de diciembre de 1936.
- El **C-6,** auto-hundido por su Dotación Republicana, en el Musel, el 30 de diciembre de 1937.

Salvamento del Submarino C-1

Estaba habilitado como buque de blanco remolcado.

En 1952 recibió varios impactos de proyectiles perforantes de los cruceros en aguas próximas a la Base Militar de Marín (Pontevedra). Todo eso sucedió un viernes de ese año, y al terminar el ejercicio se fondeó próximo a la Isla de Tambo, en la Ría de Pontevedra, en 35 m de profundidad, y el domingo había desaparecido hundido.

Estaba yo en la Base de Ferrol (La Coruña), con la Graduación de Capitán de Ingenieros Navales, y fui llamado para tratar de ponerlo a flote.

Recurrí a buzos para localizarlo y tratar de tapar los impactos de artillería.

Vistas las dificultades de los buzos, recurrimos a un equipo de 4 hombres rana, que efectuaron el taponamiento de todos los impactos con tapas puente y parches de goma y trincas.

El submarino estaba completamente lleno de agua y, por lo tanto, se me ocurrieron los siguientes métodos:

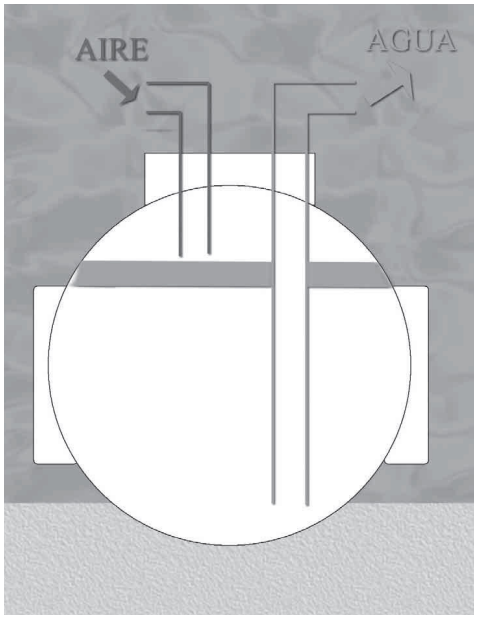
1. Usar el aire comprimido soplando todo el Submarino.
2. Emplear todos los flotadores que tenía la Marina de Guerra en Cartagena, que previamente hundidos se amadrinaban con cables pasados por debajo del Submarino, y después los flotadores se soplarían con aire comprimido.

   Cada flotador tenía unas 100 tons de fuerza; y por lo tanto, empleando 6 flotadores, tendríamos 600 tons, con lo que podríamos poner a flote el Submarino.

Empezamos por la primera solución, la de soplar el submarino, ya que no teníamos problemas de resistencia, al inyectar el aire, pues el casco resistiría una profundidad de 90 m de acuerdo con las **Fórmulas de Foeppel, Sanden Kiel y Gunther y Von Mises** (Ver Fórmulas en el Anexo).

Una vez comprobado que no había problemas de resistencia del submarino, teníamos que tener en cuenta las siguientes premisas:

1) Comprobar la impermeabilidad de los compartimentos; para lo cual, se llevó a cabo el taponamiento de todos los impactos de proyectiles.
2) Resistencia del casco sometido a la presión del aire.
3) Inyección del aire comprimido y regular la presión del aire.
4) Estabilidad del submarino al emerger.
5) Tener en cuenta la succión del fango que la suponemos del 10% del peso del submarino. Si el submarino pesaba 600 tons, la succión será de 60 tons.



Para el salvamento se procuró contar con 2 grúas flotantes de 100 tons c/u, que se conectaron a los cáncamos del submarino, una a proa y otra a popa.

Además, se contó con un remolcador, en el que se instalaron 4 compresores en cubierta con un gran colector de distribución, del cual salían 20 mangueras de 5 kg/cm^2, uno para cada compartimento a soplar.

Una vez conectadas las mangueras, según el esquema adjunto, se empezó a inyectar aire para comprobar si salía agua de cada compartimento, por el conducto que llegaba al fondo de cada compartimento.

Previamente se habían achicado todos los tanques de inmersión, previo el soplado de estos tanques por el mismo procedimiento.

Cuando todo estaba comprobado, se templaron las grúas para ayudar al despegue del fondo del fango, pero la gran sorpresa fue que falló el cáncamo de proa y saltó por el aire el cáncamo, y se desconectaron las grúas y se decidió el soplado de todos los compartimentos.

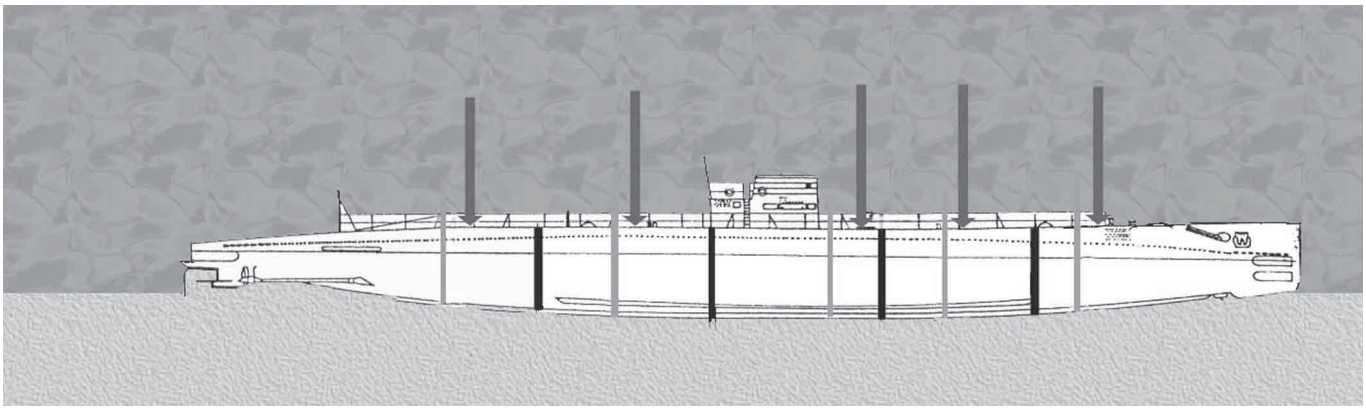
Al inyectar la máxima cantidad de aire al submarino, en 5 minutos salió a la superficie con unas columnas de agua que llegaban a 20 m de altura, parecía una ballena lanzando el agua; fue impresionante, todos los marineros del remolcador lanzaron sus gorras al aire.

El submarino **C-1** quedó varado en una playa para luego trasladarlo a la Escuela Naval. Evidentemente todo lo realizado fue con la ayuda de la Escuela Naval Militar de Marín (Pontevedra), que corrió con todos los gastos.

A lo largo de vida profesional he llevado a cabo el salvamento de varios barcos, entre los que se encuentran un pesquero hundido en el muelle de Vigo, un buque griego varado en la Ría de Pontevedra, un bulkcarrier hundido en las Islas Estelas, a la salida de la Ría de Bayona (Pontevedra), pero ninguno de ellos fue tan espectacular como el del Submarino C**-1.**

Referencias

1. Salvamento de Buques de E. Grandt (Editorial Naval 1945).
2. Fórmulas de Foeppel, Sanden Kiel y Gunther.
3. Fórmula de Von Mises.
4. "Sobre el Dimensionamiento y Cálculo del Casco resistente de un Submarino", de Aureo Fernández Avila, publicado en Ingeniería Naval nº 208, octubre de 2002.



Anexo.- Fórmulas de Foeppel, Sandenkiel y Gunther, y Von Mises

A) De acuerdo con la Fórmula de Foeppel:

$$h_a = \frac{3 \times E \times I}{L \times r^3} = \frac{3 \times 2 \times 10^6 \times 1084}{53{,}34 \times 215{,}34^3} = 13{,}01 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde:
E = coeficiente de elasticidad = 3 x 2 x 106
I = momento de inercia = 1.084 cm^4
L = separación entre cuadernas = 53,34 cm
r = radio del casco interior = 215,34 cm
h_a = presión de colapso
El espesor del forro = 1,27 cm

$$\text{Si la presión de colapso es de 126,8 m} = \frac{13{,}01}{0{,}1026} = 126{,}8$$

y si multiplicamos por 0,7 coeficiente de seguridad = 88,76 m
que es la profundidad a que puede bajar el submarino.

B) Apliquemos la Fórmula de Sandenkiel y Gunther:

$$h_a < \frac{S/r \times \sigma_{fd}}{0{,}5 + 1{,}815 \left[0{,}85 - \frac{L \times S}{F + b \times S} \right] \times \frac{\text{sh al} - \text{sen al}}{\text{sh al} + \text{sen al}} \times \frac{1}{1 + \beta}}$$

En la cual:

σ_{fd} = límite elástico = 2.950 kg/cm^2
F = área de la sección de la cuaderna = 24,25 cm^2
b = anchura del ala = 7,62 cm
S = espesor de la plancha = 1,27 cm
L = clara entre las alas de las cuadernas = (53,34 – 7,62) = 45,72 cm

$$a = \frac{1{,}285}{\sqrt{S \times r}} = 0{,}0785 \text{ cm}^2$$

al = 0,0785 x 45,72 radianes

$$\beta = \frac{1{,}555 \times [\text{ch al} - \cos \text{al}]}{\text{sh al} + \text{sen al}} \times \frac{\sqrt{S^2 \times r^2}}{F + b \times s}$$

y nos dará:

$h_a < 17{,}3$ kg/cm^2

que equivale en agua del mar a 17,31/1,026= 168,7 m

Según exponemos esta presión de colapso de 168,7 m, hay que dividirla por dos y nos da: 84,4 m

C) Pasemos a aplicar la Fórmula de Von Mises:

Que es la más correcta.
Suponiendo presión en los mamparos.

$$P_k = \left[\frac{\frac{E}{n^2}}{\pi b} \times \left(\frac{S}{r} + \frac{n^2}{12} \right) \times \left\{ 1 + \left(\frac{\pi^2}{\pi^2} \right)^2 \right\}^2 \times \frac{m^2 \times E}{m^2 - 1} \times \left(\frac{S}{r} \right)^3 \times \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\pi^2}{\pi^2} \right)^2} \right]$$

Dónde:

E = coeficiente de elasticidad = 2 x 106 kg/cm^2
R = radio del submarino = 210,8 cm
S = espesor del forro = 1,27 cm
M = 10/3
n = nº de ondulaciones variable
b = clara de cuadernas = 53,3 cm

Que nos da una presión mínima de colapso = 25 kg/cm^3 con 16 ondulaciones, que dividiendo 25/1,026 = 244 m

Si aplicamos un coeficiente de seguridad de 2,5, nos da: 244/2,5 = 97 m, que coincide con lo que figura en la profundidad de inmersión de 90 m.

Posibilidades de propulsión submarina con plantas de células de combustible (FC)

Luis López Palancar, Doctor Ingeniero Naval

Indice

1.- Introducción
2.- La planta de células de combustible
- 2.1. Perspectiva general
- 2.2. Desarrollo y estado del arte de los diferentes sistemas de combustible
- 2.3. Células de combustible alcalinas
- 2.4. Células de combustible con membrana intercambiadora de protones
- 2.5. Células de ácido fosfórico
- 2.6. Células de combustible de policarbonatos
- 2.7. Células de combustible de óxidos sueltos
- 2.8. Tópicos generalizados relativos a las células de combustible

3.- Aplicación de las células de combustible en submarinos
4.- La planta de células de combustible
- 4.1. Modularidad y componentes
- 4.2. Módulos de células de combustible PEM
- 4.3. Sistema de oxígeno
- 4.4. Sistema de hidrógeno
- 4.5. Sistema de control de las células de combustible
- 4.6. Sistema de refrigeración de auxiliares de las células de combustible
- 4.7. Sistema de nitrógeno
- 4.8. Tanques de reacción de agua

5.- Experiencias operativas
6.- Alternativas de aplicación y configuración de las plantas con células de combustible
- 6.1. Posibilidades de integración en un submarino de nuevo proyecto
- 6.2. Modernización de un submarino existente

7.- Principales características operativas
- 7.1. Disminución de firmas
- 7.2. Datos y características
- 7.3. Rendimiento
- 7.4. Seguridad de concepto e infraestructura
- 7.5. Los problemas actuales
- 7.6. Soluciones a corto/medio plazo

1.- Introducción

Los sistemas anaerobios (AIP) constituyen uno de los alicientes actuales en el mundo de los submarinos convencionales. Los proyectos de nuevos submarinos contemplan, como mínimo, el requisito para instalar opcionalmente esta reciente tecnología.

Con relación a la elección del sistema anaerobio (AIP) más prometedor, se han llevado a cabo innumerables estudios y han tenido lugar incontables discusiones a nivel mundial. El resultado es que los sistemas de células de combustible han sido comúnmente admitidos como la solución ideal para sistemas propulsores anaerobios para submarinos convencionales. Incluso los países que primero se decidieron por instalar algún otro tipo de sistema de propulsión anaerobio (tales como Italia, Suecia, Australia y Holanda) están el momento actual tomando en consideración el sistema que parece más prometedor: las células de combustible (FC) Este sistema cumple los más altos requisitos para asegurar simultáneamente la conversión de energía más eficiente y la firma más baja posible. La tecnología de las células de combustible (FC) representa una alternativa no nuclear para los sistemas de propulsión anaerobios. Los restantes sistemas existentes, con excepción del los motores diesel en ciclo cerrado (CCD), tales como MESMA, motores STIRLING, etc., son en realidad mejoras de los dispositivos de carga de baterías.

2.- La planta de células de combustible

2.1. Perspectiva general

Las Células de Combustible (FC) son convertidores electroquímicos de energía. La ventaja de los sistemas FC a bordo de los submarinos radica en su funcionamiento anaerobio. Se utiliza un elemento portador de energía (por ejemplo, hidrógeno o metanol) y un agente de oxidación (Oxígeno líquido/LOx), que están almacenados a bordo. En las células de combustible el hidrógeno y el oxígeno se combinan para dar como resultado de la reacción agua, con desprendimiento de energía eléctrica (DC) Gracias a su alto rendimiento, la cantidad pérdida de calor es más bien baja. La energía eléctrica producida alimenta el cuadro eléctrico principal del submarino.

El hidrógeno no es una fuente de energía, por el contrario, se necesita energía para producir hidrógeno. El hidrógeno es un portador secundario de energía creado por el intercambio de energía primaria. Carbón, aceites minerales, destilados y gas natural son los combustibles primarios fósiles de los que se obtiene el hidrógeno por conversión química.

En la actualidad, la mayor parte del hidrógeno se produce a partir de la energía fósil primaria; el hidrógeno electrolítico se produce solamente cuando se dispone de una potencia eléctrica barata, por ejemplo en grandes centrales hidroeléctricas o de forma fotovoltáica de la potencia solar. El hidrógeno, a su vez, en elevadas cantidades, es un derivado en la producción de otros productos químicos, por ejemplo cloro.

Sin embargo, el hidrógeno sí se usa en todo el mundo como una materia prima química, y, hasta el momento, juega un papel secundario pequeño como portador de energía. El hidrógeno se encuentra al final de la escala normal de energías: madera – minerales – gas natural – energía nuclear – potencia solar – hidrógeno.

Esta escala de consumo de energías por parte de la humanidad está cualitativamente caracterizada por un agotamiento a largo plazo de los combustibles fósiles y una proporción creciente de los no fósiles, y de combustibles regenerativos. Los científicos y los ingenieros son conscientes de la presión que pesa sobre ellos para encontrar más y mejores sistemas energéticos, mediante el uso del hidrógeno en todos los campos de aplicación, lo que es el resultado de las nuevas actitudes medioambientales y la tendencia en términos de sistemas optimizados globales.

La energía solar y el hidrógeno están en la actualidad bajo investigación; los últimos pasos en la escala de energías se están dando ahora. Existirá un periodo de al menos quince años desde que los trabajos de desarrollo comenzados en estos sectores los pongan en una posición similar a la que tenía la energía nuclear hace 35 años, cuando los trabajos de desarrollo técnico y económico comenzaron realmente de forma seria.

La velocidad a la que la energía solar y el hidrógeno pueden tener un serio impacto en el mercado mundial de la energía dependen del grado de optimización y de la contribución de fuentes individuales de energía a los sistemas energéticos globales.

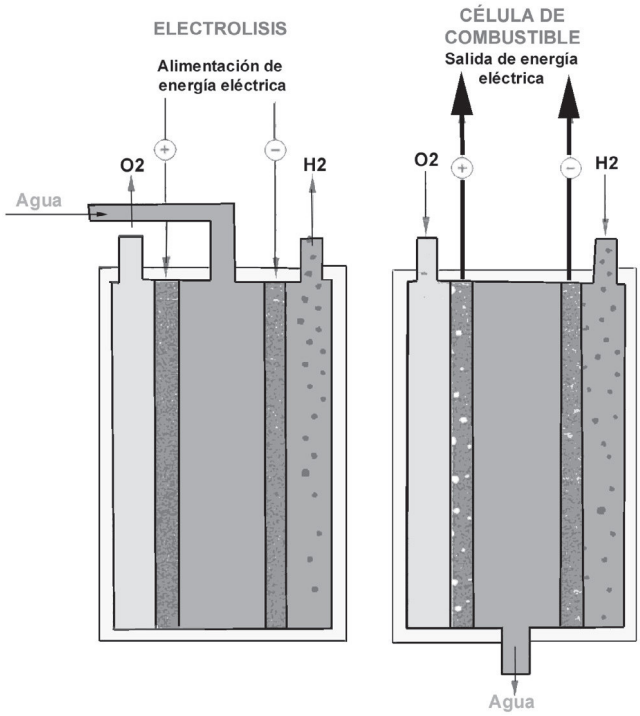


Fig. 1.- Principio general de funcionamiento de las células de combustible

2.2. Desarrollo y estado del arte de los diferentes sistemas de células de combustible

Cuando se llevaron a cabo experimentos para disociar el agua en 1830, el Profesor William Grove observó que el proceso era reversible – el hidrógeno y el oxígeno se combinaban para producir agua y energía eléctrica. La célula de combustible estaba inventada.

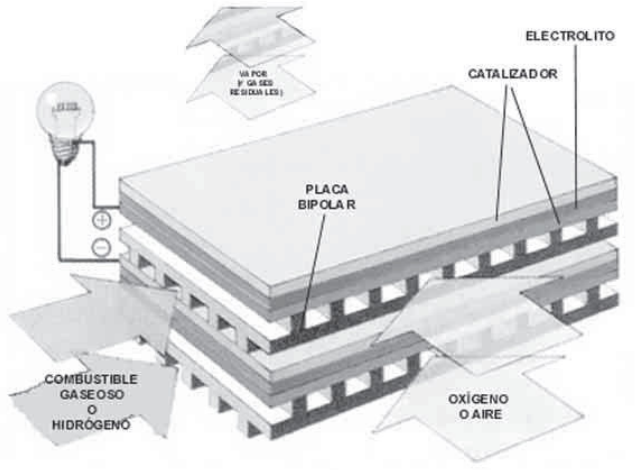


Fig. 2.- Esquema primario de funcionamiento de una célula de combustible

El principio de funcionamiento es el inverso del correspondiente a la electrólisis del agua. La cantidad de reactivos almacenados, combinada con el excelente rendimiento del convertidor de energía, (por ejemplo, las células de combustible) definen la autonomía operativa del vehículo terrestre o marino en que se instale este sistema.

En esencia, una célula de combustible es un dispositivo electroquímico que produce electricidad de forma silenciosa y sin combustión. Las reacciones termodinámicas entre el combustible y el agente oxidante que conduce a la producción directa de electricidad han sido estudiadas para un gran número de reactivos. El mayor progreso fue obtenido con la reacción entre el hidrógeno y el oxígeno. Una célula de combustible, de forma general, extrae más electricidad de un combustible que una tecnología basada en la combustión, y, dado que el proceso no implica combustión, no hay contaminación, que es un subproducto de la combustión. A diferencia de una batería, una célula de combustible no necesita recarga. Proporcionará energía de forma indefinida mientras haya suministro de combustible.

Las células de combustible como convertidores de energía electroquímica suministran energía eléctrica a través de reacciones químicas de entalpía libre. Idealmente, este tipo de reacción podría permitir la conversión total de la energía química en energía eléctrica.

Por el momento, existen diferentes células de combustible en función de sus electrolitos, temperaturas de funcionamiento así como del combustible y oxidante usados.

TIPO	ELECTROLITO	TEMPERATURA DE (°C) FUNCIONAMIENTO	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES	APLICACIONES
AFC (Alkaline Fuel Cell)	Alcalino	60 - 120	Alto rendimiento, pero solo apropiadas para hidrógeno puro y oxígeno	Investigación espacial; Tecnología de Defensa
PEM (Proton Exchange Membrane Fuel Cell)	Membrana intercambiadora de protones	20 - 120	Alta flexibilidad de funcionamiento. Alta densidad de potencia	Automoción; Producción de energía eléctrica descentr. (Sistemas pequeños). Navegación submarina
PACF (Phosporic Acid Fuel Cell)	Acido fosfórico	160-220	Rendimiento limitado; Problemas con las corrosiones	Producción de energía eléctrica descentralizada
MCFC (Molten Carbonato Fuel Cell)	Policarbonatos	600-650	Proceso complejo. Problemas con las corrosiones	Producciones de energía eléctrica centralizada y descentralizada: Cogeneración
SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)	Oxidos Solidos	850-1000	Producción directa de electricidad a partir de gas natural. Tecnología cerámica (Altas Temperaturas)	Producción de energía eléctrica centralizada y descentralizada; Cogeneración

Fig.3.- Diferentes tipos de células de combustible

Sí el combustible es un hidrocarburo o un derivado de éste (por ejemplo metanol), un reformer convierte el combustible en un gas enriquecido en hidrógeno. En función de las temperaturas de funcionamiento de los módulos de células de combustible (por ejemplo, MCFC, SOFC), este proceso de reformado del combustible inicial puede ser interior a la propia célula.

2.3. Células de combustible alcalinas

Debido a su bajo peso, las células AFC han sido usadas para aplicaciones espaciales y móviles, siendo sus características especiales el bajo nivel sonoro y la salida directa de corriente. Existen dos tipos diferentes de electrolito que se han utilizado hasta el momento: hidróxido de potasio liquido y electrólito embebido en una matriz. Además de Pratt and Whitney (hoy una División de United Technologies Corporation, UTC) - U.S.A. y Elenco N.V. Bélgica, Siemens, de forma especial ha trabajado en el desarrollo de AFC. En los años 1980 se han hecho diversas experiencias operativas de una planta experimental de 100 kW con va-

rios módulos (3,5 – 6,2 – 7,0 kW), primero en tierra, y posteriormente a bordo del submarino "U 1", un buque comisionado por la Bundesmarine para estas experiencias.

2.4. Células de combustible con membrana intercambiadora de protones

La primera PEM usada en el espacio fue construida por General Electric para las misiones Gemini. Posteriores desarrollos de membranas efectuados por DuPont (Naflon) y Down han conducido a que se disponga de una serie de células de combustible en el rango de potencia de más de 30 kW por módulo, desarrollado por Siemens (Alemania), y Ballard Power Systems (Canadá). Pese a que el funcionamiento de estas células no es aún económico a causa de los altos costes de las membranas, está técnica, no obstante, promete unos costes reducidos en caso de que se aplique a sistemas de transporte. Debemos enfatizar que Ballard Power Systems ha hecho trabajar con éxito una PEM de 120 kW en un Vehículo con Emisiones Cero (ZEV); el autobús de tránsito H_2. El segundo autobús se construyó igual al primero, y en la actualidad, desde 1998, ha comenzado la fabricación en serie.

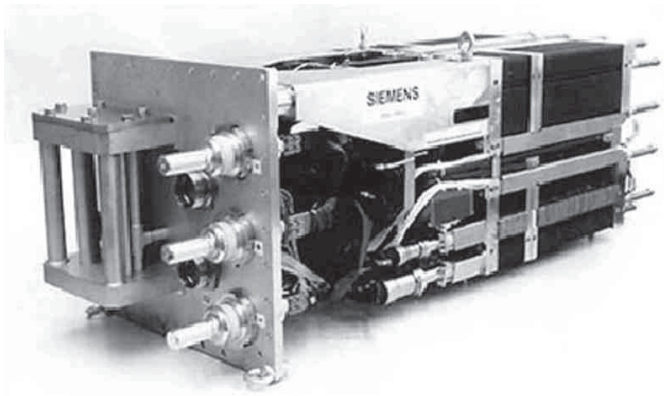


Fig. 4.- Célula de combustible para un submarino tipo ª212"

Las reacciones químicas típicas en una Célula de Combustible de este tipo son las siguientes:

Lado del Ánodo:	$2\,H_2$	$\rightarrow 4\,H^+ + 4\,e^-$
Lado del Cátodo:	$O_2 + 4\,H+ + 4\,e-$	$\rightarrow 2\,H_2O$
Total	$2\,H_2 + O_2$	$\rightarrow 2\,H_2O$

2.5. Células de ácido fosfórico

Las PAFCs han sido desarrolladas en U.S.A. y en Japón para aplicaciones terrestres. Su introducción en el mercado se espera que tenga lugar en muy poco tiempo. Los fabricantes principales son International Fuel Cells (IFC)/ ONSI y Fuji Electric. El rango de potencia eléctrica de las células PAFCS varía desde los 50 kW hasta los 11 MW. 72 unidades de 50 y 100 kW (Fuji) y 56 unidades de 200 kW (PC25 IFC/ONSI) se han entregado ya y están operativas.

2.6. Células de combustible de policarbonatos

Las MCFC están en la etapa de desarrollo para aumentar la capacidad del stack desde decenas de kW hasta centenares de kW. Están siendo desarrolladas en Europa, U.S.A. y Japón. Los principales fabricantes en Europa son ECN-IGT (Holanda), Ansaldo - IFC (Italia), lberdrola (España) y MBB (Alemania) En USA, ERC ha puesto en funcionamiento una planta de 2 MW en la ciudad de Santa Clara, California. en 1995.

Dado que el trabajo de las MCFC tiene lugar a temperaturas de aproximadamente 650 ºC, es factible un proceso interno de reformado. En la actualidad el mayor problema de la tecnología MCFC radica en la corrosión y sinterizado de los materiales constructivos. Pese a los grandes progresos realizados en el campo de las MCFC, existen todavía algunas dudas acerca de su vida operativa a causa de la alta temperatura de funcionamiento. Como las MCFC son extremadamente sensibles a las impurezas de azufre, los combustibles derivados del carbón requerirán para su utilización un considerable esfuerzo de limpieza antes de utilizarlos.

2.7. Células de combustible de óxidos sólidos

Las SOFC están en la primera etapa de desarrollo y pruebas de módulos de 1 kW hasta 25 kW. Westinghouse Electric es la entidad que tiene más experiencia en el desarrollo de células tubulares de tipo SOFC.

En función de la alta temperatura de funcionamiento de este tipo de células de combustible, de aproximadamente 1000 ºC, será factible consumir gas natural en el stack de células de combustible de alto rendimiento.

El tipo plano de SOFC está bajo desarrollo en todo el mundo. Los fabricantes europeos en este tipo de células son Siemens y Dornier (Alemania), Sulzer (Suiza) y Norcell Team (Noruega)

2.8. Tópicos generalizados relativos a las células de combustible

Las células de combustible si emiten gases de escape. Dado que se usan combustibles fósiles, se producen los mismos contaminantes que en cualquier máquina de combustión interna: CO_2, NO_x, y SO_x.

La principal diferencia radica en el hecho de que el nivel de los mismos es muy inferior al de cualquier máquina térmica conocida (de 10 a 1.000 veces inferior al de los sistemas convencionales de producción de electricidad).

3.- Aplicación de las células de combustible en submarinos

Partiendo de la base de que la velocidad en un submarino no es su principal característica (sólo será precisa para llegar a su zona operativa y volver a la base), nos encontramos que la principal cualidad que debe poseer un buque de este tipo es la discreción a todos los niveles así como la indetectabilidad. En la actualidad, los submarinos con propulsión diesel - eléctrica convencional deben, cada cierto tiempo, subir a cota snorkel para cargar las baterías, y esta permanencia a la profundidad indicada constituye un alto riesgo de detección del buque. Los modernos sistemas ASW (antisubmarinos) son capaces de detectar el mástil de un snorkel en la superficie del mar, por no citar los "olfateadores" que detectan los gases de escape de los motores diesel, y los sensores que detectan la firma infrarroja, que es inevitable al salir los gases de escape a temperaturas del orden de los 450 ºC. Adicionalmente, los sonares detectan el ruido de las hélices de los submarinos y las turbulencias causadas por éstas.

Por ello es necesario disponer de un sistema propulsor que permita que un submarino sea capaz de moverse en inmersión durante prolongados periodos de tiempo, a baja velocidad, con muy bajos niveles de ruido aéreo y estructural (necesarios para obtener una buena discreción acústica), con una mínima emisión de calor, y sin necesidad de que ningún mástil, por pequeño que sea rompa la superficie del mar.

Por otra parte, el sistema debe tener un peso limitado (en cualquier buque de combate el concepto peso es fundamental, máxime en un submarino), y ser capaz de ser puesto en marcha a plena potencia en un tiempo mínimo.

4.- La planta de células de combustible

La planta de células de combustible como sistema autónomo puede ser concebida, desde el principio, para submarinos de nuevo diseño o bien ser integrada en submarinos existentes durante las tareas de modernización. La planta de células de combustible ha sido concebida como un convertidor de energía silencioso y como una ampliación del sistema convencional de propulsión. Esta combinación híbrida, una de las principales características de los submari-

nos de las clases 212 y 214, es excepcional cuando se verifica que cumple los requisitos de amplia autonomía en inmersión y operatividad lejana a las bases. Para la aplicación de las células de combustible en submarinos existen diferentes posibilidades de almacenamiento de la energía. Además del funcionamiento directo con hidrógeno y oxígeno líquido almacenados a bordo, puede ser posible, en el futuro, combinar la planta de células de combustible con un "reformer" que extraiga el hidrógeno de otras fuentes de energía, tales como el metanol, gas natural, queroseno o el tradicional combustible diesel, transportados a bordo.

4.1. Modularidad y componentes

Las plantas de células de combustible han sido proyectadas como un sistema anaerobio (AIP) que permite el funcionamiento en inmersión continuada del submarino durante varias semanas. El concepto modular permite que la planta sea incorporada en cualquier submarino como una sección adicional, o ser plenamente integrada en el proyecto desde las fases iniciales del mismo.

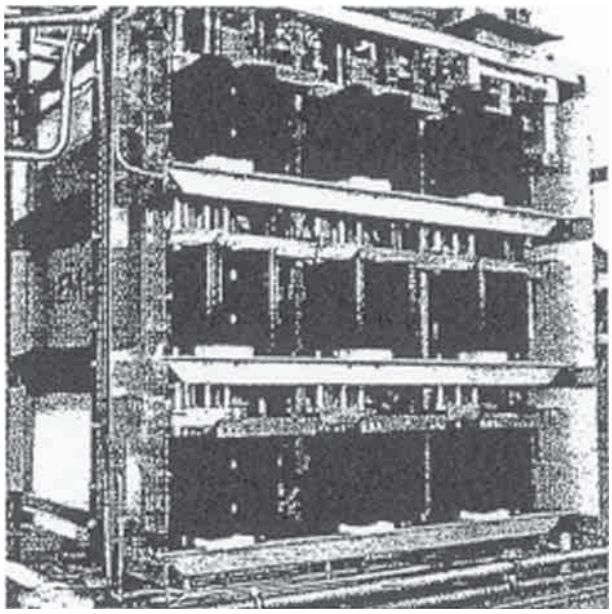


Fig. 5.- Stack de células de combustible instalado en el submarino "U 1" (1987)

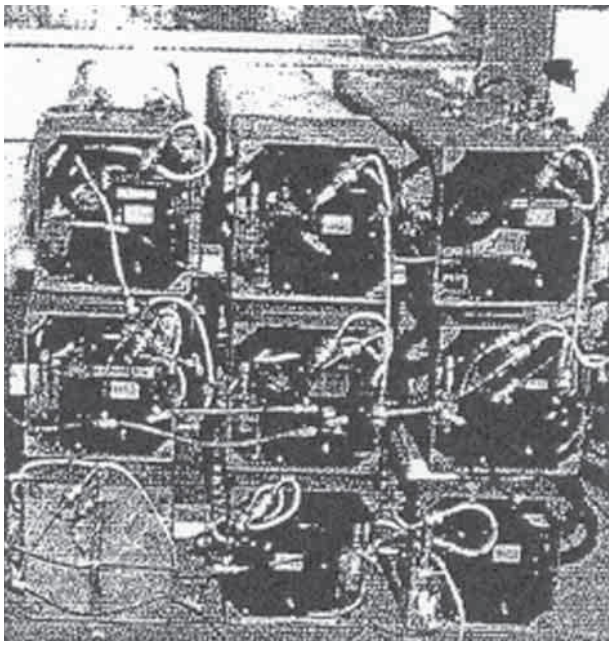


Fig. 6.- Stack de células de combustible para los submarinos tipo "212" (1998)

4.2. Módulos de células de combustible PEM

Un cierto número de células de combustible, el equipo auxiliar y la electrónica correspondiente están montados en un módulo de células de combustible (FC), situado en un recipiente hermético sometido a un pequeño exceso de presión con nitrógeno. En el transcurso de los últimos diez años se han investigado un gran número de diferentes tipos de células. Estas pruebas han demostrado que la utilización de células de combustible tipo PEM implica un considerable incremento en la densidad de potencia en comparación con las células de tipo alcalino usadas a bordo del submarino "U 1" en 1988. Esta es una de las razones por las que las células PEM han sido elegidas para su integración en los submarinos de la clase 212 para las armadas alemana e italiana. En la actualidad, se ha conseguido una producción en serie de módulos de células de combustible de 30, 50 y 120 kW, cumpliendo con todas las características estimadas en la fase de diseño. En función de los requisitos de potencia de salida y de la tensión, los módulos de células de combustible individuales (dispuestos en un "stack") pueden ser conectados siempre en serie o en paralelo. Para las operaciones submarinas la planta está dispuesta para permitir la interconexión de la planta de células de combustible y las baterías en el funcionamiento normal anaerobio (AIP). No es necesario el mantenimiento de los módulos en el transcurso de la misión. Otras razones que han favorecido la elección de este tipo de células de combustible son las siguientes:

- Bajo peso del Sistema completo de células de combustible.
- Rapidez para alcanzar la temperatura de funcionamiento, y con ello, su plena operatividad.
- Mínima firma infrarroja debido a que su temperatura de funcionamiento es muy baja.

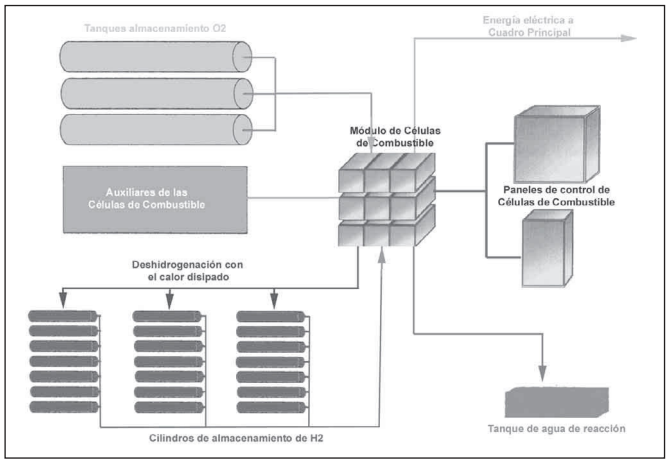


Fig.7.- Disposición típica de una planta de células de combustible

4.3. Sistema de oxígeno

El oxígeno está almacenado en fase líquida en tanques con aislamiento especial. El recipiente contiene el tanque de oxígeno, el evaporador y todos los accesorios y elementos de seguridad. El evaporador utiliza la energía disipada durante el funcionamiento de las células de combustible. El sistema de alimentación de oxígeno para las células de combustible puede cubrir también las necesidades de la dotación.

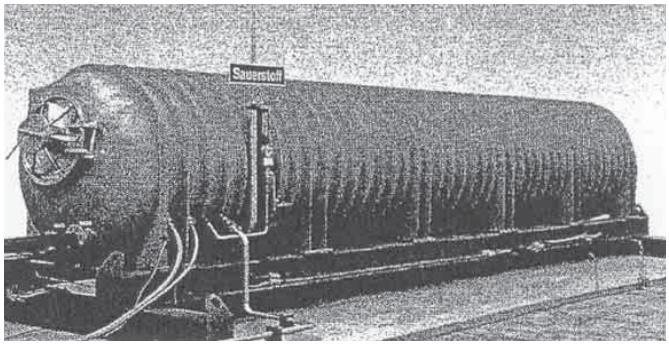


Fig.8.- Tanque de LO_x para los submarinos "212" (1998)

Fig. 9.- Ensayo de resistencia al choque de los tanques de LO_x

4.4. Sistema de hidrógeno

El hidrógeno sirve como elemento portador de energía para el proceso electroquímico en el interior de las células de combustible, y se almacena en cilindros de hidruros metálicos situados en el exterior del casco resistente del submarino. Estos hidruros metálicos tienen espacios libres en su estructura metálica que pueden ser rellenos con átomos de hidrógeno en procesos reversibles. El calor disipado en el proceso de funcionamiento de las células de combustible se usa para deshidrogenizar los cilindros de hidruros metálicos. De esta forma es factible, en relación con el volumen del cilindro, utilizar grandes cantidades de hidrógeno a baja presión y temperatura ambiente. Las conducciones de hidrógeno en el interior del casco resistente son de doble envuelta, y el espacio entre estas envueltas está relleno de nitrógeno para asegurar un funcionamiento seguro.

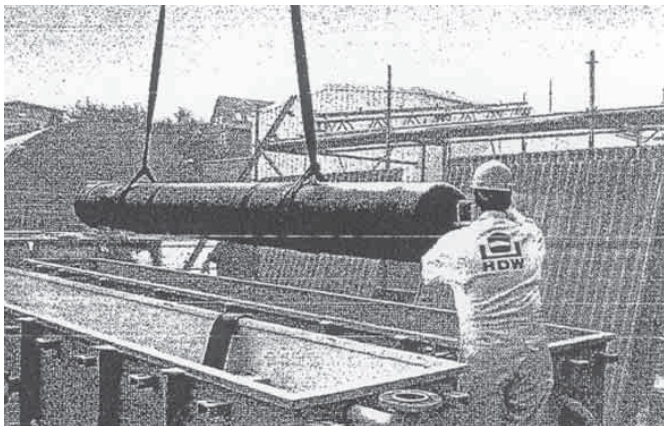


Fig. 10.- Cilindros de almacenamiento de H_2 para los submarinos "212" (1998)

Dado que no son sensibles a los factores medioambientales, los cilindros de almacenamiento de hidruros metálicos son, por el momento, el procedimiento más seguro para almacenar el hidrógeno. Los hidruros no contienen gas libre y la cantidad de hidrógeno liberada depende de la cantidad de energía térmica producida.

4.5. Sistema de control de las células de combustible

La planta de células de combustible tiene diferentes paneles de control. Uno de ellos incluye los módulos electrónicos. El segundo panel controla la planta y contiene los dispositivos automáticos de seguridad. El sistema se hace funcionar desde la consola de control combinado del submarino. En caso de emergencia, la planta de células de combustible puede hacerse funcionar directamente desde su propio panel de control.

El punto de funcionamiento de un módulo de células de combustible depende de la carga eléctrica solicitada; así pues el funcionamiento de la célula de combustible está autocontrolado de forma inherente al propio sistema.

4.6. Sistema de refrigeración de auxiliares de las células de combustible

El calor producido durante el funcionamiento de las células de combustible se disipa en un circuito doble de refrigeración. Este sistema de refrigeración alimenta a los cilindros de hidruros metálicos de almacenamiento de hidrógeno con la energía térmica necesaria para la deshidrogenización y, al mismo tiempo, alimenta el evaporador de oxígeno con la energía necesaria. Por lo tanto, el rendimiento total de la planta aumenta hasta niveles de aproximadamente el 70%.

4.7. Sistema de nitrógeno

Las células de combustible se alimentan con nitrógeno para hacerlas inertes durante prolongados periodos de parada. También se usa este sistema para llenar el recipiente de las células de combustible y el espacio existente entre las envueltas de las tuberías de alimentación de hidrógeno en el interior del resistente.

4.8. Tanques de reacción de agua

Las plantas de células de combustible no crean ningún requisito adicional en relación con la compensación de pesos dado que el agua de la reacción se mantiene a bordo para tareas de equilibrado y balance de pesos. También puede usarse para cubrir las necesidades de la dotación.

5.- Experiencias operativas

Después de la larga fase de diseño y transformación del "U 1", un submarino tipo 205 de la Bundesmarine, la planta de células de combustible fue extensamente probada durante las pruebas de puerto de aceptación, llevadas a cabo a finales de 1987.

Era la primera vez, a nivel mundial, que un sistema convencional anaerobio funcionaba a bordo de un submarino de serie con su dotación.

Después de terminar esta fase, que incluyó un entrenamiento de la dotación, las pruebas de navegación de nueve meses comenzaron en el verano de 1988. Durante estas pruebas, se puso un énfasis especial en varios cruceros sumergidos de larga duración, en el curso de los que se llevó a cabo un extenso programas de pruebas adicionales, con total éxito. También se demostró que el reavituallamiento del buque con hidrógeno y oxígeno, nuevos combustibles para el submarino, podía efectuarse sin ningún problema en cualquier isla o puerto extranjero.

Así se preparó el camino para una nueva generación de submarinos. Como la planta de células de combustible había sido diseñada y construida como prototipo de instalación, al final de las pruebas en la mar, la planta fue desmontada del submarino, que fue reasignado a sus tareas de la OTAN. La razón para desmontar la planta de células de combustible no fue el resultado de la existencia de dudas sobre la capacidad y seguridad del sistema, sino el resultado del requisito formal de usar solamente equipos calificados para cumplir con las Especificaciones Militares a bordo de un submarino en sus tareas OTAN.

El Comandante Dirk Uhde, de la Bundesmarine, capitán del submarino U 1, el primero en ser equipado con células de combustible, habla sobre la experiencia conseguida durante las pruebas de mar a bordo del "U 1":

"Nueve meses, de pruebas operativas en el mar con un nuevo sistema de propulsión submarino que hace innecesario el snorkel durante pe-

riodos prolongados de tiempo, es una razón suficientemente poderosa para mí, como Comandante de un submarino..."

"En los meses de pruebas y verificaciones a bordo del submarino alemán de la clase 205 que había sido modificado para llevar un sistema de propulsión híbrido, la dotación ha acumulado una preciosa experiencia. Además de las pruebas operativas y de características durante las cuales fue verificado el sistema en un amplio rango de condiciones operativas, el submarino fue empleado también en misiones tácticas.

Se efectuaron varias singladuras en inmersión, tanto en el mar del Norte como en el Báltico, y visitamos puertos de naciones amigas en estas áreas. Las rutas de aproximación fueron cubiertas en condición de inmersión constante, usando la planta de células de combustible, y sin utilizar el snorkel.

Los periodos de tránsito silenciosos con uso ocasional del periscopio para labores de navegación permitieron que el submarino alcanzase sus destinos sin ser detectado, ni tan siquiera en el camino de vuelta a casa..."

Además de estas ventajas tácticas, es destacable que los miembros de la dotación estuvieron sujetos a mucho menor estrés. Cada periodo de navegación a cota snorkel en un submarino implica un gran desgaste físico u psicológico de la dotación y mucho personal debe estar en activo durante estos periodos en labores técnicas y operativas. Cuando se navega con la propulsión basándose en células de combustible, sólo son necesarias las labores normales de vigilancia de forma que la dotación puede concentrarse mejor en su propia misión y en los aspectos tácticos inherentes a ella.

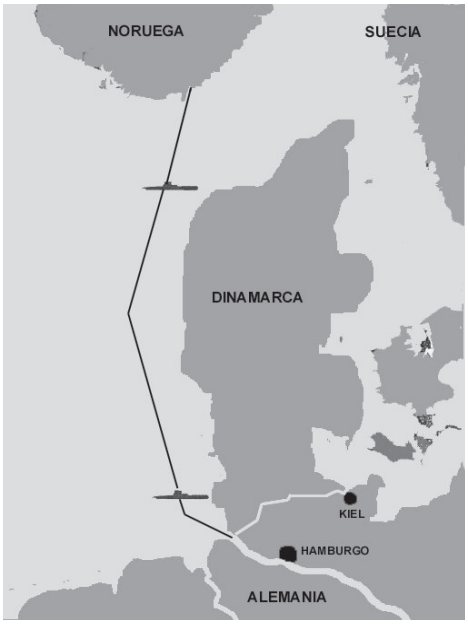


Fig. 11.- Primera singladura en inmersión del "U 1" con una planta de FC

6.- Alternativas de aplicación y configuración de las plantas con células de combustible

Existen diferentes alternativas para obtener un buque propulsado por células de combustible. Cuando se elige un buque no nuclear, se puede elegir bien un submarino convencional diesel – eléctrico, que posteriormente podrá ser equipado con una planta de células de combustible, o bien decidir directamente adquirir un submarino con células de combustible. La decisión final dependerá de los requisitos operativos y de las restricciones presupuestarias de la nación compradora. En cualquier caso, las posibilidades hacia un buque con células de combustible no estarán cerradas, incluso en el caso de que se decida construir primero un submarino diesel – eléctrico convencional.

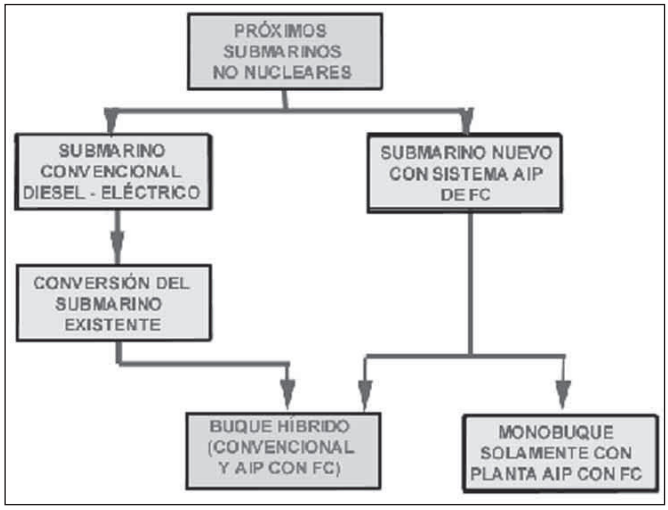


Fig. 12.- Posibilidades de construcción de submarinos no nucleares con AIP

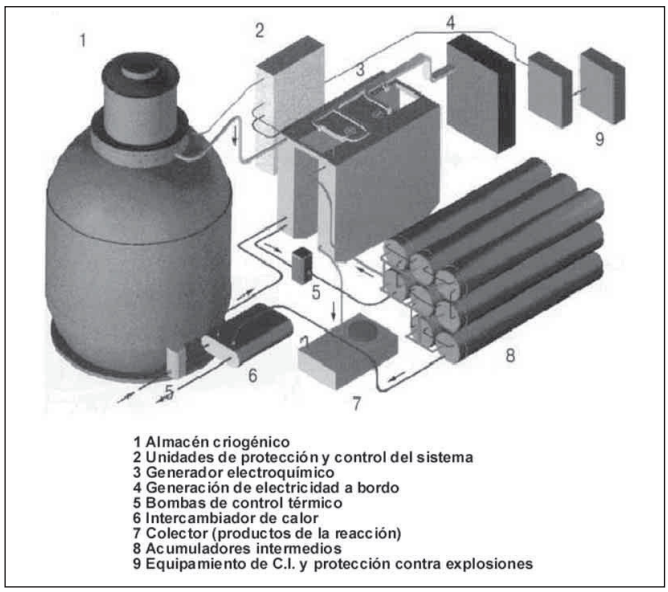


Fig. 13.- Principales elementos de una planta de FC para un submarino tipo "212"

6.1. Posibilidades de integración en un submarino de nuevo proyecto

Sí se ha tomado la decisión de construir un nuevo buque con un sistema de células de combustible (FC), el proyecto completo del submarino debe contemplar la integración de la planta de células de combustible en el sistema completo. Un proyecto nuevo, con este sistema integrado, debe conducir a unas óptimas características para submarinos de cualquier tamaño. Los primeros buques en que este sistema se ha integrado desde las primeras etapas de proyecto han sido los submarinos de la clase 212 para las armadas italiana y alemana, que están en la actualidad en construcción. Esta solución es solamente una de las posibilidades existentes para integrar en un buque un sistema propulsor anaerobio (AIP), en el que todos los sistemas están incluidos, teniendo en cuenta la planta de células de combustible.

Otro proyecto que se beneficiará de la experiencia adquirida durante la construcción de la planta de células de combustible (FC) para la Clase 212, es el submarino de la Clase 214. Además, la fase de desarrollo de este proyecto ha demostrado que la integración de los sistemas de células de combustible (FC) es también factible en buques de tamaño medio.

Dada la estructura modular de la planta de células de combustible (FC) y, particularmente, gracias a la flexibilidad en los sistemas de almace-

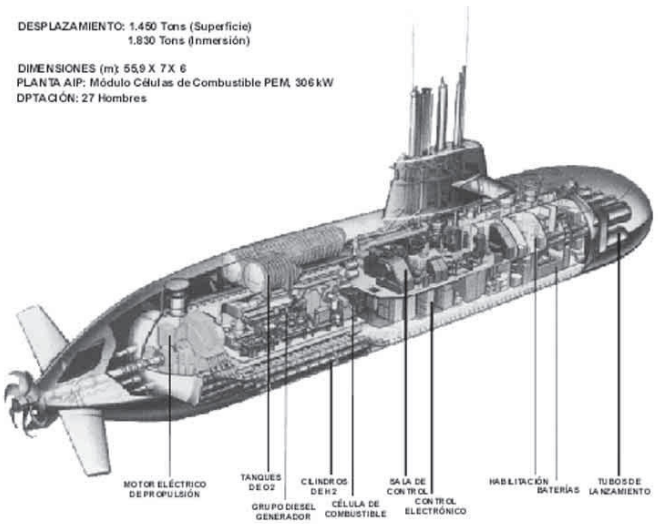


Fig. 14.- Perspectiva interior de un submarino tipo "212" (Alemania e Italia)

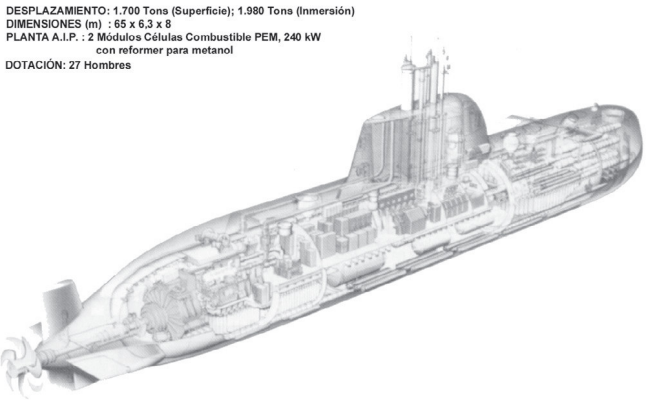


Fig. 15.- Perspectiva interior de un submarino tipo "214" (Grecia)

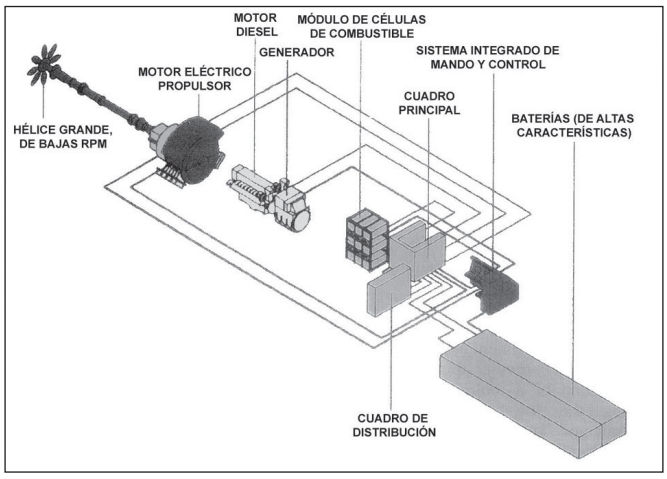


Fig. 16.- Principales elementos de la instalación AIP de los buques de la clase 212

namiento de hidrógeno en el interior o exterior del casco resistente, son factibles diferentes soluciones técnicas de proyecto de acuerdo con la disposición específica y las condiciones de peso del buque.

6.2. Modernización de un submarino existente

Para los submarinos existentes diesel – eléctricos, es factible la conversión para integrar una sección en el submarino que contenga el sistema de células de combustible. Gracias al proyecto modular de un submarino en secciones y a la construcción basada en los mismos principios, el casco resistente puede ser cortado y alargado aproximadamente en una longitud igual a 1 – 1,5 veces el diámetro del casco. Este sistema no presenta problemas dada la estructura modular de los submarinos modernos y de las plantas de células de combustible. Después de la conversión no existirán cambios en el comportamiento del submarino. Tampoco los sistemas existentes a bordo serán cambiados ni reducidas sus características. El control, los costes operativos, el mantenimiento, la seguridad, etc., no se verán afectados o degradados. Dado que la planta de células de combustible (FC) es un sistema plenamente automatizado, no se necesita aumentar la dotación. La nueva sección de células de combustible, contendrá el sistema completo de la planta (incluyendo los tanques de LO_x), con excepción de los cilindros de almacenamiento de hidrógeno, que se instala-

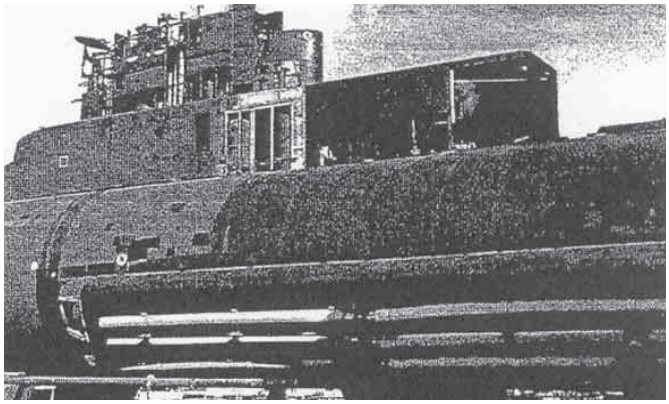


Fig. 17.- El submarino U1 siendo equipado con una planta de FC en 1987

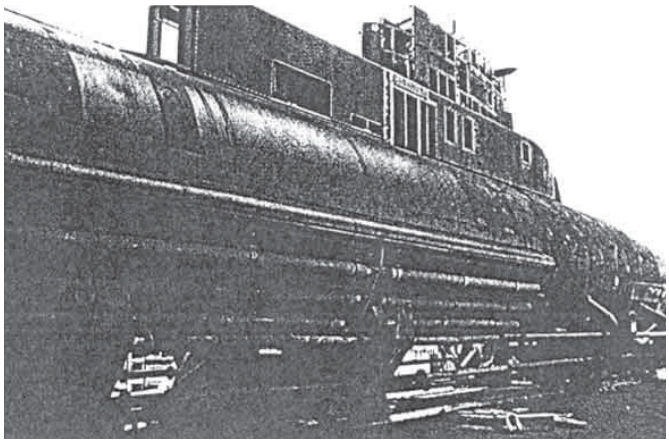


Fig. 18.- Un submarino clase 205 siendo equipado con una planta de FC

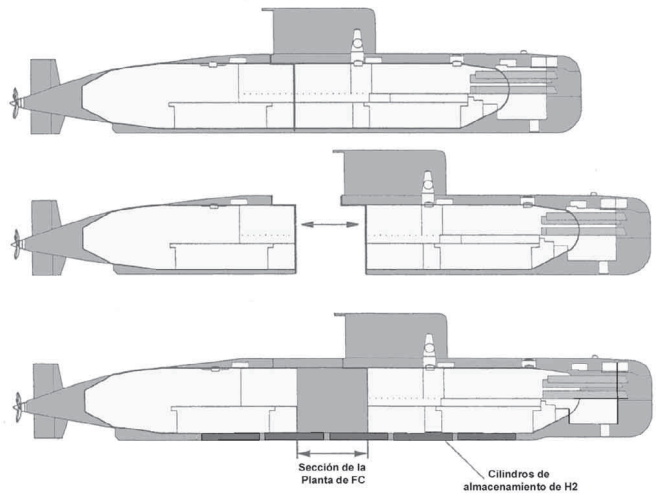


Fig. 19.- Conversión de un submarino convencional en unidad con planta AIP

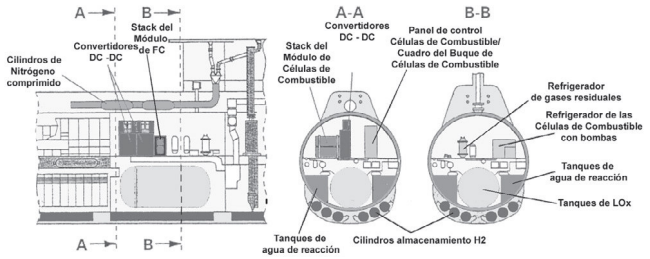


Fig. 20.- Conversión de un submarino convencional en unidad con planta AIP

rán próximos a la quilla a lo largo de la parte cilíndrica del casco resistente. Servirán como lastre para la sección de células de combustible (FC) y tendrán una influencia positiva en la estabilidad del buque. Tal prolongación del casco tendrá como consecuencia un incremento en la autonomía en inmersión del submarino que puede llegar hasta un factor de 5.

La modernización de un submarino existente con una sección FC no significa un nuevo proyecto a ser desarrollado por los astilleros, ya que existe el precedente de que durante el desarrollo de la Clase 212, el antiguo submarino alemán "U 1" fue cortado y una sección FC fue integrada en el casco, probándose el buque en la nueva configuración.

Una sección típica de la planta de FC "conectable" para un buque de unas 1.200 Tons, consta de los siguientes elementos:

- Un Módulo de Células de Combustible de aprox. 240 kW netos
- 1 Tanque de LO_x
- Cilindros de hidruros metálicos para almacenamiento de H_2

7.- Principales características operativas

7.1. Disminución de firmas

Lasa células de combustible en sí mismas no generan ningún ruido. Esta ventaja básica las convierte en ideales para su uso en submarinos que operen en condiciones ultrasilenciosas. Además, debe prestarse atención a la disminución de firmas de todos los subsistemas. Los sistemas de la plataforma junto con el tanque de LOx están montados sobre la estructura del buque por medio de tacos elásticos. De esta forma el ruido estructural se aísla de forma muy efectiva. Juntas de expansión especiales en las tuberías dispuestas desde la plataforma a la estructura del casco minimizan la transmisión del sonido. Como el sistema FC trabaja con alto rendimiento a niveles de temperatura de sólo 80 ºC, la cantidad de calor desprendido y, como consecuencia, las necesidades de agua salada de refrigeración también se reducen. Todas estas características positivas relativas a la disminución de firmas, así como las ventajas inherentes a las células de combustible tipo PEM, hacen que un submarino FC sea mucho más difícil de detectar que un submarino convencional diesel - eléctrico, y los sistemas antisubmarinos basados en los periodos de indiscreción a cota snorkel serán más inefectivos que antes.

7.2. Datos y características

Se pueden conseguir las siguientes características para un submarino de tamaño medio, equipado con la sección FC "conectable".

Ejemplo de modificación de un submarino	
Desplazamiento en superficie antes de la instalación de la sección FC:	Aprox. 1200 m^3
Desplazamiento en superficie de la Sección FC:	Aprox. 220 m^3
Desplazamiento en superficie después de la instalación de la Sección FC:	Aprox. 1420 m^3
Velocidad máxima en inmersión con FC:	6 a 7 nudos
Velocidad de crucero en inmersión / autonomía con FC a 4 nudos:	13 a 14 días
a 6 nudos:	7 a 8 días

Para submarinos proyectados para una inmersión profunda son factibles periodos de operación de varias semanas en inmersión (FC + Batería) o autonomías en inmersión profunda de hasta 3000 millas náuticas a 4 nudos.

7.3. Rendimiento

Debido a su alto rendimiento, los sistemas FC tienen rendimientos superiores a los de otros sistemas anaerobios con un factor, que como mínimo es 2. De cada 100 kW de energía almacenados en el combustible, y deduciendo todas las perdidas de energía (Tales como las de refrigeración), quedan disponibles 65 kW netos para la propulsión del submarino y acomodación.

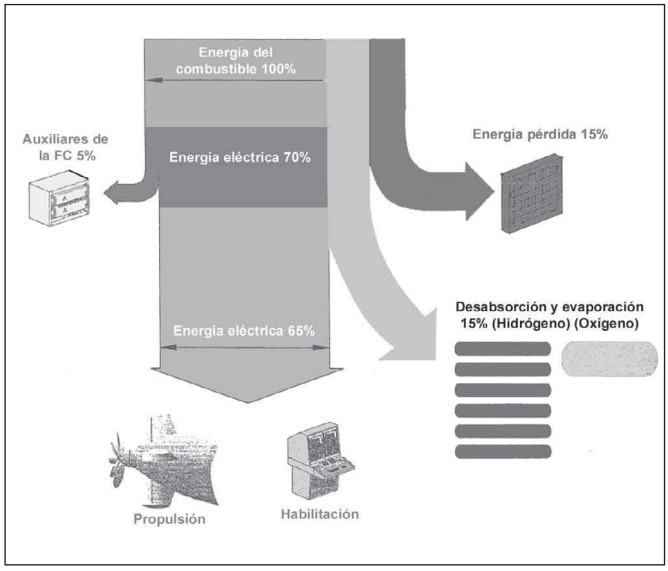


Fig. 21.- Distribución energética típica de una planta de células de combustible

7.4. Seguridad de concepto e infraestructura

Desde los años 70 la industria privada ha estado ocupada en el desarrollo de un sistema FC para la Bundesmarine. Después de llevar a cabo pruebas en una planta piloto, el desarrollo alcanzó el clímax preliminar en las pruebas de la planta FC a bordo del submarino de la armada alemana "U 1". Fue la primera vez a nivel mundial que un submarino no nuclear, con un sistema anaerobio (AIP), entraba en servicio operativo como buque convencional y a cargo de una dotación militar. Además de las pruebas relativas al sistema en sí mismo, era interesante comprobar y verificar el concepto de seguridad para el almacenamiento de los reactivos H_2 y LO_x. Se detectó que el almacenamiento previsto en cilindros de hidruros y el tanque de LO_x no eran problemáticos.

Como ya se ha citado anteriormente, el almacenamiento en cilindros de hidruros metálicos es el método más seguro de almacenamiento de hidrógeno. Con respecto a los tanques de LO_x, las satisfactorias pruebas de choque, efectuadas con una serie estándar de tanques, demostraron que el aislamiento funcionaba extremadamente bien, incluso bajo condiciones extremas de choque. El sistema completo de seguridad de FC fue probado en estrecha colaboración con la Oficina Técnica de Control Alemana en Köln ("TÜV") y el Germanischer Lloyd. En caso de rotura o fallo del sistema, el sistema se asegura automáticamente por medio del principio "fail-safe".

Todas las pruebas y ensayos llevados a cabo hasta este momento han demostrado que la infraestructura necesaria para el uso de los sistemas FC puede estar disponible en cualquier lugar y momento. Tanto el LO_x como el hidrógeno pueden ser transportados sin problemas ni costes logísticos a cualquier puerto del mundo. El reavituallamiento de un buque con sistema FC no es muy diferente del de un submarino convencional diesel - eléctrico, y no se necesitan tomar precauciones especiales. El uso y manejo del LO_x y del H en la industria es muy co-

mún. El reavituallamiento parece que puede ser realizado en cualquier puerto por suministradores locales sin ninguna dificultad.

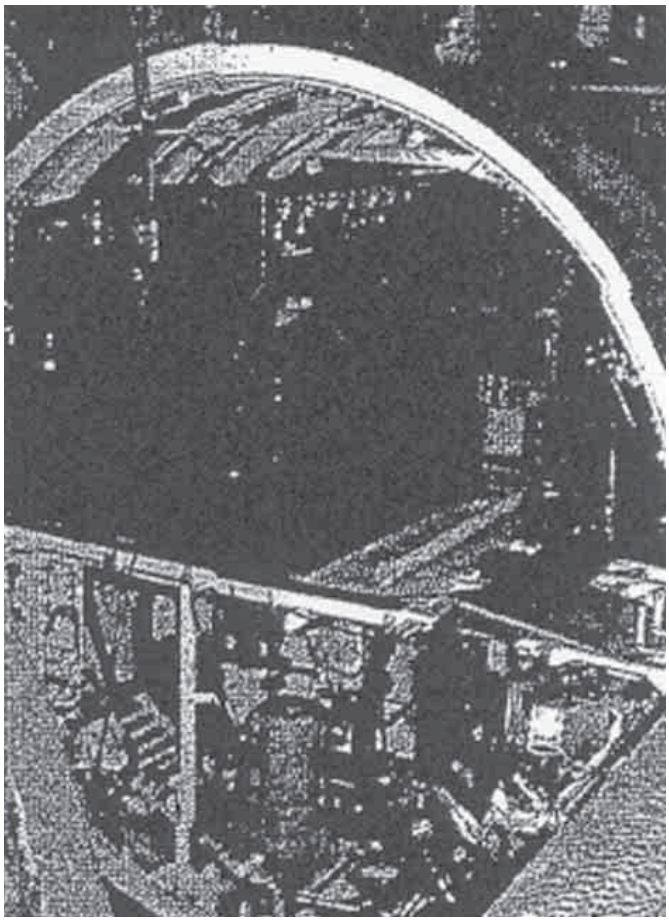


Fig.22.- Planta piloto de ensayos estacionaria de FC (1985)

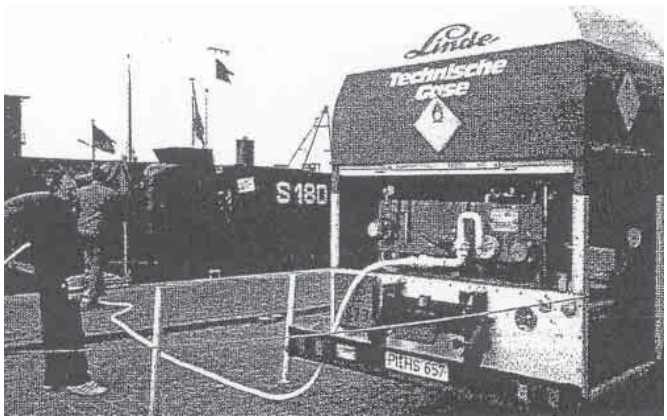


Fig.23.- Suministro de LO_x

7.5. Los problemas actuales

El sistema FC ha demostrado ser uno de los mejores para la propulsión de los modernos submarinos, caracterizándose por su elevado rendimiento y sus mínimas firmas. No hay duda de que el resultado más favorable de un buque con sistema FC se obtiene mediante una solución integrada similar a las establecidas para las Clases 212 y 214, donde el propio sistema FC ha sido desde el principio del proyecto integrado en el buque. Sin embargo, también existe, como ya se ha citado, la solución de integrar el sistema de FC en una sección "conectable" a buques ya construidos.

Pese a todo lo anteriormente expuesto, y que parecen ser ventajas en su totalidad, es preciso destacar que, en este momento, las células de combustible presentan los siguientes problemas:

- El almacenamiento del H_2 en hidruros metálicos presenta el inconveniente de que la máxima cantidad de H_2 capaz de ser almacenada es de un 2% del volumen de hidruros.

- El CO constituye un "veneno" para las células de combustible tipo PEM, dado que trabajan a baja temperatura. Por lo tanto, el proceso en el "reformer" deberá ser seguido por un proceso de eliminación de CO.

- El S_2 constituye otro "veneno" para las células de combustible. Por lo tanto será necesario utilizar combustibles "desulfurizados".

- Por el momento, solo son utilizables con los módulos de células de combustible tipo PEM el hidrógeno puro y el metanol. Serán precisos algunos años de I&D para poder utilizar los combustibles tradicionales en buques de combate.

- Debido a la baja temperatura de trabajo de este tipo de células PEM, no es factible aprovechar el calor residual para el proceso de "reformado" de los combustibles tradicionalmente utilizados en este tipo de buques.

- En la actualidad, para un buque híbrido equipado con este tipo de planta serían necesarios los siguientes combustibles y fluidos:

- Gasoil para los grupos diesel generadores.
- Aceite lubricante para estos grupos diesel generadores.
- Aire comprimido de arranque y de control.
- Hidrógeno.
- Oxígeno licuado.
- Nitrógeno.

- La solución más idónea sería la constituida por un sistema de células de combustible PEM que pudiese usar el mismo combustible que los grupos generadores. Con ello se eliminaría el problema del almacenamiento de hidrógeno y la poca capacidad de almacenamiento de los cilindros de hidruros metálicos.

A tenor de lo anterior, se abre una etapa de Investigación y Desarrollo, cuya duración se estima en unos 10 - 15 años, para que este sistema A.I.P. sea esté totalmente desarrollado y pueda ser aplicable sin ninguna restricción.

7.6. Soluciones a corto/medio plazo

A la vista de la problemática actual que presenta este tipo de planta propulsora, en caso de diseño de un nuevo submarino no nuclear, el procedimiento más adecuado es el siguiente:

- Establecer la potencia de grupos generadores necesaria las travesías, para obtener un óptimo coeficiente de indiscreción a cota snorkel.

- Subdividir esta potencia eléctrica en al menos tres grupos generadores. La experiencia constructiva y operativa ha demostrado que durante los últimos 25 años la mejor solución radica en instalar como mínimo tres o cuatro grupos generadores a bordo. Estos grupos deberán ser de alta velocidad (menor espacio a ocupar a bordo) y de probada experiencia en buques de reciente construcción.

- Instalar como mínimo estos tres / cuatro grupos generadores completos. Esta solución, caso de optar en el futuro con el sistema convencional diesel – eléctrico cuenta con la ventaja de subdividir la potencia total instalada en mayor número de unidades, y, consecuentemente, con la ventaja de que en caso de fallo de uno de los grupos, en el peor de los casos (Solo 3 grupos generadores), el buque siempre podrá operar con 2/3 de la potencia nominal instalada, lo que implicará menor tiempo de carga de baterías, y consecuentemente de indiscreción snorkel que con solamente dos grupos. Esta solución constructiva es la que prevalece en el mundo "submarinista" desde los años 80, con éxito seguro. Dadas las dimensiones generales de los grupos generadores, en una de las cámaras de máquinas se instalarían dos grupos generadores y en la restante un solo grupo generador.

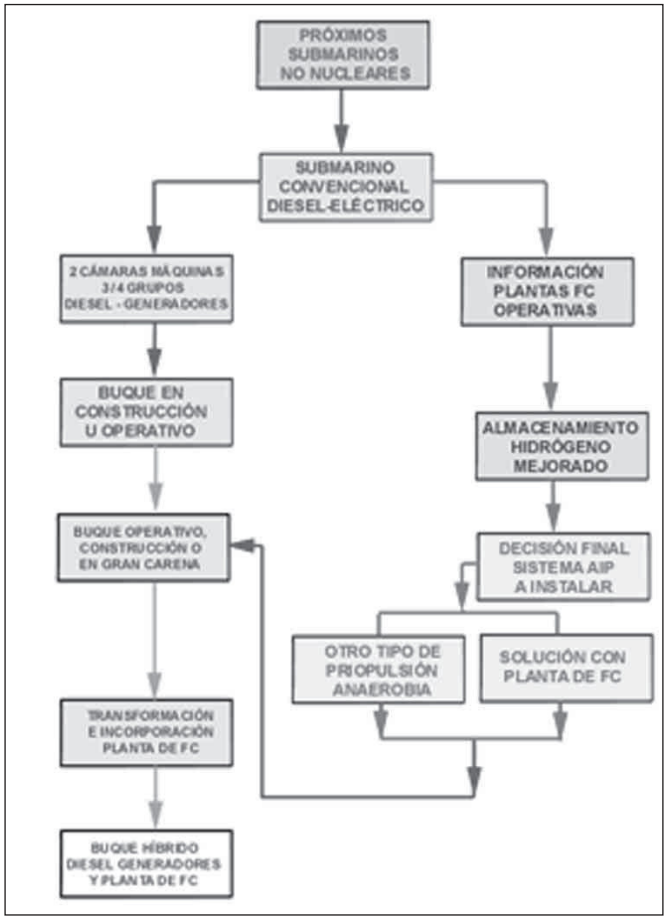


Fig.24.- Sistema óptimo de construcción de submarinos no nucleares con plantas AIP

- Proyectar el buque inicialmente con dos cámaras de máquinas, cada una de ellas con una longitud igual al diámetro del casco resistente.

- Esperar que los nuevos buques tipos 212 y 214 estén en servicio operativo para valorar, de forma objetiva, la bondad de la solución con plantas propulsoras constituidas por células de combustible tipo PEM.

- Aguardar desarrollos futuros en el sistema de reformado de combustibles tradicionales. Por el momento, todos los buques en construcción con sistemas de propulsión AIP basados en células de combustible deben llevar, además del tradicional gasoil, hidrógeno o metanol. La solución ideal es utilizar el mismo tipo de combustible en los grupos generadores y en la planta de células de combustible.

- Identificar y evaluar otros sistemas de almacenamiento de hidrógeno a bordo que permitan una mayor capacidad de almacenamiento de hidrógeno.

Sólo cuando los tres últimos pasos estén perfectamente evaluados y desarrollados será factible tomar una decisión definitiva al respecto. Si ésta es favorable a la instalación de la planta propulsora de células de combustible, sólo será preciso desmontar una de las cámaras de máquinas y sustituir el/los grupos generadores instalados hasta ese momento por la planta de propulsión FC.

Este proceso es necesario dado que el plazo medio para desarrollo de este sistema AIP es de unos 10 - 15 años, magnitud superior al tiempo de diseño y construcción de un submarino, y, lógicamente los países interesados en potenciar su flota submarina no deben esperar a construir buques hasta que este sistema A.I.P. esté totalmente desarrollado y pueda ser aplicable sin ninguna restricción.

Desde luego, lo que por el momento está fuera de toda duda es que los futuros submarinos deberán ser híbridos (propulsión diesel - eléctrica convencional para carga de baterías y navegación durante los tránsitos, y A.I.P. para el desarrollo de las misiones de combate /reconocimiento). Un buque con una instalación propulsora constituida solamente por el sistema A.I.P. de FC implica un alto riesgo, por dos factores principales:

1. La tecnología de las FC aún no está suficientemente madura
2. Los módulos disponibles actualmente solo tienen una potencia de 120 kW. Para igualar las prestaciones capaces de desarrollar un buque convencional diesel – eléctrico, sería preciso un gran número de módulos, que iría en detrimento de la habitabilidad a bordo y el propio tamaño del buque.

La gestión de la calidad en el ciclo total de vida de los buques metaneros (*)

Rafael González Linares, Ingeniero Naval

(*) Trabajo presentado en las XXXIX Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval, celebradas en Cádiz durante los días 24 y 25 de mayo de 2001

Indice

Resumen/*Summary*
1.- Introducción
2.- El Gas Natural: composición, reservas, producción, transporte, distribución
3.- Peculiaridades de los buques metaneros
- **3.1. Introducción**
- **3.2. Características del metano**
- **3.3. Sistema de contención de la carga**
- **3.4. Sistema de calefacción de los mamparos transversales**
- **3.5. Sistema de manejo de la carga (Sistema de carga y descarga)**
- **3.6. Válvulas de seguridad**
- **3.7. Sistema de propulsión**

4.- La Gestión Integral de la Calidad
5.- La Gestión de la Calidad en la Investigación y Desarrollo
- **5.1. Introducción**
- **5.2. Concepción del nuevo Producto**
- **5.3. Investigación y Desarrollo**
- **5.4. Puesta en producción**
- **5.5. Penetración en el mercado**
- **5.6. Seguimiento del Producto durante su utilización por parte de los usuarios**
- **5.7. Algunos Hitos Históricos**
- **5.8. La innovación en la actualidad relativa a los buques metaneros**

6.- La Gestión de la Calidad durante el proceso de contratación del buque
7.- La Gestión de la Calidad relativa al Diseño
8.- La Gestión de la Calidad durante el proceso de construcción del buque
- **8.1. Proceso de construcción de los buques metaneros con tanques independientes esféricos**
- **8.2. Proceso de construcción de los buques metaneros con tanques tipo membrana**
- **8.3. Control Estadístico de los Procesos**
- **8.4. Trazabilidad**
- **8.5. Adquisición de equipos de soldadura. Homologación de Procedimientos de soldadura. Formación y homologación de soldadores**

9.- La Gestión de Calidad durante el periodo de explotación del buque
- **9.1. Peculiaridades operacionales de los buques metaneros**
- **9.2. Disponibilidad, Fiabilidad, Mantenibilidad**
- **9.3. La Gestión de la Seguridad y el Código ISM**
- **9.4. La Gestión de Mantenimiento**

10.- Conclusión
11.- Bibliografía

Resumen

Los buques metaneros constituyen una obra de Ingeniería dotada de relevante complejidad tecnológica, radicada, fundamentalmente, en su parte criogénica. Consecuentemente el diseño, la Construcción y la Explotación de dichos Buques presentan especiales dificultades para los profesionales de la Industria Marítima. Dada la peligrosidad de su cargamento, los LNG´s comportan serios riesgos relativos a la Seguridad. La evaluación del impacto Medioambiental merece, también, una especial atención. Los riesgos de índole económica alcanzan cotas notablemente elevadas. Como consecuencia de lo expresado anteriormente las Reglamentaciones se tornan muy exigentes, y son objeto de frecuentes revisiones de mejora por parte de las pertinentes Instituciones. El diseño obliga, generalmente, al empleo de refinadas técnicas de Análisis Estructural y la Construcción plantea retos de peculiar dificultad. La Operación, durante el periodo de Explotación, requiere una rigurosa selección de las Tripulaciones que han de estar dotadas de una acreditada y especial competencia. El dilatado Ciclo Total de Vida que caracteriza a este tipo de Buques, plantea problemas adicionales relacionados con el envejecimiento y que reclaman un cuidadoso Análisis de Fatiga y la adopción de una eficaz Política de Mantenimiento.

Hemos de añadir que la Tecnología relativa a los Sistemas de Contención de la Carga es objeto de un reducido número de patentes, siendo también muy reducido el número de unidades que componen la flota de metaneros, así como el de Astilleros que cuentan en su palmarés con hito tan importante como el que representa la construcción de un Buque de estas características. El presente trabajo pretende contribuir a la difusión del conocimiento relativo a algunas de las peculiaridades más sobresalientes que caracterizan esta singular obra de Ingeniería, contemplándola desde la perspectiva de la Gestión de la Calidad.

Summary

Methane Tankers constitue an engineering task provided with relevant complexity, based basically in its criogenig part. Consequently, the Design, Construction, and Operation of such Tankers present special difficulties for the professional of the Maritime Industry. Due to the dangerousness of the cargo, the LNG´s comport severe risks relative to Safety. The assessment of the environmental impact deserves, also, special attention. The risks of economics nature reach really high levels. Consequently, due to what has been previously stated, the Regulations are becoming more and more demanding and are subjected to frequent improving revisions on behalf of pertinent Institutions. The Design compel, generally, to the use of refined techniques of structural analysis and the Construction traces challenges of peculiar difficulty. The operation requires a strict selection of Crews which are to be provided with credited and special qualifications. The wide Total Life Cycle that distinguish this type of Tankers establish additional problems related to aging which require a careful fatigue analysis and the adoption of an efficient Maintenance Policy.

It is to be added that the technology related to Cargo Contention Systems is the object of a reduced number of Patents, being also very reduced the number of units included in the Methane Tankers Fleet as well as the Shipyards counting in their events with important milestones as those representing the Construction of a Tanker of these features. This work intends to contribute to the diffusion of knowledge relative to some of the most outstanding peculiarities that characterize this unique piece of engineering viewing it from the perspective of the Quality Management.

1.- Introducción

El gas natural es una Fuente de Energía demasiado valiosa para que sea quemada sin ser objeto de un óptimo aprovechamiento. Tal como sucede con otras **Fuentes de Energía,** los yacimientos y los centros de consumo se encuentran ubicados en diferentes zonas geográficas, separadas, en muchos casos, por grandes distancias. En un cierto nú-

mero de estos casos, el transporte del gas natural mediante gasoductos resulta técnicamente inviable o excesivamente costoso. La Industria Marítima ha hecho frente a esta dificultad y ha demostrado, a lo largo de medio siglo, que los buques LNG pueden asumir, técnica y económicamente, la misión de configurar los "eslabones flotantes" de la espectacular cadena de transporte del gas natural.

Los buques metaneros generan una especial y formidable atención por parte de todas las entidades involucradas en la Industria del gas natural. Por los ingresos que reportan, la larga duración de sus contratos de fletamento, las elevadísimas inversiones que requieren, el alto grado de fiabilidad que ostentan y por la brillante misión económica y social que desempeñan en cuanto al aprovechamiento energético se refiere, merecen la consideración de "joyas de la corona" de dicha Industria.

La reciente contratación, por parte de nuestros Astilleros, de varias unidades de buques LNG de 138.000 m^3, constituye uno de los hitos más importante entre los que se han registrado a lo largo de la historia de la Construcción Naval Española. Por la relevancia del asunto, y por la palpitante actualidad que presenta dicho evento, hemos considerado oportuno dirigir nuestra atención a este singular tipo de buque. La, también reciente, publicación de la "versión 2000" de la Norma ISO 9001 relativa a los "Sistemas de Gestión de la Calidad" representa otro suceso de gran interés para los profesionales de la Ingeniería Naval.

De la doctrina que subyace en la Norma ISO anteriormente citada, se deduce que, como condición necesaria para la realización de una excelente Gestión en la generación de un Producto, resulta imprescindible poseer un profundo, y minucioso, conocimiento del Producto y de los Procesos inherentes a la fabricación y utilización del mismo.

El presente trabajo tiene como objetivo contribuir, de forma sucinta, a la difusión de las características más destacadas de los buques metaneros, así como de los procesos más sobresalientes vinculados a las distintas etapas que constituyen su Ciclo Total de Vida.

2.- El gas natural: Composición, reservas, producción, transporte, distribución

El gas natural representa una importantísima Fuente de Energía y está constituido, básicamente, por una mezcla de gases de hidrocarburo (metano, etano, propano, butano y pentano) y de otros gases no hidrocarburados (nitrógeno, dióxido de carbono, hidrógeno, ácido sulfídrico, vapor de agua), siendo el metano su componente principal.

Las proporciones de cada uno de los constituyentes varían según la procedencia. En la tabla 1 se muestran los porcentajes correspondientes a una muestra típica de GN.

Tabla 1.- Gas natural - Composición

Constituyente	%
Metano	81,30-97,50
Etano	2,00-7,00
Propano	0,27-3,00
Butano	0,04-0,57
Pentano	0,01-0,90
Hexano	0,02-0,17
Nitrógeno	0,26-10,00
Dióxido de Carbono	0,47-1,50
Hidrógeno	-
Acido Sulfídrico	-
Vapor de Agua	-

Las **reservas** mundiales probadas de GN, se sitúan, en la actualidad, en torno a los **150 billones** de metros cúbicos. El área geopolítica más favorecida en cuanto a la magnitud de sus reservas se refiere, y con una cuota próxima al 40%, la constituyen el conjunto de países, antiguos miembros de la URSS, que se agrupan en la Confederación de Estados Independientes (CEI). A continuación Irán, Qatar, Abu-Dhabi, Arabia Saudita y EE.UU. ocupan las siguientes posiciones. Deseamos mencionar que, desde el punto de vista de la distribución de la riqueza, las reservas de GN se encuentran más generosamente distribuidas que las correspondientes al Petróleo.

La **producción** bruta anual, a nivel mundial, oscila alrededor de los **2,5 billones** de metros cúbicos. Un considerable porcentaje de esta cifra se reinyecta (10% aprox.), o se quema en antorcha (5% aprox.), comercializándose, pues, el 85% de la producción bruta. Estableciendo la hipótesis de que la producción (consumo) se mantenga constante, se puede fácilmente deducir que las reservas actuales son suficientes para atender la demanda actual durante un periodo aproximado de **60 años.**

El **transporte** del GN se realiza mediante una extensísima red de gasoductos o por medio de buques metaneros. Esta extensísima red de se halla en continua y rápida expansión. A título ilustrativo mencionaremos que en el año 1994 se encontraban en construcción unos 45.000 km. de gasoductos. Dentro del marco de este sector industrial, Europa se ha mostrado especialmente activa, tratando de enlazar los pozos del Mar del Norte con la casi totalidad de los países ubicados en esta zona geográfica.

Desde 1959, año en el que se registra el primer transporte marítimo de LNG, la flota metanera ha experimentado un lento y escalonado crecimiento hasta alcanzar, en enero del 2000, las 118 unidades. La composición de dicha flota, en cuanto a distribución por tamaño se refiere, es la siguiente:

Tabla 2.- Flota de Buques metaneros. Composición

Tamaño	Capacidad (m^3)	Nº de Unidades
Pequeño	18.000 - 50.000	15
Mediano	51.000 - 100.000	15
Grande	>100.000	88

Para hacer económicamente viable el transporte marítimo del GN se requiere que el cargamento se encuentre en estado líquido. Por este motivo, antes de proceder al embarque del mismo, se le somete a un proceso de depuración, fraccionamiento y liquefacción. Mediante la depuración del GN se le extrae un gran porcentaje de contaminantes (N_2, CO_2, H_2, SH_2 y vapor de agua). Mediante el fraccionamiento se separa el metano de la mayor parte del resto de los hidrocarburos (C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_5H_{12} etc.). De esta forma se obtiene un producto con un contenido muy alto de metano (con un porcentaje normalmente superior al 95%) que se licúa mediante el pertinente proceso de refrigeración. Dicho gas licuado constituye el gas natural licuado (LNG) que se transporta a bordo de los buques metaneros y que se descarga en las pertinentes Plantas de recepción.

España dispone de Plantas de recepción de LNG en Barcelona, Huelva y Cartagena. Estas plantas disponen, obviamente, de las correspondientes zonas de atraque y descarga de buques metaneros, Instalaciones de almacenamiento y de regasificación. El gas obtenido mediante la regasificación se transporta hasta los centros de consumo a través de una red de gasoductos caracterizados como de "Alta Presión A" (de 4 a 16 kg/cm^2) y de "Alta Presión B" (> de 16 kg/cm^2).

La distribución del gas se realiza mediante redes de gasoductos, que enlazan las Estaciones de almacenamiento con las instalaciones de los usuarios finales.

3.- Peculiaridades de los buques metaneros

3.1. Introducción

En los buques LNG se pueden distinguir dos partes claramente diferenciadas: La parte convencional y la parte **criogénica.** La parte convencional de los buques metaneros con tanques de membrana se asemeja mucho a la de un granelero combinado (OBO) diferenciándose, básicamente, en las dimensiones de las escotillas y en la configuración de los mamparos transversales. La parte convencional de los buques LNG provistos de tanques independientes esféricos presenta ciertas peculiaridades en los espacios en los que se ubican la esferas, caracterizándose por una peculiar geometría de las secciones transversales

correspondientes a la zona de carga, y por las muy grandes aberturas practicadas en la cubierta principal. Esta circunstancia obliga a un reforzamiento especial de esta zona de la estructura.

La parte criogénica presenta peculiaridades especificas con respecto a los restantes buques, incluidos aunque en menor grado, los LPG´s

3.2. Características del metano

Las peculiaridades más destacables de los buques LNG tienen su origen en las especiales características del metano, especialmente la que tiene como referente a la **temperatura, extremadamente baja,** a la que se transporta dicho producto (-163º C).

Otro aspecto de relevante singularidad se fundamenta en la idoneidad del metano para ser utilizado, como **combustible principal** de sus Plantas propulsoras. Su gran **inflamabilidad** le confiere una alta peligrosidad que ha de ser situada, mediante la adopción de medidas preventivas de seguridad de extrema rigurosidad, en niveles admisibles de riesgo. Estas propiedades configuran los rasgos más sobresalientes que caracterizan a este tipo de Buque, y que se enmarcan dentro del ámbito de los siguientes Sistemas:

- Sistema de contención de la carga.
- Sistema de manejo de la carga.
- Sistema de propulsión.
- Sistema de seguridad.

3.3. Sistema de contención de la carga

3.3.1. Constitución

El Sistema de contención de la carga de los buques LNG consta de los componentes principales que se relacionan a continuación:

- La barrera primaria.
- La barrera secundaria (si es requerida).
- El aislamiento térmico.
- Los espacios intermedios.
- La estructura de soporte adyacente (si es necesaria).

Los distintos tipos de Sistemas de contención de la carga instalados en los buques metaneros se clasifican de acuerdo con las siguientes denominaciones:

- Tanques independientes tipo "B".
- Tanques membrana.

A. Tanques independientes tipo "B"

Estos tanques suelen ser de forma esférica o prismática (superficies planas), y se caracterizan porque deben ser diseñados usando modelos y refinadas técnicas de análisis estructural, con el objeto de determinar, con un alto grado de exactitud, las tensiones y el comportamiento de la estructura en relación con la fatiga y la propagación de grietas. En el supuesto de que sean construidos a base de superficies planas, la presión de diseño del vapor no debe ser superior a 0,7 bares.

La configuración más frecuente responde a la patente registrada por "Kvaerner Moss" cuyas características principales se resumen a continuación:

- La barrera primaria está constituida por recipientes esféricos (tanques) fabricados, normalmente, mediante la aleación de aluminio 5083.
- Los recipientes esféricos están soportados por una estructura cilíndrica de acero, denominada faldilla, que se conectan por su parte superior al anillo ecuatorial y por su parte inferior al casco del buque. El acero de esta faldilla debe ser idóneo para la baja temperatura a la que se encuentra sometido, especialmente en su parte superior (frecuentemente acero al 9% de níquel).
- La soldadura del anillo ecuatorial a la faldilla se realiza a través de pletinas bimetálicas. El anillo ecuatorial es el elemento más crítico en lo que a concentración de tensiones se refiere.
- La barrera secundaria es de tipo parcial y se configura en forma de bandeja de derrame.
- El aislamiento está constituido por varias capas de espuma de poliuretano dispuestas por la cara exterior de los recipientes. El anclaje del aislamiento se efectúa mediante pernos de aluminio. El espesor del aislamiento depende la cantidad de metano que se necesita para la propulsión del buque ("Boil-Off").
- Entre las dos barreras, así como entre la barrera secundaria y el casco del buque, queda un amplio espacio que resulta muy peligroso si se produce una fuga en el recipiente. Para reducir las posibilidades de explosión, se requiere la adopción de una de las dos medidas alternativas de seguridad que se citan a continuación:
- Llenado del espacio con gas inerte.
- Instalación de un Sistema de detección de gases (llenado con aire).

B. Tanques membrana

Los tanques membrana son tanques "no-independientes" constituidos por dos capas muy delgadas, normalmente metálicas y de espesores próximos a 1 mm, soportadas a través del aislamiento por la estructura del buque. Dadas las amplias variaciones de temperatura a la que se encuentran sometidas, las membranas deben estar diseñadas de manera que se puedan contraer y expandir sin originar tensiones no satisfactorias en las citadas membranas. Normalmente la presión de diseño del vapor no debe ser superior a 0,25 bares. Sin embargo, esta presión puede ser incrementada hasta 0,7 bares cuando se cumplimenten los siguientes requisitos:

- Se aumenten, adecuadamente, los escantillones del casco del buque.
- Se demuestre que la resistencia de soporte del aislamiento es satisfactoria.

Los tanques presentan una geometría prismática (normalmente de sección octogonal), con caras planas que se intersectan formando diedros y triedros que constituyen las zonas más críticas.

Las configuraciones más frecuentemente empleadas responden a las patentes registradas por Gaz Transport-Technigaz. (GTT). A continuación describiremos, brevemente, las dos variantes más sobresalientes.

B.1. Membrana de Invar (Gaz Transport)

- La barrera primaria está constituida por una membrana compuesta por láminas de Invar (aleación de hierro austenítico y carbono (0,2%) con 36% de níquel). Esta aleación posee la propiedad de tener un coeficiente de dilatación extremadamente bajo. Es además muy resistente a la corrosión y no magnético.

- Las láminas de Invar, correspondientes a la barrera primaria, están soportadas por unas cajas paralepipédicas de madera contrachapada ("plywood") rellenas de perlita en forma granular. La perlita es un óxido de silicio y de aluminio que posee unas excelentes cualidades en cuanto al coeficiente de conductividad térmica se refiere (0,04 watios/m ºC). Estas cajas configuran el aislamiento primario. El espesor del aislamiento depende la cantidad de metano que se requiere para la propulsión del buque ("Boil-Off") y de las cargas que debe transmitir al casco del buque.

- La barrera secundaria es similar a la barrera primaria y está soportada de forma análoga (mediante cajas de "plywood" rellenas de perlita). Estas cajas configuran el aislamiento secundario.

- El espacio inter-barreras, así como el existente entre la cara exterior de la barrera secundaria y casco del buque resulta drásticamente reducido requiriendo, por lo tanto, una cantidad de gas de inertización muy inferior a la necesaria en el caso de los tanques independientes tipo B.

B.2. Membrana de acero inoxidable (Technigaz)

- La configuración de este tipo de tanque presenta características muy similares a la variante anterior, con las salvedades que mencionamos a continuación:

- La barrera primaria la forman placas de acero inoxidable (normalmente AISI 304L) provistas de corrugaciones ortogonales (dispuestas en dos direcciones perpendiculares entre sí).

- El aislamiento primario consta de paneles de espuma de poliuretano rígida reforzada con fibra de vidrio provista de un tablero de contrachapado dispuesto en la cara superior.

- La barrera secundaria utiliza un material laminado compuesto por dos tejidos de fibra de vidrio separadas por una hoja de aluminio.

- El aislamiento secundario es similar al aislamiento primario pero con el tablero de contrachapado dispuesto en la cara inferior.

3.4. Sistema de calefacción de los mamparos transversales

En todo buque resulta estrictamente necesario que los materiales que constituyen su estructura no se encuentren sometidos a temperaturas situadas fuera de los límites admisibles correspondientes a dichos materiales. Este requerimiento adquiere vital importancia en el caso de los buques LNG, como consecuencia de la temperatura extremadamente baja a la se transporta su carga. En los metaneros existe una intensa interacción térmica entre su parte criogénica y su parte convencional. Interacción que requiere ser objeto de una especial atención y que adquiere singular relieve en los mamparos transversales que separan los tanques de carga. Estos mamparos son, normalmente, de acero con las características mecánicas correspondientes a una temperatura de diseño no inferior a 0º C. Para impedir que los citados mamparos puedan estar sometidos a una temperatura inferior a la anteriormente mencionada (0º C) se requiere la adopción de las medidas necesarias, tales como las siguientes:

- Utilización de "mamparos dobles" constituyendo, entre los dos forros, los "cofferdam" correspondientes.
- Disposición de un sistema de calefacción capaz de mantener el acero a una temperatura superior a los 0º C.

El sistema de calefacción suele estar compuesto de serpentines de agua caliente con la adición de glicoles.

3.5. Sistema de manejo de la carga (Sistema de carga y descarga)

3.5.1. Bombas de carga

Las bombas de carga suelen ser centrífugas, del tipo "motor totalmente sumergido", de simple etapa y libres de aceite. Se instalan en el fondo del tanque y son capaces de aspirar con un NPSH extremadamente bajo con la ayuda de un inductor y la correspondiente campana de aspiración. Los materiales frecuentemente empleados son las aleaciones de aluminio (carcasa, impulsor, inductor) y el acero inoxidable (eje, cojinetes). Una parte del líquido bombeado se deriva hacia la bomba para la refrigeración del motor y la lubricación de los cojinetes. La alimentación eléctrica dentro del tanque se realiza mediante cables provistos de armadura de acero inoxidable.

3.5.2. Bombas de carga de emergencia

En algunos buques metaneros se han registrado, en varias ocasiones, la avería simultánea de las dos bombas de carga instaladas en un mismo tanque. Esta avería representa un serio inconveniente. Con el fin aumentar de manera significativa la disponibilidad del sistema de descarga, los buques LNG suelen estar provistos de una bomba de carga de emergencia. Esta bomba de emergencia debe ser capaz de descargar desde cualquier tanque de carga, contribuyendo, de este modo, a un importante incremento de la fiabilidad a través de la redundancia.

Con el fin de posibilitar la inmersión de la mencionada bomba, cada tanque de carga suele llevar instalado un tubo a través del cual se introduce y se baja dicha bomba, hasta el fondo del tanque.

3.5.3. Bombas de enfriamiento y de achique

Previamente al llenado de los tanques de carga éstos deben ser enfriados, lentamente, para evitar tensiones no admisibles causadas por gradientes térmicos excesivos. Esta operación de enfriamiento se efectúa descargando LNG pulverizado en el interior de los tanques, y venteando el gas generado a la atmósfera, o al terminal de carga. Esta función la desempeñan las bombas de enfriamiento instaladas en el interior de los tanques. A estas bombas se le encomienda, también, la función de achique.

3.5.4. Bombas de vacío

Durante la mayor parte del periodo de explotación del buque, y por razones de seguridad, los espacios ocupados por el aislamiento de los tanques deben mantenerse permanentemente inertados, llenándolos con nitrógeno (nitrogenación). Antes de proceder al llenado de estos espacios se requiere la extracción del aire (oxígeno) existente en los mismos.

Este proceso consta de las dos fases básicas siguientes:

- Evacuación de la mezcla gaseosa existente en el aislamiento hasta crear un vacío predeterminado.
- Llenado con nitrógeno.

Este proceso se repite hasta lograr que el contenido de oxígeno existente en los mencionados espacios sea inferior al 2%.

Las bombas de vacío tienen encomendada la misión de realizar la primera de las fases antes citadas (extracción).

3.5.5 Compresores

Los compresores tienen asignadas las siguientes funciones:

- Descarga a tierra de los gases generados durante la operación de carga.
- Purgado de los tanques.
- Calentamiento de los tanques.
- Suministro a las calderas del gas necesario para la propulsión del buque.

Durante la carga del buque, la cual se realiza a un ritmo relativamente alto, se debe descargar a tierra el gas metano contenido en el tanque en el momento del comienzo de la carga, más el gas metano generado durante dicho proceso. Una parte del gas generado se origina a causa del calor que desde el exterior se transmite hacia el tanque y el sistema de tuberías, otra parte se origina como consecuencia de la fricción existente en dichas tuberías. Para mantener constante la presión en el interior de los tanques el caudal de descarga del gas debe ser igual a la suma de las cantidades siguientes:

- Caudal de llenado de los tanques (ritmo de carga del buque).
- Volumen de gas generado por unidad de tiempo.

La presión de descarga requerida para realizar esta función dependerá de la contrapresión existente en la tubería de descarga a tierra. Esta presión no suele alta (2 kg/cm^2 aprox.).

En los metaneros se emplea casi exclusivamente la propulsión a vapor. Durante la navegación utilizan, como combustible para alimentar las calderas principales, el gas generado en los tanques ("Boil-Off") y producir, de esta forma, el vapor de agua necesario para la propulsión del buque. Para conducir dicho gas desde los tanques hasta las calderas se emplean compresores con una capacidad sensiblemente inferior a los utilizados durante la carga del buque, y con una presión de descarga similar (2 kg/cm^2 aprox.).

3.5.6. Vaporizadores

Los vaporizadores tienen encomendadas las misiones siguientes:

- Vaporización de LNG para su utilización durante las operaciones que lo requieran, tales como las que se mencionan a continuación:
  – Descarga (cuando no se utiliza gas procedente del terminal de descarga).
  – Purgado.
  – Alimentación de metano (complementario al "Boil-Off") a calderas.

• Evaporación de nitrógeno líquido.

Se suelen instalar los siguientes vaporizadores:

• Un vaporizador principal destinado a generar el gas metano necesario para la descarga, el purgado y para la evaporación del nitrógeno.
• Un "vaporizador forzado" destinado a suplementar una generación insuficiente de "Boil-Off".

En caso de fallo del vaporizador forzado se suele utilizar el vaporizador principal para cumplimentar la misión encomendada al primero.

El proyecto de los vaporizadores se suele realizar en base a las temperaturas de diseño, aproximadas, que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.- Vaporizadores. Temperaturas de diseño (º C)

Aplicación	Entrada	Salida
Descarga de LNG	-163	-130
Purgado	-163	+20
Evaporación de nitrógeno	-196	+20
Vaporización forzada	-163	-40

Los materiales utilizados para la fabricación de sus componentes principales (envuelta, tubos y placa de tubos) han de poseer características criogénicas, siendo empleado, muy frecuentemente, el acero inoxidable AISI 316L.

3.5.7. Calentadores

Los calentadores tienen asignada la función de incrementar la temperatura del gas metano requerido para el calentamiento de los tanques de carga y para el suministro de combustible a las calderas. El proyecto de los calentadores se suele basar en las siguientes temperaturas de diseño:

• Temperatura de entrada — Desde –100 ºC a +5 ºC
• Temperatura de salida — +80 ºC

3.6. Válvulas de seguridad

3.6.1. Válvulas de seguridad de los tanques de carga

Cuando la zona circundante a los tanques de carga se encuentre expuesta a un incendio se producirá una generación de gas a una velocidad muy superior a la generada en condiciones normales ("Boil-Off"). Una situación similar puede presentarse durante la operación de inertización. En ambos casos la presión del gas en el interior de los tanques puede llegar a valores muy superiores a los establecidos en el diseño. Para impedir que se produzca dicho exceso de presión, los tanques de carga deben estar provistos de válvulas de seguridad (2 normalmente), dimensionadas de acuerdo con las Reglamentaciones. A estos efectos el Código "IGC" establece que "la capacidad combinada de exhaustación de las válvulas de seguridad instaladas en cada tanque de carga debe ser superior al mayor de los siguientes valores":

• La capacidad máxima del sistema de inertización de los tanques de carga (si la presión máxima de trabajo excede a la "presión máxima de tarado de las válvulas de seguridad)
• La cantidad de gas generado durante la exposición al fuego, calculada mediante la aplicación de la formula que se incluye a continuación.

$$Q = F\,G\,A^{0,82}\ (m^3/s)$$

siendo:

Q = Caudal mínimo de descarga de aire en condiciones normales (273 K, 1,013 bares)
F = Factor de exposición al fuego (oscila entre 0,1 y 1,0 en función del tipo de tanque de carga)
G = Factor de gas
A = Area externa del tanque expresada en m^2 (depende del tipo de tanque)

Las válvulas de seguridad deben ser taradas a una presión no superior a la establecida en el diseño de los tanques de carga. Las válvulas de seguridad han de descargar a un sistema de venteo diseñado con el objeto de minimizar la acumulación de gases de metano sobre las cubiertas, u otros espacios en los que se pueden originar situaciones peligrosas.

3.6.2. Válvulas de seguridad de los espacios de bodegas y de aislamiento

Los espacios de bodegas y los espacios "inter-barreras", que sean susceptibles de estar sometidos a presiones superiores a las de diseño, deben estar provistos de las válvulas de seguridad que prescriben los Reglamentos. La descarga de estas válvulas de seguridad se suele efectuar a través de conducto vertical de exhaustación independiente del sistema de venteo antes citado.

3.6.3. Válvulas de seguridad en las tuberías

Con el fin de evitar que las tuberías se encuentren sometidas a presiones excesivas deben de disponerse las pertinentes válvulas de seguridad. La descarga de estas válvulas de seguridad se suele realizar conduciendo el gas hacia los tanques de carga.

3.7. Sistema de propulsión

3.7.1. Introducción

La posibilidad de utilizar, como combustible, el metano procedente de la vaporización *(Boil-off)* que se origina en los tanques de carga supone una ventaja económica de importante cuantía que reduce de forma significativa los costes de explotación. En este beneficio económico radica la decisión adoptada en la casi totalidad de los buques LNG de utilizar dichos gases como **fuente de energía** de sus plantas propulsoras. El estado actual de la tecnología permite afirmar que la combustión de dicha **fuente de energía** puede efectuarse en condiciones aceptables de seguridad, en calderas, motores diesel y turbinas de gas. Existen suficientes plantas industriales terrestres que lo avalan. En la Industria Marítima también se registran casos de utilización de motores diesel (buques metaneros) e incluso de la turbina de gas (Industria Off-Shore). Sin embargo, a bordo de los buques LNG la alternativa más popular, y por lo tanto más frecuentemente empleada, la constituyen las calderas. Entre las razones que soportan la masiva utilización de las plantas propulsoras a vapor en los buques metaneros destacamos los siguientes:

• La cantidad de gas de vaporización es, a bordo de un buque metanero considerablemente variable (0,1% a 0,2% de la capacidad de carga/día). Variación que depende de las temperaturas medioambientales y de la cantidad de carga existentes a bordo.

• La demanda de combustible, por parte de la planta propulsora, es asimismo altamente variable.

• Las dificultades en los motores diesel y en las turbinas de gas para quemar, simultáneamente, fuel-oil y gas metano ("combustión dual").

Como consecuencia de esta variabilidad se registran grandes diferencias entre la producción y la demanda en las distintas condiciones en que se encuentra el buque metanero durante un "viaje redondo" (navegando a plena carga, descargando en puerto, navegando en la condición de lastre y cargando en puerto). Existen ocasiones, pues, en las que la generación inexorable de "Boil-Off" es netamente superior a las necesidades de a bordo, y existen, también, ocasiones en las que sucede lo contrario. Este desequilibrio entre la producción y la demanda requiere la adopción de medidas compensadoras tales como las siguientes:

• Relicuar o quemar el excedente de "Boil-Off".
• Complementar las deficiencias mediante otro tipo de combustible.

En cuanto al tratamiento de los excedentes se refiere mencionaremos que la relicuefacción a bordo de los buques LNG no ha gozado del favor de los Armadores. Por lo tanto, para quemar dichos excedentes se utilizan las calderas.

En situaciones deficitarias de "Boil-Off", resulta imprescindible suplir el correspondiente déficit mediante la adición de otros tipos de combustible, tales como el fuel-oil o el diesel-oil. La necesidad de utilizar al mismo tiempo dos tipos distintos de fuentes de energía exige, por una parte, que la maquinaria principal sea capaz de quemar ambas simultáneamente y, por otra parte, la instalación de un "Sistema dual de combustible". El funcionamiento bajo la modalidad de "combustible dual" presenta importantes dificultades en los motores diesel de 2 tiempos y que, hasta el momento, no han sido totalmente superadas. Dificultades que se centran en torno a problemas de pre-ignición y de control, así como en la necesidad de emplear gas natural a alta presión. Los motores diesel de 4 tiempos ofrecen un comportamiento bastante más satisfactorio. La turbina de gas, inédita o casi inédita en las plantas propulsoras de los buques metaneros, tiene que resolver, entre otros, los problemas que le plantea la "combustión dual", quemando mezclas de fuel-oil y gas metano.

Las calderas de vapor ofrecen una respuesta satisfactoria tanto en las situaciones de superavit de "Boil-Off", como en las de déficit del mismo. Estas razones han sido determinantes en la posición de liderazgo que ocupan las plantas propulsoras de vapor a bordo de los buques LNG.

3.7.2. Utilización del gas natural como combustible

El Código "IGC", en su Capítulo 16, establece los requisitos que deben cumplimentar los buques LNG para la utilización del gas natural como combustible. Entre las distintas disposiciones de seguridad, contenidas en este capítulo, destacaremos de forma abreviada las siguientes:

- El metano, salvo autorización especial, solamente puede ser utilizado en calderas, generadores de gas inerte y máquinas de combustión.

- Las tuberías de alimentación de gas no deberán pasar por espacios de acomodación, espacios de servicio o por estaciones de control. Las tuberías de alimentación de gas podrán pasar por otros espacios cuando se cumplimente alguna de las dos alternativas que se mencionan a continuación:

  – Las líneas de alimentación deben estar constituidas por dos tubos concéntricos y el gas deberá circular por el tubo interior. El espacio entre ambos tubos concéntricos debe estar presurizado mediante gas inerte. Se dispondrán alarmas adecuadas para indicar la pérdida de presión en el espacio existente entre los tubos.

  – La tubería de alimentación de gas será instalada dentro de un conducto provisto de ventilación mecánica, capaz de realizar 30 renovaciones por hora como mínimo y mantener una presión inferior a la atmosférica. Se dispondrán detectores continuos de gas (indicadores de la existencia de fugas) capaces de activar una alarma cuando la proporción de gas alcance el 30% del límite de inflamabilidad inferior (LEI). Estos detectores deberán cortar el suministro de gas a los espacios de máquinas antes de que la concentración del mismo alcance el 60% del límite arriba citado.

- Cada unidad de utilización (calderas) debe estar provista de tres válvulas automáticas. Dos de estas válvulas han de instalarse, en serie, en la línea de suministro de gas, y deben cerrarse automáticamente cuando se produzca alguno de los siguientes eventos:

  – Fallo en la ventilación forzada.
  – Ausencia de llama en el quemador de la caldera.
  – Presión anormal en la línea de alimentación de gas.
  – Fallo en el actuador de la válvula de control.

- La tercera válvula se dispondrá en un tubo de venteo capaz de descargar a la atmósfera, y en lugar seguro, la cantidad de gas existente entre las dos válvulas dispuestas en serie y citadas anteriormente. Dicha válvula deberá abrir automáticamente cuando se produzca alguno de los eventos arriba mencionados.

- Se deberá instalar, fuera de la cámara de máquinas, una "válvula maestra" susceptible de cerrarse desde dentro de dichos espacios. La "válvula maestra" deberá cerrar automáticamente por cualquiera de las siguientes causas:

  – Detección de fuga de gas.
  – Pérdida de presión del gas inerte, o fallo de ventilación en la línea de alimentación de gas.

4 La Gestión Integral de la Calidad

De acuerdo con la concepción actual, y en base a la que subyace en la Norma ISO 8402, podemos definir la Calidad como "el conjunto de cualidades de una entidad que le confieren la aptitud de satisfacer los requerimientos explícitos e implícitos asignados a dicha entidad, obteniendo dichas cualidades al menor coste para la sociedad". Una definición tan generalista, formulada con la pretensión de alcanzar una aplicación universal, requiere una mayor explicación y concreción. Con esta finalidad añadiremos las siguientes precisiones:

- El término "entidad" incluye diversas acepciones tales con las de producto, servicio, proceso, actividad, persona física y persona jurídica (empresa, institución, organismo, etc.).
- Incluye las cualidades tangibles (aptitud para el uso, durabilidad, eficiencia, precio, plazo de entrega, fiabilidad, mantenibilidad etc.), así como ciertas cualidades de carácter intangible (tales como la estética, el prestigio, y la estima).
- Comprende los requerimientos establecidos explícitamente (especificaciones) y los implícitos que, aunque no estén expresamente definidos, se encuentran, de forma inherente, asociados a la entidad.
- La obtención de las cualidades (atributos) asignadas a la entidad debe realizarse de manera que se logre el mayor beneficio agregado posible para todas las personas afectadas.

Esta ambiciosa interpretación del concepto Calidad, en el ámbito de la Industria Marítima, implica, entre otras cosas, lo siguiente:

- Los requisitos relativos a la Calidad afectan, no solamente, a las Entidades vinculadas más estrechamente con la Industria Marítima (el mar, buques, armadores, tripulaciones, fletadores, Organismos Reguladores, Astilleros, Industria Auxiliar, Puertos, Terminales de carga y descarga, Acuicultores, etc.). Afectan también a las menos vinculadas con dicha Industria (Industria Conservera de productos derivados de la pesca, Instituciones Financieras, Compañías de Seguros, Industria Hotelera, Operadores Turísticos, etc.). En resumen, concierne, en mayor o menor grado, a la casi totalidad de los ciudadanos y a un gran número de personas jurídicas.

- Los buques, los Puertos, los Terminales de carga y descarga, los Astilleros, etc., deben ser diseñados, construidos, operados, mantenidos y desguazados de forma tal que los niveles de seguridad, y de impacto medioambiental, se sitúen en rangos admisibles para la Comunidad.

Conjugando el enfoque actual relativo a la **Calidad Total,** y el que emana de la Norma ISO 8402, podemos definir la Gestión de la Calidad como "el conjunto de actividades que se realizan para establecer la política, los objetivos y las responsabilidades relativas a la Calidad, así como las que se efectúan para su planificación, control y mejora continua".

Los responsables de la obtención de la Calidad han de realizar sus actividades (Legislación, diseño, construcción, operación, inspección, etc.) optimizando, en mutua cooperación entre sí, sus recursos físicos y humanos, sus procesos tecnológicos y organizativos, y sus relaciones con proveedores y clientes, para, a igualdad de prestaciones, poder reducir sus respectivos costes y obtener, de esta manera, el mayor beneficio global posible para toda la Sociedad.

Entre los modelos relativos a la Gestión de la Calidad existentes destaca el definido por la Norma ISO 9001:2000. Modelo que ha incorporado gran parte de los principios y de los objetivos de la **Calidad Total.** La utilidad, para cualquier Organización, de un sistema de Gestión de la Calidad basado en este modelo radica en los beneficios que aportan la adhesión, "por convicción", a los principios informadores de su doctrina, el fiel cumplimiento de las obligaciones que de ella se deri-

van y la capacidad para generar la debida confianza de los clientes en dicha Organización. Los principios doctrinales que inspiran la mencionada Norma "se encierran" en los tres mandatos que enunciamos a continuación:

- Decir y planificar, documentadamente, lo que se ha de hacer
- Hacer lo que se dice y planifica, y
- Demostrar lo que se hace.

El primer mandato se instrumentaliza mediante un correcto diseño de la estructura organizativa y documental del sistema de Gestión, activada, y catalizada, mediante el establecimiento de políticas, objetivos y planificaciones orientados al incremento continuo de la eficacia y la eficiencia de la Organización.

El segundo mandato, el más difícil de cumplir, requiere el establecimiento de los procesos productivos más idóneos y la adecuación de las actitudes y aptitudes de todos los miembros de la Organización a los fines y objetivos de la misma. Para moldear las actitudes no existe mejor herramienta que la motivación. Y las aptitudes se logran mediante el concurso del ingenio, la inteligencia, la formación y el adiestramiento. La optimización de los procesos exige un análisis minucioso y profundo de los mismos y la elección de las alternativas más idóneas.

El tercer mandato implica la realización de una serie de actividades de control de la calidad y el registro esmerado de los resultados obtenidos. Las actividades de control de la calidad (revisiones, verificaciones, validaciones, etc.) deben ser aplicadas tanto al producto final como a los productos intermedios y a los procesos productivos.

5.- La Gestión de la Calidad en la Investigación y Desarrollo

5.1. Introducción

En sentido amplio podemos considerar la Innovación como el resultado de un arriesgado proceso, notablemente complejo, que engloba un conjunto de tareas estrechamente interrelacionadas entre sí, y que se extienden desde la concepción de una idea (producto o servicio) hasta la finalización de su ciclo total de vida. Entre las etapas básicas que configuran un proceso de Innovación destacaremos las siguientes:

- Concepción del nuevo producto.
- Investigación y Desarrollo ("I+D").
- Puesta en producción.
- Penetración en el mercado.
- Seguimiento del producto durante su utilización por parte de los usuarios.

5.2. Concepción del nuevo Producto

Esta etapa, de carácter acentuadamente creativo, tiene como objetivo primordial la definición de los requisitos funcionales básicos del producto. La Gestión de la Calidad se fundamenta en el análisis de un conjunto de variables de referencia vinculadas a la estrategia empresarial, al estado de la técnica, a las exigencias y necesidades del mercado e, incluso, al comportamiento de los productos similares existentes ("Benchmarking").

5.3. Investigación y Desarrollo

El amplio abanico de tareas (Investigación Básica, Investigación Aplicada, Desarrollo Tecnológico, Ingeniería, etc.) que constituyen la etapa relativa a la Investigación y Desarrollo, tienen la misión de profundizar en la definición de las características y prestaciones del nuevo Producto y en la determinación de los recursos necesarios para su puesta en Producción. La Gestión de la Calidad debe orientarse hacia la consecución de los objetivos más importantes que caracterizan dicha gestión, tales como la obtención de un adecuado grado de fiabilidad (seguridad, impacto medioambiental, eficacia, eficiencia, facilidad de utilización, mantenibilidad, etc.), la optimización de los costes de fabricación, el logro de la máxima rentabilidad durante el periodo de explotación e, incluso el correcto desguace y reciclaje del Producto.

5.4. Puesta en producción

Esta etapa engloba un conjunto de actividades orientadas a la fabricación, instalación y puesta a punto del producto y requiere, normalmente, un gran esfuerzo inversor en la adquisición de nuevos recursos físicos, humanos y organizativos (proyecto, maquinaria, utillajes, sistemas organizativos, formación, etc.). La Gestión de la Calidad deberá establecer los métodos de control que permitan evaluar la calidad del producto durante las distintas fases constructivas mediante la comprobación de la conformidad del mismo respecto a las Especificaciones de diseño.

5.5. Penetración en el mercado

La viabilidad técnico-económica de un nuevo Producto no resultará factible si no se consigue la aceptación satisfactoria del mismo por parte del mercado. Y la mayor o menor penetración del nuevo Producto dependerá, fundamentalmente, de sus atributos relativos a la calidad, pero también, y en grado relevante, de los esfuerzos realizados en su "marketing".

5.6.Seguimiento del Producto durante su utilización por parte de los usuarios

Estudiando el comportamiento del Producto durante la fase de utilización por parte del usuario, y poniendo especial énfasis en el análisis de la "voz del cliente", se cierra el lazo de realimentación del proceso de innovación y se adquieren datos de capital importancia para instrumentalizar la mejora continua.

5.7. Algunos hitos históricos

Los primeros esfuerzos innovadores, culminados con éxito y conducentes a posibilitar el tráfico marítimo de LNG, se remontan hasta la década de los años 50. En 1959 el *Methane Pioneer* realizó el primer transporte de metano desde EE.UU. (Louisiana) hasta el Reino Unido. Este buque, con una capacidad de carga de unos 5.100 m^3 distribuida en 5 tanques independientes de aluminio y aislados mediante madera de balsa, podía transportar, también, propano, butano y butadieno. En la década de los 60 se inicia una creciente actividad constructora que se centra especialmente en Francia *(Pythagore, Jules Verne),* Reino Unido *(Methane Princess),* Suecia *(Polar Alaska)* e Italia *(Esso Brega).* Este impulso inicial dado a la flota metanera en los años 60 adquiere especial esplendor en la década de los 70. En este periodo histórico se registran los hitos siguientes:

- La incorporación de España a la actividad constructora y explotadora de buques "LNG". Este hito se efectúa, en 1970, mediante la finalización y entrega del buque Laieta, de 40.000 m^3 de capacidad, construido por Astilleros y Talleres del Noroeste, S.A., y con destino a la Compañía Armadora Naviera de Productos Licuados, S.A.

- La impresionante actividad de contratación registrada en esta década y protagonizada, en sus papeles estelares, por General Dynamic, en su astillero de Quincy (Massachussets). La contratación, por parte de esta Corporación norteamericana, entre 1972 y 1976, de una serie de 12 de buques metaneros de 125.000 m^3 de capacidad ha supuesto uno de los retos más arriesgados que se han derivado de una cartera de pedidos.

- Intensificación de las actividades legislativas por parte de la Organización Marítima Internacional (OMI), cuyos principales logros se fundamentaron en la firma de importantísimos Convenios Internacionales, entre los que sobresalen: COLREG 72, MARPOL 73/78, y SOLAS 74/78.

- Aprobación por parte de la OMI, mediante las Resoluciones A328(IX) y A329(IX), de los siguientes Códigos:

  – "Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk" (aplicable a LNG´s construidos después de 1976 y antes de Julio 1986)
  – "Code for Existing Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk" (aplicable a LNG´s construidos antes de 1977)

- El establecimiento de importantes tráficos marítimos de LNG, tales como los siguientes:

  – Libia (Marsa el Brega)-Italia (La Spezia) y España (Barcelona)
  – Brunei (Lumut)-Japón (Negishi/Osaka)
  – Argelia (Skikda)- Francia (Marsella)

- Intensa actividad innovadora, liderada por las Sociedades de Clasificación de mayor implantación en la Industria Marítima, desarrollando e implantando refinados métodos de evaluación de estructuras marinas basados, fundamentalmente, en las técnicas que mencionamos a continuación:

  – Determinación, mediante el Análisis Espectral, de las cargas ambientales aleatorias (olas, viento, corrientes).
  – Determinación de las cargas de origen térmico.
  – Cálculo de las cargas originadas por el "Sloshing".
  – Análisis de estructuras por elementos finitos.
  – Mecánica de fracturas (Estudios de fatiga y de propagación de grietas).

- Intensos esfuerzos en I+D orientados a la mejora de los sistemas de contención de la carga, realizados por diversas Empresas, destacando las que gozan de la protección que otorga la concesión de patentes (Conch, Exxon, Gaz Transport, Technigaz, Kvaerner-Moss, Sener, etc.).

Las brillantes innovaciones implantadas durante el periodo arriba citado se fundamentaron en sólidas bases científicas y tecnológicas, algunas de ellas con marcada base empírica. Los esfuerzos de los agentes innovadores (OMI, Administraciones Estatales y Regionales, Sociedades de Clasificación, Universidades, Empresas, etc.) se centraron, prioritariamente, en torno al atributo más importante de la calidad, o sea, en la seguridad. Y esta preocupación por la seguridad se orientó, con mayor énfasis, hacia la relacionada con los elementos físicos *(hardware)* que componen los sistemas estructurales y de equipamiento de los buques LNG. Este nivel tecnológico ha demostrado satisfactoriamente su validez, atestiguada por los índices relativamente bajos de accidentes registrados a lo largo del dilatado periodo de explotación que caracteriza a este tipo de buque.

Durante la década de los 80, coincidiendo con el espectacular desarrollo experimentado en el campo de la informática, asistimos a un notable incremento de la complejidad de las plantas industriales que afecta, obviamente, a las representadas por los buques metaneros. Paralelamente, y en consonancia con este incremento de la complejidad se observa, en dicho periodo, una fuerte tendencia hacia la integración de los sistemas que constituyen dichas plantas. Estas tendencias han abierto el camino que ha facilitado la expansión de nuevas disciplinas, entre las cuales la Ingeniería de la Disponibilidad ocupa una posición preeminente. Esta área del conocimiento, que integra la Ingeniería de la Fiabilidad con la Ingeniería del Mantenimiento, se muestra particularmente útil en el desarrollo de proyectos novedosos y complejos, especialmente en el campo de la evaluación de riesgos. La Ingeniería de la Disponibilidad utiliza diversos métodos de análisis, mereciendo especial mención los siguientes:

- El Análisis Modal de Fallos, Efectos y Criticidad (AMFEC).
- El Análisis del Arbol de Fallos (FTA).

En la década de los 90 se registra un formidable desarrollo de la electrónica, concretado en los campos de la informática, la automática y las comunicaciones. Continúa la tendencia integradora y el ordenador asume la función de control de numerosas plantas industriales. Se popularizan las aplicaciones *software* y se generaliza el empleo de los sistemas de "Adquisición de Datos y de Control Supervisor" (sistemas SCADA) a bordo de los buques. En sintonía con los avances experimentados en el terreno del *software,* se despierta un inusitado interés por el desarrollo de los Sistemas Organizativos, materializados con la implantación de los sistemas de Gestión de la Calidad, tendentes a la mejora de la eficacia, y de la eficiencia de los recursos humanos de las Organizaciones. Los países más avanzados tecnológicamente toman especial conciencia en torno al hecho de que unos desarrollos tan profundos, como los experimentados en los campos de *hardware* y del *software,* exigen un desarrollo similar en el terreno del "Orgware". Fruto de esta toma de conciencia son los modelos de Gestión de la Calidad basados en las Normas ISO y en el Código ISM ("International Management Code for the Safe Operation of Ships and Pollution Prevention").

5.8. La Innovación en la actualidad relativa a los buques metaneros

En la actualidad se están intensificando las actividades de I+D en el campo de los buques LNG, como consecuencia de las favorables perspectivas de expansión que se observan en esta industria. Las empresas propietarias de patentes relativas al sistema de contención de la carga continúan perfeccionando, a buen ritmo, sus productos y sus procesos.

Los fabricantes de motores diesel están realizando grandes esfuerzos para resolver los problemas (especialmente los referentes a la "combustión dual") que le han impedido, hasta el momento, competir con las plantas de vapor, predominantes casi en condiciones de exclusividad en este terreno. Entre las distintas alternativas que se contemplan, la basada en motores de 4 tiempos quemando fuel–oil y gas metano a baja presión, y configurada en la modalidad de propulsión diesel-eléctrica es la que presenta los mejores augurios. La turbina de gas, alimentadas por gas natural, está alcanzando unas altas cotas en el mercado terrestre a través de la plantas de cogeneración. Pero para posibilitar su aplicación en las plantas propulsoras de los buques metaneros han de superar importantes dificultades, entre las que destacan las relacionadas con la "combustión dual" (especialmente con mezclas de fuel–oil y gas metano). Otra barrera, de notable importancia, a superar por ambas máquinas de combustión interna, es la que radica en el conservadurismo tradicional que la industria marítima demanda. Conservadurismo que, en muchísimas ocasiones, está totalmente justificado al requerir que las tecnologías aplicadas a bordo de los buques hayan alcanzado los grados de seguridad y de madurez exigidos. Grado de seguridad que depende no sólo de la fiabilidad de los activos físicos (estructuras, máquinas, equipos, etc.) sino que depende también, y en un alto grado, de la familiarización de las tripulaciones con las nuevas tecnologías.

Otra línea de Investigación y Desarrollo, que presenta gran atractivo, es la que relaciona la Industria Offshore con la Industria del gas natural por medio de los buques LNG tipo *shuttle.* Por las posibilidades de negocio que puede aportar, y dado que nuestros Astilleros tienen amplia experiencia en el diseño y la construcción de buques del tipo FPLSO y del tipo *shuttle,* consideramos que esta línea de I+D merece ser objeto de la debida atención por parte de las Instituciones pertinentes.

6.- La Gestión de la Calidad durante el proceso de contratación del buque

En el Sector de Construcción Naval, el Contrato puede considerarse como una modalidad de contrato mediante el cual el Astillero asume, ante el Armador, la responsabilidad general, y completa, de entregar un buque "listo para funcionar".

Con esta finalidad el Astillero ha de realizar, coordinar y dirigir una serie de tareas muy diversas entre las que destacamos las siguientes:

- Servicios de Ingeniería.
- Suministro de materiales, equipos e incluso tecnología.
- Fabricación de componentes y sistemas relativos a obras estructurales e instalaciones.
- Montajes y conexionados de los componentes y sistemas.
- Supervisión de las fabricaciones y de los montajes.
- Puesta a punto ("Commissioning").
- Pruebas de entrega.

Hemos de añadir que la Norma ISO 9001:2000 en su apartado 7.2 presta especial atención a las relaciones previas al Contrato y exige que, por parte de las Organizaciones, se realicen los esfuerzos necesarios para determinar, adecuadamente, lo siguiente:

- Los requisitos legales y reglamentarios relacionados con el producto.
- Los requisitos especificados y no especificados pero necesarios para el servicio previsto.
- Los requisitos adicionales definidos por la Organización.

La Norma requiere, por lo tanto, que, por parte de la Organización y antes de adquirir su compromiso contractual, se lleven a cabo las revisiones pertinentes para asegurar:

- Que los requisitos han sido claramente definidos.
- Que se han resuelto las diferencias, contradicciones o ambigüedades existentes en los documentos pre-contractuales.
- Que la Organización tiene la capacidad suficiente para cumplimentar los requisitos definidos.

Como consecuencia de lo anterior, y desde el punto de vista estrictamente técnico, podemos afirmar que las negociaciones pre-contractuales relativas a un buque LNG presentan una gran complejidad por las razones que exponemos a continuación:

- Por la imposibilidad, que existe en la práctica, de disponer, por parte del Armador y del Astillero y durante la fase de negociación del Contrato, de una definición clara y exhaustiva del alcance de todos los requerimientos legales y reglamentarios, así como de los requisitos explícitos e implícitos del Cliente. En esta imposibilidad, fuente de litigios entre Armador. y Astillero, radican, básicamente, las serias dificultades que se presentan a la hora de redactar e interpretar los documentos contractuales.

- La notable dificultad, por parte del Astillero y durante el proceso previo a la firma del Contrato, de conocer, con la precisión y fiabilidad adecuadas, los procesos y los recursos necesarios para realizarlos, incluyendo los relativos a la Industria Auxiliar.

Este grado de complejidad técnica alcanza una especial significación, y presenta caracteres diferenciales, en lo que concierne a la parte criogénica de los buques metaneros. Relevancia, que exige la adopción de un **especial enfoque** en lo que se refiere a la orientación, y tratamiento, de las relaciones que deben regir entre todas las partes implicadas en la contratación y construcción de los buques. Relaciones que deben establecerse y aplicarse en base a una estrecha y mutua c**olaboración y confianza** entre **Armador, Astillero e Industria Auxiliar,** especialmente la relacionada con el s**istema de contención y manejo de la carga.**

Entre los asuntos más importantes a considerar en esta fase destaca el relativo a la elección del sistema de contención de la carga. Elección que ha de realizarse previo acuerdo entre el Armador, el Astillero y la Empresa propietaria de la patente. La decisión adoptada entraña serias repercusiones en las restantes etapas del ciclo total de vida de los buques LNG y en grado relevante a las correspondiente a su diseño y construcción.

7.- La Gestión de la Calidad relativa al diseño

La Norma ISO 9001:2000, en su apartado 7.3, presta especial atención a las actividades relacionadas con el diseño y el desarrollo, estableciendo importantes requisitos relativos a la planificación y al control de dichas actividades. A estos efectos requiere de las Organizaciones la planificación de las siguientes tareas:

- Determinación de las etapas del diseño.
- Definición de las revisiones, verificaciones y validaciones correspondientes a cada etapa.
- Asignación de las pertinentes responsabilidades y autoridades a las distintas funciones implicadas.
- Gestión de las interfases (interrelaciones) entre las funciones vinculadas al diseño.

A efectos de control, la Norma exige la realización de las pertinentes actividades de revisión, verificación, validación y control de las modificaciones, para asegurar que los resultados del diseño, en cada etapa, se adecuan a los requisitos especificados.

En el Sector de Construcción Naval, el esquema secuencial relativo al diseño suele constar de las siguientes fases:

- Diseño Conceptual
- Diseño Básico
- Diseño Funcional
- Diseño de Transición
- Diseño de Desarrollo

El diseño **Conceptual** puede considerarse como un proceso en el que las "entradas" están constituidas por los requisitos fundamentales de la misión encomendada al buque, y las "salidas" las componen la definición de las características principales, y preliminares, relativas a la Arquitectura Naval, (dimensiones principales, peso muerto, capacidad de carga, velocidad, autonomía, etc.), así como las correspondientes a sus sistemas de propulsión y servicios (planta propulsora, planta generadora de energía, etc.). Los resultados obtenidos en esta fase deben permitir la posibilidad de estimar, con razonable aproximación, el coste de construcción y el plazo de entrega del buque, y facilitar los datos necesarios para determinar su factibilidad, la facilidad de su fabricación y la viabilidad económica. Características estrictamente necesarias para poder decidir, en base a dichos datos, el abandono del proyecto o el pase a la etapa siguiente de diseño.

El diseño **Básico** suele contemplarse como un refinamiento de la fase anterior y engloba una serie de tareas orientadas a:

- La determinación de las dimensiones principales definitivas y de las formas óptimas.
- La realización de los cálculos y planos requeridos por la Sociedad de Clasificación.
- La elaboración de los documentos contractuales.
- La revisión de los requerimientos más importantes exigidos al buque (peso muerto, capacidad de carga, estabilidad, etc.).

El diseño **Funcional** tiene como objetivo la definición técnica de todos los componentes que constituyen los bloques estructurales, así como la elaboración de los planos de coordinación necesarios para la gestión de la producción.

- Definición de materiales y equipos.
- Planos de coordinación relativos a la estructura.
- Planos de coordinación relativos a los equipos y servicios del casco.
- Planos de coordinación relativos a los sistemas de correspondientes a la propulsión.
- Planos de coordinación relativos a la instalación eléctrica.

El diseño **de Transición** tiene asignada, como misión principal, la elaboración de la documentación necesaria para las pertinentes autorizaciones por parte de la Administración, la gestión de los pertinentes Certificados así como de la documentación de entrega del buque.

El diseño **de Detalle** tiene encomendada la misión de elaborar los planos constructivos correspondientes a la estructura y el armamento del buque.

A semejanza de los que sucede en otros tipos de buques, las decisiones relativas al diseño de los buques metaneros entrañan importantísimas repercusiones en el producto final. Un fallo en el diseño puede acarrear graves consecuencias en lo que respecta a los resultados económicos del Astillero e, incluso, del Armador. Por lo tanto la Gestión de la Calidad es sumamente necesaria en todas las etapas del diseño. Sin embargo, las actividades relativas a dicha Gestión deben ser objeto de una atención extrema durante las fases correspondientes al Diseño Conceptual y al Diseño Básico. Durante estas etapas se han de realizar tareas de capital importancia, entre las que destacamos las siguientes:

- Elección del sistema de contención de la carga.
- Definición del tamaño, velocidad y "duración de la vida útil" del buque.
- Cálculo de las cargas de diseño.
- Determinación del régimen de "Boil-Off".

En relación con los asuntos antes mencionados añadiremos los siguientes comentarios:

- A igualdad de capacidad de carga, el tipo de sistema de contención seleccionado puede afectar, de forma significativa, a las dimensiones principales del buque y al grado de libertad disponible para la definición de las formas óptimas.

- El tipo de sistema de contención seleccionado puede afectar, también de forma significativa, a los proceso constructivos a realizar y, por lo tanto, a la planificación de las actividades y a los recursos físicos y humanos necesarios para la ejecución de dichos procesos (adaptación del Astillero y de la Industria Auxiliar).

- Los buques LNG se suelen diseñar para atender las necesidades de un tráfico, y de un contrato de fletamento a largo plazo, específicos. Consecuentemente, el tamaño y la velocidad de diseño del buque están estrechamente vinculados a las características de los terminales de carga y de descarga previstos en dicho tráfico, y a las peculiaridades del contrato de fletamento.

8.- La Gestión de la Calidad durante la construcción del buque

8.1. Proceso de construcción de los buques metaneros con tanques independientes esféricos

Existen dos procesos básicos de construcción de este tipo de buques. Uno de los procesos debe su caracterización, esencialmente, al hecho de que los tanques esféricos se construyen, completamente, en talleres especialmente acondicionados para dicha tarea, y con total independencia de las partes restantes del buque. Una vez finalizada la fabricación de las esferas se procede a su traslado e instalación a bordo. En el segundo método el montaje a bordo de las esferas se efectúa por partes. Para la utilización del primer método, y en el caso de grandes buques, se requieren poderosos medios de transporte y de elevación. En el segundo caso no resultan necesarios estos medios pero se incrementan las dificultades de construcción que, casi con toda seguridad, implicarán una disminución de la productividad y un aumento del plazo de entrega.

El proceso citado en primer lugar, y relativo a esferas fabricadas utilizando la aleación de aluminio 5083, consta de las siguientes actividades principales:

- **Actividades previas**
  - Selección de proveedores.
  - Fabricación de materiales.
  - Recepción de materiales.

- **Prefabricación de componentes**
  - Recepción de las planchas y piezas forjadas (anillo ecuatorial).
  - Calentamiento y tratamiento de recocido en horno de las planchas, previos al conformado.
  - Conformado de las planchas en prensas especiales.
  - Enfriamiento de las planchas.
  - Corte a medida y preparación de bordes de las planchas en máquina recanteadora.
  - Sub-ensamble de planchas (2 planchas).
  - Corte a medida, preparación de bordes y conformado de los segmentos que constituyen el anillo ecuatorial.
  - Corte a medida, preparación de bordes y conformado de los segmentos que constituyen la faldilla.
  - Colocación, alineación y soldadura de los segmentos componentes del anillo ecuatorial.

- **Fabricación de las esferas**
  - Preparación de la cama de montaje.
  - Posicionamiento, alineación y soldadura de los segmentos que constituyen la faldilla.
  - Posicionamiento y alineación del anillo ecuatorial.
  - Colocación, apuntado y maquinado de bordes (si se requiere) de los Sub-ensambles "Tropicales" de la semiesfera inferior.
  - Colocación, apuntado y maquinado de bordes (si se requiere) de los Sub-ensambles "Polares" de la semiesfera inferior.
  - Montaje de la parte inferior de la torre de tuberías.
  - Colocación, apuntado y maquinado de bordes (si se requiere) de los Sub-ensambles "Tropicales" de la semiesfera superior.
  - oldadura de los Sub-ensambles.
  - Acoplamiento y soldadura de la faldilla al anillo ecuatorial.
  - Montaje de la parte superior de la torre de tuberías y del domo.

- **Pruebas, montaje del aislamiento e instalación a bordo de las esferas**
  - Traslado de la esfera a la zona de pruebas hidroneumáticas.
  - Prueba hidroneumática.
  - Traslado de la esfera al taller de aislamiento.
  - Instalación del aislamiento.
  - Transporte de la esfera al buque.
  - Instalación de la esfera a bordo del buque.

El proceso de fabricación de las esferas, siguiendo el método descrito, presenta dificultades de considerable entidad y requiere, entre otras cosas, lo siguiente:

- La disponibilidad de un horno de tratamientos térmicos de considerable dimensiones.
- El diseño, fabricación y montaje de prensas especiales para el conformado en caliente de las planchas.
- El diseño, fabricación e instalación de una sofisticada "cama de construcción" y de un gran número de andamiajes, dispositivos especiales y utillaje de notable complejidad.
- Un gran número de máquinas de soldadura "MIG" capaces de soldar con altas intensidades de corriente eléctrica.
- El diseño, fabricación y montaje de una estación de trabajo, de grandes dimensiones, para la instalación del aislamiento.
- La utilización de medios de transporte y de elevación de gran capacidad.
- Una elevada cualificación de los recursos humanos.
- Un riguroso control dimensional.
- Un estricto control de calidad exigiendo la realización de una masiva cantidad de ensayos no destructivos (líquidos penetrantes, radiografías, ultrasonidos, etc.).

8.2. Proceso de construcción de los buques metaneros con tanques tipo membrana

Existen varios procesos básicos de construcción de este tipo de buques que dependen de la patente elegida para el sistema de contención de la carga. Sin embargo podemos manifestar que todos ellos, casi sin excepción, se caracterizan, entre otras cosas, por lo siguiente:

- Los componentes del sistema de contención de la carga se prefabrican en talleres situados, normalmente, fuera del astillero, y por empresas subcontratistas homologadas por los propietarios de las patentes.
- La fabricación e incluso el montaje del sistema de contención no interfiere, sensiblemente, la construcción de la parte convencional del buque.
- Tras la finalización de la construcción de la estructura convencional correspondiente a la zona de carga, puede iniciarse la instalación del aislamiento, de las membranas y los restantes componentes que constituyen el sistema de contención.
- Los pesos a manipular no requieren medios de transporte y de elevación de gran capacidad.
- Las técnicas de soldadura utilizadas (soldadura "TIG" en el caso de membranas de "Invar") están dotadas de un alto grado de automatización.
- Se requiere una elevada cualificación de los recursos humanos.
- Un riguroso control dimensional tanto en lo que se refiere a la parte convencional como a la relativa al sistema de contención.
- Un estricto Control de Calidad (inspección visual, E.N.D.).

El proceso correspondiente a los sistemas de contención con membranas corrugadas de "acero inoxidable", consta de las siguientes tareas principales:

• **Actividades previas**
  – Selección de proveedores.
  – Fabricación de materiales.
  – Recepción de materiales.

• **Prefabricación de los paneles aislantes y de las láminas de la barrera primaria**
  – Prefabricación de los paneles aislantes planos.
  – Prefabricación de los paneles esquineros estándar.
  – Prefabricación de los paneles esquineros específicos.

• **Instalación del aislamiento**
  – Preparación del tanque.
  – Instalación de los anclajes.
  – Instalación de cuñas de nivelación.
  – Instalación de los paneles aislantes secundarios.
  – Relleno de las juntas entre paneles.
  – Instalación de la barrera secundarias.
  – Instalación de los paneles aislantes primarios.

• **Instalación de las láminas de la barrera primaria**
  – Trazado.
  – Colocación de las láminas.
  – Apuntado de las láminas mediante soldadura.
  – Soldadura de los cruces de las láminas en las esquinas.
  – Soldadura continua de las láminas (automática).

• **Instalación de las piezas angulares**
  – Trazado.
  – Colocación de las piezas angulares.
  – Apuntado de las piezas angulares.
  – Soldadura de las esquinas en las piezas angulares.
  – Soldadura continua de las piezas angulares (manual).

• **Verificaciones y Pruebas Finales**

8.3. Control Estadístico de los Procesos

Dadas las peculiaridades de los procesos constructivos descritos anteriormente, consideramos muy recomendable la aplicación juiciosa de las técnicas utilizadas en el Control Estadístico de los Procesos. Tenemos la convicción de que la determinación de los Indices de Capacidad, y el empleo de los procedentes Gráficos de Control (por variables y por atributos), han de contribuir, de forma significativa, a la mejora de la calidad del producto y de los procesos constructivos. El Control Estadístico de Procesos puede ser particularmente útil en la prefabricación de los elementos que componen el sistema de contención de la carga.

8.4. Trazabilidad

En general la **trazabilidad** de los materiales en una obra tan compleja como la que supone la construcción de un buque, no resulta tarea fácil. En el caso de los buques LNG las dificultades se acrecientan de manera sustancial. Una de las causas generadoras de este grado de dificultad tiene su origen en las estrictas exigencias que los Organismos Reguladores y, en especial, los Armadores aplican a los buques mencionados. Otra poderosa razón la origina la gran variedad y número de materiales en los que la **trazabilidad** constituye un requisito especificado y a los que se le someten a rigurosos controles de calidad. Controles de calidad que han ser debidamente acreditados mediante los oportunos Certificados. Por motivos de coherencia la trazabilidad de la mano de obra resulta, lógicamente, otro requisito no menos exigente. Por lo tanto podemos afirmar, sin gran riesgo de equivocarnos, que esta ardua tarea alcanzará cotas muy elevadas en el caso de la parte criogénica, seguida muy cerca por la parte convencional en áreas relacionadas con la estructura (planchas, perfiles, pintado de los tanques de lastre) y la planta propulsora de vapor.

8.5 Adquisición de Equipos de Soldadura. Homologación de Procedimientos de Soldadura. Formación y Homologación de Soldadores

En los Sistemas de contención de la carga se emplean, con profusión, materiales especiales (planchas de aleaciones de aluminio, láminas de "Invar", láminas de acero inoxidable), que han ser ensamblados mediante técnicas de soldadura con las cuales no están suficientemente familiarizados la mayoría de los Astilleros. Otro tanto le sucede a la mayoría de las Empresas Auxiliares de la construcción naval. Por lo tanto estos Astilleros, salvo que subcontraten dichos trabajos de soldadura a Empresas acreditadas, han de liderar un denso y costoso programa tecnológico, apoyado por la Industria Auxiliar, conducente a la adquisición de equipos de soldadura, a la homologación de los procedimientos de soldadura aplicables, y a la formación y homologación de los soldadores necesarios. En relación con este tema hemos de señalar que dicho programa tecnológico debe de contemplar, adicionalmente, los importantes requerimientos que plantean las tuberías y equipamiento del Sistema de manejo de la carga (tuberías de acero inoxidable), y de la planta propulsora (tuberías de aceros al Cr-Mo).

9. La Gestión de la Calidad durante el periodo de explotación del buque

9.1. Peculiaridades operacionales de los buques metaneros

9.1.1. Introducción

Durante su periodo de Explotación, los buques metaneros deben ser operados en condiciones satisfactorias de seguridad. A este fin debe evitarse que puedan producirse mezclas explosivas, tanto en los tanques de carga como en las tuberías y los espacios de aislamiento. Las operaciones relacionadas con la carga se diferencian, sustancialmente, de las practicadas a bordo de los petroleros. Con el fin de describir algunas de sus peculiaridades incluimos, a continuación, unos breves comentarios relativos a la secuencia de operaciones que han realizarse en un ciclo típico que se inicia con la salida del buque del Astillero y finaliza cuando retorna al mismo, u otro Astillero, para reparar o llevar a cabo los Reconocimientos reglamentarios.

9.1.2. Secado

La operación de Secado tiene como objetivo la eliminación de la humedad existente en los tanques. Esta tarea puede ser realizada mediante alguno de los procedimientos siguientes:

• Secado con aire seco.
• Secado con gas inerte generado a bordo del buque.
• Secado con gas inerte suministrado por las Instalaciones de tierra.

9.1.3. Inertado

La operación de Inertado tiene como finalidad la eliminación del oxígeno existente en los tanques y tuberías de carga, así como en los restante espacios asociados a los Sistema de contención y manejo de carga. Al finalizar las tareas de secado con aire los espacios antes citados están ocupados por dicho gas. Para reducir el peligro de explosión, y antes de proceder a la primera carga del buque, tras su salida del Astillero, resulta necesario llevar a cabo la inertización de dichos espacios. El gas inerte puede ser generado mediante los procedimientos siguientes:

• Generando G.I. en un generador de gas inerte especial.
• Mediante vaporización de nitrógeno líquido.

9.1.4. Gaseado

Las tareas de gasificación se realizan después de las de Inertado. Los constituyentes principales del gas inerte son el nitrógeno y el dióxido de carbono. Estos gases no se condensan a la temperatura de transporte del metano, dado que sus temperaturas críticas son inferiores a la mencionada temperatura de transporte. Por lo tanto, deben ser eliminados antes de iniciarse la fase de enfriamiento. El gaseado tiene como objetivo principal la descarga del nitrógeno y del CO_2 existente en el tanque como consecuencia de realización de la etapa anterior. El gaseado puede realizarse mediante alguna de las dos alternativas siguientes:

• Gasificando metano líquido existente en los tanques de carga del buque
• Utilizando gas suministrado por las Instalaciones de tierra

9.1.4. Enfriamiento

Antes de proceder a la carga del buque, los tanques de carga (incluido el aislamiento) deben ser enfriados hasta alcanzar unas temperaturas próximas a la del cargamento (-163º C). La operación de enfriamiento se realiza introduciendo en los tanques LNG pulverizado, y descargando el gas generado mediante algunas de las siguientes alternativas:

• Descarga a las Instalaciones de tierra
• Combustión en la caldera
• Descarga a la atmósfera (si dicha descarga es autorizada por las Autoridades del Puerto)

El enfriamiento debe efectuarse a una velocidad que impida la aparición de gradientes térmicos excesivos y, con ellos, tensiones inadmisibles en el Sistema de contención. La duración del proceso de enfriamiento dependerá, por lo tanto, de la masa térmica de los tanques. Como consecuencia de lo anterior los tanques independientes registran tiempos de enfriamiento considerablemente superiores a los que se registran en los tanques membrana. El enfriamiento finaliza cuando en el fondo del tanque se ha alcanzado una temperatura próxima a la del cargamento, y los gradientes térmicos se encuentran dentro de límites aceptables.

9.1.5. Carga

La carga del metano se realiza a través de las tuberías de llenado. Estas tuberías finalizan en el fondo de los tanques. El vapor generado debe ser extraído a un ritmo tal que evite que la presión en la parte superior de los tanques exceda la presión de tarado de las válvulas de seguridad. Cuando el nivel de líquido en los tanques alcance un valor próximo al máximo nivel permitido, y para reducir el riesgo de que se produzca un rebose, debe disminuirse adecuadamente el ritmo de llenado.

Los gases generados se suelen enviar a las Instalaciones de tierra mediante la correspondiente línea de retorno.

Prestando la debida atención a la estabilidad, trimado y resistencia longitudinal del buque, la operación de carga suele simultanearse con la operación de deslastrado.

9.1.6. Viaje en carga

Durante los viajes en carga se deberá mantener un estricto control de la temperatura y de la presión existente en los tanques. Se realizarán comprobaciones periódicas para determinar el estado de los Sistemas de contención y manejo de la carga, prestando especial atención a lo siguiente:

• Inexistencia de "zonas frías" en los espacios circundantes a los tanques
• Tuberías de alimentación de metano ("Boil-Off") a las calderas.

9.1.7. Descarga

Antes de iniciar la descarga deberán enfriarse las tuberías pertinentes, circulando por ellas un pequeño caudal de LNG. Después de realizar el acoplamiento con las líneas de tierra (de líquido y de gas) se procederá al arranque de las bombas de carga.

Con el fin de mantener la presión en el interior de los tanques dentro de los límites admisibles, se deberá recibir desde las Instalaciones de tierra una caudal de gas metano acorde con el régimen de descarga. En el supuesto de que no sea posible dicho suministro se adoptarán las medidas necesarias para obtenerlo mediante la vaporización de LNG existente a bordo.

Es práctica habitual en cierto número de LNG´s el retener a bordo una cierta cantidad de metano, con el objeto de mantener fríos los tanques y generar el "Boil-Off" necesario para el viaje en lastre. La cantidad retenida a bordo depende de los siguientes factores:

• Duración del viaje
• Tamaño y tipo de los tanques de carga
• Política practicada a bordo respecto a la utilización del "Boil-Off" como combustible

En el caso de que el buque se dirija hacia un Astillero, para reparar o realizar los Reconocimientos reglamentarios, en lugar de hacerlo hacia el puerto de carga, no se retendrá a bordo del mismo la cantidad de LNG antes mencionada.

9.1.8. Viaje en lastre

Durante el viaje en lastre se deberá, también, vigilar las magnitudes que suministran información relativa al estado o condición del Sistema de contención (temperaturas, presiones etc.).

Si el buque se dirige hacia el puerto de carga se mantendrán los tanques a baja temperatura. Esta operación se realiza aspirando metano líquido desde los tanques de carga, mediante las bombas de enfriamiento, y descargándolo a los mismos a través de unos pulverizadores.

9.1.9. Operaciones previas a la entrada en Astillero

En el supuesto de que el buque se dirija hacia un Astillero se procederá a efectuar, secuencialmente, la siguientes operaciones:

• Agotamiento de los tanques de carga
• Calentamiento de los tanques utilizando vapor caliente de metano
• Inertado de los tanques
• Purgado de los tanques con aire (aireación)

El **Agotamiento** de los tanques de carga se realiza con el objetivo de descargar la cantidad máxima posible de metano líquido. El metano no bombeable debe descargarse en estado de vapor durante el proceso posterior (calentamiento), y por lo tanto ralentiza dicho proceso. La operación de agotamiento se efectúa utilizando las bombas de achique/enfriamiento y se facilita mediante un asiento adecuado del buque.

El calentamiento tiene como objetivo el aumento de la temperatura de los tanques hasta alcanzar unos valores próximos a la del ambiente (normalmente 5º C). Esta operación se lleva a cabo circulando en circuito cerrado gas metano. A estos efectos se emplean compresores que aspiran desde los tanques y descargan al fondo de los mismos a través de calentadores y de las líneas de llenado. La temperatura de salida de los calentadores debe ser compatible con el tipo de aislamiento. La operación de calentamiento debe efectuarse simultáneamente en todos los tanques de carga. El exceso de gas metano suele descargarse a las Instalaciones de tierra o quemarse en las calderas.

El **Inertado** tiene la misión de evitar situaciones de explosividad durante el proceso de aireación que se describe a continuación. El gas metano caliente, existente antes de comenzar la inertización, es desplazado desde el fondo del tanque hasta la parte superior. Esta operación se realiza introduciendo gas inerte a través de las líneas de llenado.

La **Aireación** se lleva a cabo introduciendo aire seco por el fondo de los tanques para desplazar el gas inerte hacia la parte superior. El aire se suministra, normalmente, mediante los ventiladores de gas inerte cuya descarga se circula a través de la planta de secado. El gas inerte se suele descargar a la atmósfera mediante un poste de venteo.

9.2 Disponibibilidad, Fiabilidad, Mantenibilidad

A lo largo del transcurso de su periodo de Explotación, los buques metaneros deben de cumplir la misión a ellos encomendada y, consecuentemente, han de mantenerse en condiciones satisfactorias de operatividad durante la dilatada vida útil prevista en los Proyectos. Para satisfacer estos requisitos resulta imprescindible la adopción de las medidas necesarias para alcanzar Indices de Disponibilidad aceptables. Y como la Disponibilidad depende de la Fiabilidad y de la

Mantenibilidad, estas magnitudes deben alcanzar, también, niveles satisfactorios. Una excelente Gestión de la Calidad durante las fases de "I+D", de diseño y de construcción contribuye, de manera sustancial, a la consecución de valores aceptables de Fiabilidad. Esta tarea es condición totalmente necesaria pero no suficiente. Para lograr la condición de suficiencia hay que complementarla con otra excelente Gestión de la Calidad. La que se ha de realizar durante el periodo de Explotación. Tarea que implica, entre otras, la correcta operación del buque por parte de todas las entidades involucradas en el tráfico marítimo, incluidas, obviamente, las Gerencias de las compañías armadoras y las tripulaciones. La Mantenibilidad, como índice identificador del grado de facilidad y de la calidad del mantenimiento, interactúa intensamente con la Fiabilidad, y por consiguiente, merece ser objeto de la atención de las Organizaciones interesadas en la mejora de los niveles de seguridad que conciernen a la Comunidad Marítima.

9.3. La Gestión de la Seguridad y el Código "ISM"

El análisis de los numerosos y graves accidentes marítimos, ocurridos durante las últimas décadas, ha incitado a la Organización Marítima Internacional (OMI) a ampliar su enfoque tradicional relativo a la seguridad marítima, basado, prioritariamente, en la prescripción de requerimientos tecnológicos de los elementos que configuran los sistemas físicos de los buques *(hardware).* Con esta modificación en su estrategia tradicional, la OMI pretende impulsar un nuevo enfoque tendente a la mejora de la seguridad marítima. En este nuevo enfoque se enfatiza el importante papel que desempeña el factor humano en la prevención de accidentes, así como en la minimización de la gravedad de las potenciales consecuencias que de ellos pueden derivarse.

Este cambio, sensiblemente radical, indujo a la OMI a la adopción, en 1993 y mediante la Resolución A741(XVIII), del Código Internacional de Gestión para la Operación Segura de los buques y la Prevención de la Contaminación (Código ISM). En la actualidad el Código ISM está integrado en el Convenio SOLAS 74 (Capítulo IX) y sus disposiciones son obligatorias para los buques LNG´s desde el 1 de julio de 1998. El Código pretende aportar un modelo internacional de Gestión de la Seguridad y de la Prevención de la Contaminación en el ámbito marítimo. Siendo la seguridad y la protección del medio ambiente dos atributos, de capital importancia, de la calidad, podemos considerar a dicho modelo como un desarrollo específico de los Modelos de Gestión de la Calidad y del Medio Ambiente auspiciados por las Normas ISO 9001 y 14001.

El Código ISM obliga a las Empresas navieras a desarrollar, implantar y mantener un Sistema de Gestión de la Seguridad (Sistema SMS) que asegure el cumplimiento de las Reglas y Regulaciones, teniendo en cuenta los Códigos aplicables, las Guías y las Normas recomendadas por la OMI, por las Administraciones, las Sociedades de Clasificación y las Organizaciones de la Industria Marítima.

El Código ISM, que consta de 13 Elementos (Capítulos), está llamado a introducir profundas transformaciones en los campos de la Industria y del Derecho Marítimo. Transformaciones que tendrán repercusiones, cada vez más importantes, en el seno de las Empresas navieras, de las Compañias de Seguros, de las Instituciones Financieras y de los Tribunales de Justicia.

Las Empresas navieras, utilizando como instrumento el "Sistema de Gestión de la Seguridad" (SMS), deben adoptar las medidas pertinentes para:

- Adoptar las previsiones necesarias para implantar las Prácticas operacionales de seguridad requeridas por cada tipo de buque.
- Establecer las salvaguardas requeridas contra todos los riesgos identificados.
- Impulsar la mejora continua en la formación de sus recursos humanos en lo que concierne al propio "Sistema de Gestión de la Seguridad".
- Planificar e instrumentalizar los Planes de Emergencia relacionados con la seguridad y la protección del medio ambiente.

Entre los Requerimientos Funcionales del "Sistema de Gestión de la Seguridad" señalaremos los siguientes:

- El establecimiento de una Política de seguridad y de protección del medio ambiente.
- La definición de los niveles de Autoridad y de Responsabilidad, especialmente los referentes a la "Persona(s) designada" y al Capitán.
- La definición de las líneas y métodos de comunicación entre las tripulaciones y el personal responsable ubicado en tierra.
- La implantación y mejora de los procedimientos necesarios para:

  – Asegurar una operación segura del buque y una operación protectora del medio ambiente, cumplimentando la Legislación internacional y la del país de abanderamiento.
  – Informar, de acuerdo con las disposiciones del Código, sobre los accidentes acaecidos y sobre las "No Conformidades" detectadas.
  – Planificar y responder a las situaciones de emergencia.
  – Realizar, por parte de la Gerencia, las pertinentes revisiones al "Sistema de Gestión de la Seguridad".
  – Llevar a cabo las Auditorias Internas planificadas.
  – Asegurar que se llevan a cabo las tareas de mantenimiento necesarias, y en concordancia con las Reglas y Regulaciones aplicables.
  – Controlar y registrar la documentación relativa al "Sistema de Gestión de la Seguridad", incluidos los Certificados expedidos por las Administraciones y las Sociedades de Clasificación.

9.4. La Gestión de mantenimiento

Tal como hemos comentado anteriormente, el grado de mantenimiento de un buque contribuye, de forma determinante, en los niveles de seguridad, de protección del medio ambiente y de la disponibilidad. El Indice de Disponibilidad afecta también de forma significativa a los ingresos durante la explotación del buque. Por otra parte hemos de tener presente que los costes de mantenimiento representan un alto porcentaje de la totalidad de los costes de explotación, y por lo tanto, ejercen una notable influencia en los Cuenta de resultados. Consecuentemente, se han de realizar los máximos esfuerzos para reducir los costes de mantenimiento, sin menoscabo alguno en lo que respecta a los niveles exigidos de seguridad y de protección al medio ambiente. Resulta, pues, de suma importancia la optimización de la Gestión del mantenimiento. Optimización que debe realizarse mediante la inteligente aplicación de las diversas técnicas, prácticas y procedimientos que nos brinda la Terotecnología Naviera, incluidas, y con carácter prioritario, las establecidas por las Administraciones y las Sociedades de Clasificación.

En la actualidad se utilizan diversos tipos de mantenimiento. Cada uno tiene sus ventajas y sus inconvenientes en función del contexto en el que se apliquen. Entre los diferentes tipos existentes el más frecuentemente empleado a bordo de los buques es el que corresponde la modalidad denominada "Mantenimiento preventivo basado en el tiempo" (conocido tambiñen bajo las denominaciones de "Mantenimiento programado" y "Mantenimiento sistemático"). Esta modalidad impulsada tradicionalmente por los Organismos Reguladores presenta relevantes ventajas respecto a las restantes. Pero también presenta, en numerosos casos, notables inconvenientes. Inconvenientes que radican fundamentalmente en lo siguiente:

- En el hecho de que la periodicidad de las acciones de mantenimiento se suelen basar en la hipótesis, notoriamente incorrecta, que considera que el "Tiempo medio entre fallos" (MTBF) es constante.
- En la dificultad que entraña la determinación de la periodicidad más adecuada de las intervenciones de mantenimiento
- En el excesivo número de desmontajes y posteriores montajes que, con frecuencia, origina.
- En el incremento de la probabilidad de causar daños a los activos (máquinas, equipos etc.), durante la realización de las operaciones citadas en el apartado anterior.

Hemos de añadir, sin embargo, que los inconvenientes que se derivan de esta modalidad de mantenimiento pueden reducirse o eliminarse, mediante la experiencia y/o el trabajo diligente y realizado con destreza. Sin embargo existen ocasiones en los que el "Mantenimiento preventivo basado en la condición", e incluso el "Mantenimiento correctivo", pueden resultar ventajosos. Por lo tanto para obtener un alto grado de Calidad en el mantenimiento se ha de aplicar a cada activo, y en ciertos casos a cada uno de los componentes de dicho activo, el

tipo de mantenimiento más idóneo. Esta metodología se aplica en las modernas tendencias de gestión que se observan en la actualidad, tales como la que se conoce con la denominación de "Mantenimiento centrado en la fiabilidad" (RCM).

La Gestión del "Mantenimiento centrado en la fiabilidad" (RCM) tiene como objetivo la optimización del mantenimiento, asegurando la disponibilidad y la seguridad, al menor coste posible. El RCM establece una clasificación de los activos, en función de su importancia en relación con la seguridad, el impacto medioambiental y las repercusiones económicas que pueden derivarse de su indisponibilidad operacional. A continuación analiza los aspectos funcionales de dichos activos, investigando lo siguiente:

- La criticidad de los fallos potenciales respecto a la seguridad, el impacto medioambiental y la indisponibilidad o peracional.
- Las posibilidades de detección de los fallos y la degradación del activo.
- Las características de los fallos

Resultan particularmente útiles, a este fin, la utilización las siguientes técnicas de Análisis y de Diagnóstico:

- El "Análisis Modal de Fallos, Efectos y Criticidad" **("AMFEC")**
- El "Análisis del Arbol de Fallos" **("FTA")**
- Los "Sistemas Expertos"

Realizados los Análisis antes citados, y utilizando Logigramas adecuados, se puede determinar, en un gran número de casos, el tipo de mantenimiento más idóneo para cada activo.

En un importante número de casos pueden resultar conveniente, desde el punto de vista de la seguridad y de la rentabilidad, el empleo de eficaces técnicas de "Mantenimiento preventivo basado en la condición", tales como las que mencionamos a continuación:

- Análisis espectral de vibraciones
- Análisis de aceites
- Termografía

Dada la complejidad e importancia del mantenimiento en los buques metaneros, consideramos esencial el empleo, a bordo de estos buques, de las modernas aplicaciones informáticas relativas a la "Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador" (GMAO).

10.- Conclusión

El gas natural es una Fuente de Energía **"No Renovable"** que merece ser objeto de un aprovechamiento óptimo en beneficio de la Humanidad. Los gasoductos no resuelven, totalmente, el problema de transporte desde los yacimientos hasta las zonas de consumo. Existe, pues, un atractivo nicho de mercado reservado a los buques LNG, que debe ser foco de la atención de nuestros Astilleros y de nuestras Empresas navieras. Los buques metaneros, de naturaleza muy compleja y con un contenido tecnológico muy alto, comportan serios riesgos relativos a la seguridad, y a los rendimientos de los cuantiosos recursos de capital que han de movilizarse durante su ciclo total de vida.

Para hacer frente a los desafíos que imponen estas complejas obras de Ingeniería se requieren, de los profesionales de la Industria Marítima, grandes dosis de ingenio, inteligencia, formación, adiestramiento, experiencia y capacidad para asumir riesgos. La Gestión de la Calidad contribuye, de forma eficaz, a la potenciación de las capacidades del ser humano, a la mejora de los procesos, incluidos, evidentemente, los relacionados con los aspectos organizativos. Los buques metaneros, por su naturaleza y su arriesgada vida surcando los mares, **demandan una excelente Gestión de la Calidad que implica, lógicamente, una excelente calidad en la gestión.**

11.- Bibliografía

[1] OMI "International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (**"IGC"** Code)" (LNG´s construídos después del 30 de Junio de 1986).

[2] Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (LNG´s construídos después de 1976 y antes de Julio 1986)

[3] Code for Existing Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (LNG´s construídos antes de 1977)

[4] D.S. Aldwinckle, R.V. Pomeroy; "Reliability and Safety Assesment Methods for Ships and Other Installations". Lloyd´s Register of Shipping, 1983

[5] R.A. Goodman; "Lloyd´s Register Aproach to Ship Safety". Lloyd´s Register of Shipping, 1983

[6] R.S.W. Allen; "Impact and Importance of Availability Engineering Technology in the Improvement of System Safety and Commercial Perfomance". Lloyd´s Register of Shipping, 1993

[7] McGuire and White; "Liquefied Gas Handling Principles On Ships and in Terminals". Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGITTO)

[8] O. J. Geisler, H.W. Rulfs; "Research investigation of the combustion of heavy fuel, natural Gas and hydrogen in marine diesel engines". ICMES, 1993

[9] P. T. Veliotis; "A Solution to the Series Production of Aluminium LNG Spheres". SNAME Transaction, 1977

[10] International Association of Classification Societies; "Requirements Concerning Gas Tankers". IACS Req., 1999

[11] J.Mª Alcantara; "El Código ISM y sus implicaciones en el Derecho Marítimo Privado"; Ingeniería Naval, Junio 1999

[12] J. Panadero Pastrana, J. I. de Ramón Martínez; "Terotecnología Naviera". Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales

[13] A. L. Sodal, J. Henriksen; "Nueva Tecnología para la carga offshore de LNG desde un FPLSO a un buque LNG shuttle".Ingeniería Naval, Febrero 2000

Conclusiones del programa especial de medición de vibraciones realizado en el buque *"Super-Fast Levante"* (*)

Pedro Cerrada Trullenque, Ingeniero Naval (1)
José María Soriano Gómez, Ingeniero Naval (1)
Publio Beltrán Palomo, Ingeniero Naval (2)
Alvaro Pérez Alarcón (2)
Gonzalo Pérez Gómez, Doctor Ingeniero Naval (3)
Juan González-Adalid García-Zozaya, Ingeniero Naval (3)

(1) Unión Naval Valencia, S.A.
(2) T.S.I., S.L.
(3) SISTEMAR, S.A.

(*) Trabajo presentado en las XXXIX Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval, celebradas en Cádiz durante los días 24 y 25 de mayo de 2001

Indice

Resumen/*Summary*
1.- Introducción
2.- Aspectos más destacables del proyecto del *Super-Fast Levante*
3.- Descripción de los programas de mediciones realizados
4.- Presentación de los resultados más relevantes de las mediciones
5.- Acción que una hélice CLT ejerce sobre el fluido que le rodea
6.- Cálculo de la distribución de presiones sobre una sección anular genérica de una hélice CLT en la condición de diseño.
7.- Errores habituales cuando se realizan ensayos de cavitación con hélices CLT y modo de subsanarlos
8.- Conclusiones finales
9.- Bibliografía

Resumen

El *Super-Fast Levante* es un buque Roll-On/Roll-Off de 139,5 m de eslora entre perpendiculares con dos líneas de ejes que accionan hélices CLT de palas orientables instaladas en núcleos LIPS y una planta propulsora de 34.272 BHP.

En el diseño de las palas CLT se incorporaron las conclusiones más avanzadas que Sistemar había deducido en relación con este tipo de palas, llegándose a una relación área disco de 0,48, considerada por algunos totalmente desacertada hasta el punto de augurar unos niveles de vibraciones totalmente nefastos.

El comportamiento del buque tanto en lo referente a los niveles de ruidos y vibraciones como en lo que respecta a la velocidad es excelente.

Con la finalidad de conocer la influencia de la cavitación desarrollada sobre las palas CLT en los niveles de vibraciones, Unión Naval Valencia encargó a la firma española T.S.I. la realización de un programa especial de medición de vibraciones en diferentes puntos de la estructura, prestando especial atención a las zonas del pique de popa situadas encima de las hélices, y al local del servomotor.

Del estudio realizado se deduce que los niveles de vibraciones y de ruidos no sólo han sido inferiores a los exigidos en las normas ISO 6954 sino que además, pueden calificarse de excelentes.

Del programa especial de medición de las vibraciones en el fondo del buque, en las inmediaciones de la hélice, se concluye también que el segundo armónico de la frecuencia de pala de la hélice se presenta muy esporádicamente y que su influencia en las velocidades de vibración en diversos puntos estructurales es muy inferior a la correspondiente del primer armónico.

Las participaciones de los armónicos 3º y 4º son aún menos relevantes.

En el trabajo se describen en detalle los programas de mediciones que se han realizado y asimismo, se ponen de manifiesto los errores en los que se incurre cuando se trata de predecir el comportamiento de una hélice CLT utilizando procedimientos de cálculo únicamente válidos para hélices convencionales, y cuando se realizan ensayos de cavitación con hélices CLT siguiendo criterios convencionales.

Summary

"Super-Fast Levante" is a Roll-On/Roll-Off ship of 139.5 m of length between perpendiculars with two shaft lines driving CLT cp-propellers fitted on LIPS hubs and with a propulsion plant of 34,272 BHP.

The most updated conclusions from SISTEMAR on the design of CLT blades have been incorporated and a blade area ratio of 0.48 was adopted; this figure was considered by other designers as completely wrong and very high levels of vibrations were predicted by those designers.

The performance of the ship with regard both to noise and vibration levels as well as the ship speed are excellent.

With the aim to know the influence of the cavitation developed on the CLT blades over the vibration levels, UNION NAVAL VALENCIA ordered to the Spanish Company T.S.I. to conduct a special program of vibration measurements in different points of the structure, paying special attention to the stern post areas located above the propellers, and also on the steering gear room

From the study carried out it is deduced that vibration and noise levels have not only been lower than those requested by ISO 6954 rules but furthermore, they can be qualified as excellent.

From the special program of measurements vibrations, in the bottom of the ship in a region close to the propeller, it is also concluded that the second harmonic of the propeller blade frequency appears very sporadically and that its influence in the vibration velocities in different structural points is much lower than the one corresponding to the first harmonic.

The participations of the 3rd and 4th harmonics are even less relevant.

In the paper the measurements programs which have been conducted are described in detail, and likewise, the mistakes made when it is pretended to predict the performance of a CLT propeller using the traditional procedure (just valid for conventional propellers) are highlighted as well as the mistakes introduced when the cavitation tests with CLT propellers are carried out following the criteria used for conventional propellers.

1.- Introducción

El diseño y construcción de un buque Ro-Ro de las características del *Super-Fast Levante* únicamente resulta factible si se dispone de la tecnología adecuada y de una experiencia tan extensa como posee UNV en buques ferries, Ro-Ros, de crucero, etc.

Aunque merecen ser destacadas numerosas características de este excelente buque, no obstante, la finalidad del presente trabajo es divulgar las conclusiones que se han obtenido del programa especial de medición de las vibraciones de casco que se ha realizado durante las pruebas de mar de este buque.

La colaboración entre UNV y Sistemar data de 1994, con ocasión de la construcción por UNV del buque *Mar Almudena* para W.W. Marpetrol, en el que se instalaron palas CLT, que contribuyeron al excelente comportamiento de este buque.

En Referencia 1 se informó del acuerdo de colaboración alcanzado entre UNV y Sistemar, tras el éxito del buque *Mar Almudena.*

Con posterioridad, UNV instaló hélices y palas CLT en otros tipos de buque siempre con resultados satisfactorios en los niveles de vibraciones y ruidos y en las velocidades alcanzadas.

Los efectos de escala que afectan al comportamiento de las hélices CLT, así como la hostilidad inicial que se encontró en algunos de los canales de experiencias más conocidos, forzaron a Sistemar a realizar los proyectos de las hélices o palas CLT mediante un procedimiento de cálculo directo, sin recurrir a la vía experimental.

En la actualidad son más de 250 las hélices proyectadas por Sistemar utilizando dicho procedimiento.

En el caso del buque que nos ocupa, se realizaron ensayos en el Danish Maritime Institute con hélices de stock para conocer el comportamiento esperable del buque con hélices de paso controlable convencionales. Dichos ensayos sirvieron de base para realizar el diseño de las palas CLT que incorpora este buque, pero no se realizaron ensayos con modelos de las hélices CLT ni de propulsión ni de cavitación debido a las consideraciones que se presentan en el Capítulo 7.

La cooperación de Cía. Trasmediterránea y Sistemar data de 1992, fecha en la que Sistemar recibió el pedido para realizar el diseño de las palas CLT del buque Ro-Ro "*Ciudad de Alicante*", que tiene una instalación de paso variable suministrada por LIPS.

Una vez comprobado el éxito del comportamiento de las palas CLT, Cía. Trasmediterránea instaló palas CLT en los buques gemelos de la misma serie "*Ciudad de Cádiz*" y "*Ciudad de Burgos*".

En estos buques se consiguió, a velocidad constante, una reducción en el consumo de combustible no inferior al 8% y una eliminación drástica de los niveles de vibraciones existentes.

En 1995, Cía. Trasmediterránea encarga a Sistemar el diseño de unas hélices CLT de paso fijo para su hidrofoil *Barracuda.*

En Referencia 2, Rafael Boeta, antiguo Director de Flota, ya fallecido, de Cía. Trasmediterranea, publicó las mejoras que se habían conseguido en dicho hidrofoil tras la instalación de las hélices CLT.

Naturalmente, también se instalaron hélices CLT en los buques gemelos de esta serie.

Todas las hélices que se han mencionado se diseñaron mediante cálculo directo, sin efectuar ningún programa experimental.

Cuando se firmó el contrato de construcción del *Super-Fast Levante* y una vez terminado el proyecto de las palas CLT por parte de Sistemar, el fabricante del equipo de paso variable procedió a predecir el comportamiento de las palas CLT utilizando un procedimiento de cálculo únicamente válido para palas convencionales, llegando a conclusiones erróneas. Dichas conclusiones fueron expuestas de un modo imprudente ante Cía. Trasmediterránea, pronosticando un comportamiento global calamitoso de las palas CLT, en todos los aspectos (velocidad, ruidos, vibraciones, etc.).

Por otra parte, las conclusiones erróneas de la extrapolación de unos resultados experimentales de propulsión y cavitación realizados por MARIN con modelos de palas CLT proyectados para el ferry de Cía. Trasmediterránea que estaba construyendo el astillero Hijos de J. Barreras, hicieron que se descartasen las palas CLT en estos buques, contribuyendo este hecho a sembrar la alarma con respecto al comportamiento que podía esperarse de las palas CLT que se habían instalado en el *Super-Fast Levante.*

Ante esta situación, UNV adoptó la decisión de realizar un programa especial de medición de vibraciones encaminado a analizar las características de las fuerzas de presión excitadas por las hélices CLT.

Por otra parte, UNV venía cooperando con T.S.I. desde hacía años, tanto para predecir en la fase de proyecto el comportamiento dinámico de sus prototipos como para efectuar mediciones de vibraciones a plena escala durante las pruebas de mar de sus prototipos, y conocía la alta especialización de T.S.I. en resolver los problemas dinámicos que podían presentarse en cualquier tipo de buque.

La situación que se ha descrito contribuyó a que UNV encargase a T.S.I. adicionalmente al programa de medición de los niveles de vibraciones en el buque, la realización de un programa especial de medición de vibraciones en las inmediaciones de las hélices de acuerdo con el protocolo sugerido por TSI descrito en el apartado 3 del presente trabajo, con la finalidad de poder juzgar con la máxima precisión la influencia que podría tener la cavitación desarrollada sobre las palas CLT en las fuerzas de presión excitadas por las hélices sobre el casco del buque.

Las circunstancias que se han descrito justifican que la finalidad del presente trabajo sea poner de manifiesto que el comportamiento de las palas CLT ha sido tan satisfactorio como se podía esperar, teniendo en cuenta los antecedentes favorables del comportamiento de las anteriores hélices conocidas por UNV y Cía. Trasmediterránea, y que por lo tanto las palas CLT no han desmerecido la excelente calidad del buque. Por otra parte, esta conclusión se ha podido poner de manifiesto gracias a la tecnología sumamente avanzada desarrollada por T.S.I.

2.- Aspectos más destacables del proyecto del *Super-Fast Levante*

2.1. Generalidades

El 29 de marzo del 2001 se procedió en Barcelona a la firma de la entrega del buque S*uper-Fast Levante,* última adquisición de la Compañía Trasmediterránea para aumentar la capacidad de transporte de carga rodada entre la península y el archipiélago Canario.

El buque dispone de 2.000 metros lineales de calle de 2,9 m de ancho. Dispone a su vez de una cubierta entrepuente fija para el transporte de coches con una capacidad de 117 unidades.

El *Super-Fast Levante*, como se ha mencionado, es un buque diseñado para el transporte de carga rodada. Dispone para ello de cuatro cubiertas de carga comunicadas con la cubierta principal a través de rampas fijas excepto el acceso a la cubierta entrepuente que dispone de una rampa móvil capaz de desplazarse a su posición de estiba con seis unidades sobre ella.

El acceso al buque desde el muelle se realiza a través de dos rampas-puertas de popa que han sido diseñadas para poder acceder a los distintos puertos de las Islas Canarias.

El buque está propulsado por cuatro motores de velocidad media que a través de dos reductores, con toma de fuerza, accionan dos líneas de ejes con hélices CLT de paso variable que permiten alcanzar en la condición contractual de diseño en condiciones de servicio (margen de mala mar del 15%) una velocidad de 22,3 nudos, que confirma el nombre que la compañía armadora le puso.

El buque está diseñado estructuralmente de tal forma que, en cualquier momento, el Armador puede añadir otra cubierta de carga sobre la cubierta superior o de intemperie.

Tabla 1.- Características principales

Eslora total	157,96 m
Eslora entre pp	139,50 m
Manga de trazado	25,20 m
Manga máxima	29,20 m
Puntal a Cta principal	8,40 m
Puntal a Cta Superior	16,60 m
Calado de proyecto	6,50 m
Calado de escantillonado	7,20 m
Peso muerto al calado de proyecto	7.666 t
Peso muerto al calado de escantillonado	9.925 t
Arqueo	17.530 GT
Capacidad de trailers	102 unidades
Capacidad de plataformas Roll.Lift	21 unidades
Capacidad de coches	117 unidades
Capacidad de lastre	4.048 m^3
Capacidad de HFO	1.400 m^3
Velocidad en pruebas (74% MCR)	22,0 nudos
Tripulación mínima	15 hombres
Habilitación	23 tripulantes
	+ 12 conductores

En las figuras 1 y 2 se presentan las predicciones de velocidad realizadas por el DMI (Danish Maritime Institution) correspondientes a las hélices convencionales y CLT en las condiciones de proyecto y de lastre. En dichas figuras se han representado también las conclusiones obtenidas por el DMI de los resultados de las pruebas de velocidad del buque.

2.2. Espacios y medios de carga

Como se ha mencionado, el buque dispone de cuatro cubiertas de maniobra, estando la estructura del mismo preparada para añadir una cubierta más. La capacidad total de carga es:

- Camiones de 15 m 102 unidades
- Plataformas Roll. Lift 21 unidades
- Coches 117 unidades

En los costados del garaje se han instalado enchufes considerando que el 100% de los camiones son trailers frigoríficos.

El equipo de acceso y estiba de carga está proyectado para trabajar según los siguientes criterios:

- Escora máxima de 2º.
- Asiento máximo de 1º.
- Cargas uniformes: las mismas que las cubiertas a las que accede el vehículo, 4 t/m^2, la rampa móvil de acceso a la cubierta entrepuente de coches está dimensionada para realizar la operación de estiba con seis choches sobre ella.

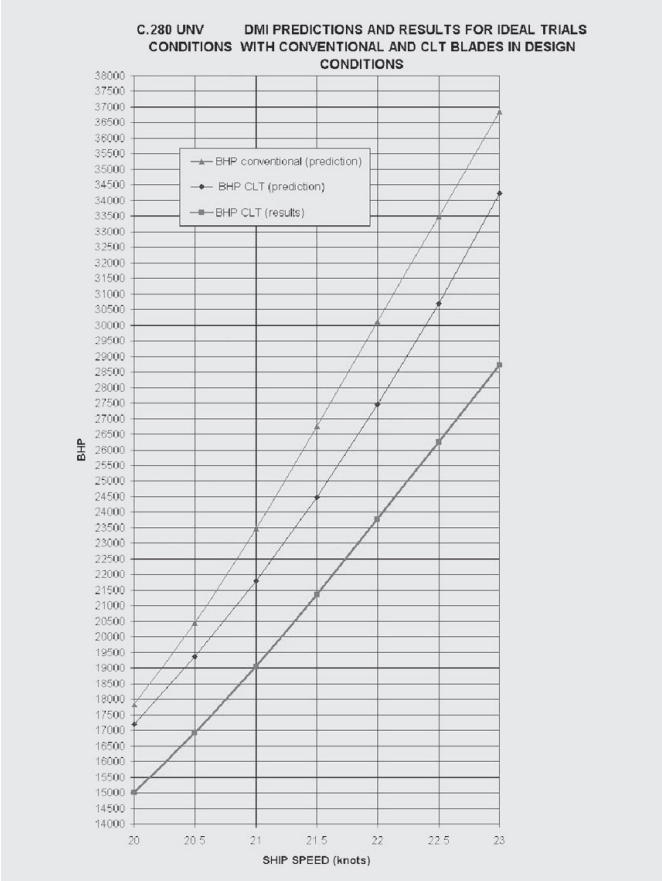


Figura 1.- Predicciones y resultados obtenidos en la condición de diseño (Danish Maritime Institution)

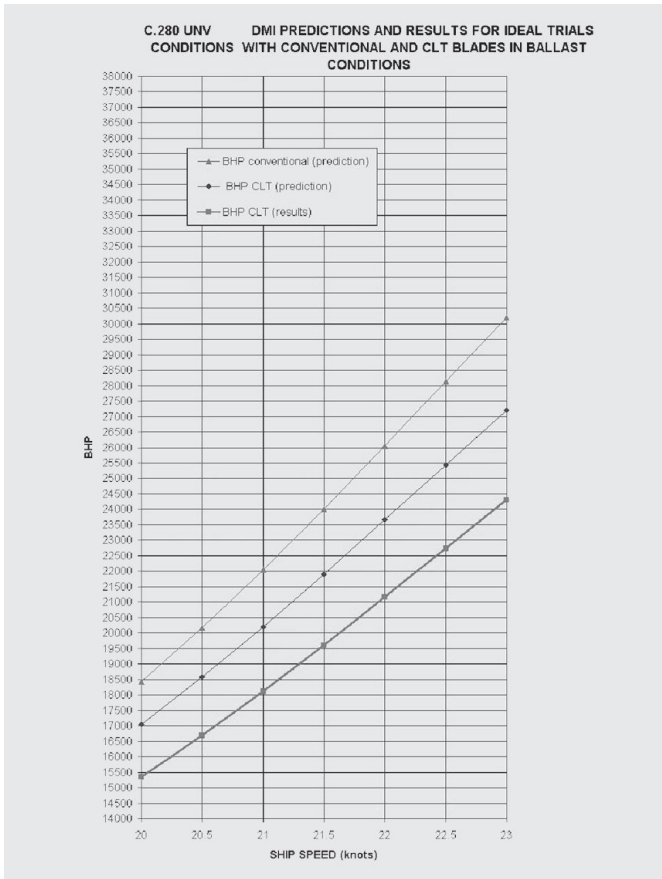


Figura 2.- Predicciones y resultados obtenidos en la condición de lastre (Danish Maritime Institution)

El equipo consta de los siguientes elementos:

- Dos rampas de popa, embisagradas a cubierta principal, formadas por dos unidades de 14.000 mm x 8.600 como sección principal y rampillas de 2.000 mm, con un tiempo de apertura de 4 minutos por rampa. El movimiento de las mismas se realiza mediante un sistema hidráulico con cilindros, disponiendo de cables de seguridad para situaciones de resaca. En posición abierta apoyada puede soportar el tránsito de dos camiones de 48 t ó uno de 65 t, ya que puede cargar las plataformas Roll. Lift. Los ángulos de inclinación de las rampas se limitan a más/menos siete grados sobre la horizontal.

  En posición de cerrada, la rampa queda trincada por medio de dispositivos hidráulicos, que le fijan fuertemente contra el marco en el buque, el cual está dotado de junta de goma que permite la estanqueidad total. Además, como seguridad durante la navegación, se dispone una trinca a cada banda, que fija las rampas contra los topes de apertura.

  Las rampas se maniobran desde dos paneles situados en el tronco estructural que separa ambas rampas, permitiendo visualizar en todo momento el movimiento de las rampas. Las rampas disponen de finales de carrera que indican en todo momento la situación de las rampas en el puente, como así se requiere por el SOLAS.

- Tapa pivotante estanca en cubierta principal. Cubriendo el hueco que existe en la cubierta principal sobre la rampa fija de acceso a la bodega de doble fondo, se dispone de una tapa embisagrada a dicha cubierta en su costado de babor y que cierra de forma enrasada, estancando perfectamente dicho hueco, cuando está en posición horizontal. Dicha tapa, dada su longitud (40.500 x 3.200 mm) está dividida en dos secciones. En su posición cerrada, forma parte de la cubierta principal y por tanto admite las mismas cargas que dicha cubierta.

  La apertura y cierre de la tapa se efectúa por cilindros hidráulicos de doble efecto, dos por sección, actuando directamente entre la tapa y la brazola longitudinal de babor. El tiempo de maniobra de cada sección está establecido en tres minutos, excluyendo el trincado.

- Rampa móvil entre cubierta principal y cubierta entrepuente. Para acceder al entrepuente fijo situado en la zona de proa, se dispone de una rampa embisagrada en su extremo de proa que puede izarse hasta la posición horizontal cargada con seis coches. La rampa está formada por una estructura entrecruzada sobre la que se apoyan rejillas de acero galvanizado, que forman la superficie de rodadura de los automóviles.

  La rampa se desplaza hasta su posición horizontal por medio de aparejos con cables y poleas, conectados a un cilindro hidráulico. El tiempo requerido para realizar el movimiento completo es de dos minutos.

- Puerta de acceso a cubierta superior. Cerrando el acceso de la rampa fija a la cubierta superior se dispone de una puerta estanca formada por una sola hoja que abre hacia el exterior y hacia arriba. En su posición de abierta permite el paso de los vehículos que transitan por la rampa. La puerta tiene unas dimensiones de 4.600 x 3.200 mm. La apertura y cierre de la puerta se efectúa por dos cilindros hidráulicos de doble efecto, actuando horizontalmente entre la estructura del buque y la puerta, empleando un tiempo de un minuto en todo su movimiento. El accionamiento de la puerta se realiza desde la cubierta superior en un panel situado en las proximidades de la misma puerta.

Para el servicio de todos los equipos mencionados se dispone de dos centrales hidráulicas:

- Una central triple se utiliza para las rampas de popa y la tapa pivotante, de forma que siempre se mantenga una bomba de reserva, utilizándose las otras dos.
- Una central doble presta servicio a la puerta del tambucho y a la rampa móvil, con una bomba de reserva.
- También se dispone de una central portátil de emergencia que se puede conectar a cualquiera de los elementos a manipular.

Las rampas de popa disponen de un sistema de maniobra de emergencia que permite tanto su apertura como su cierre con ayuda de un sistema de poleas y cables con ayuda de la maquinaria de cubierta de popa. La tapa pivotante sobre la cubierta principal, así mismo dispone de un sistema de emergencia con ayuda de unos polipastos que se ubican sobre soportes bajo la cubierta superior convenientemente reforzada.

2.3. Propulsión y maniobra

El *Super-Fast Levante* está propulsado por cuatro motores de velocidad media, suministrados por Wärtsilä NSD, modelo 6L46C, cada uno de los cuales proporciona una potencia de 6.300 kW a 500 rpm. Los motores han sido suministrados para funcionamiento con combustible pesado y dotados de todos sus accesorios como turbosoplantes, filtros de combustible y lubricante, silenciosos de gases de escape, sistemas de seguridad y control del motor y otros.

Wärtsilä NSD, ha suministrado toda la propulsión desde los motores hasta la línea de ejes, supervisando en todo momento la puesta a punto del sistema de propulsión.

Las líneas de ejes de este buque están accionadas a través de un reductor con embrague principal Reintjes, modelo DLGF-7790 de doble entrada, con relación de reducción 3,166:1. Cada reductor dispone de toma de fuerza secundaria sin embrague de 1.600 kW a 1.500 rpm. Este PTO es de tipo secundario, de tal forma que puede funcionar independientemente de que esté cualquiera de los dos motores embragados o los dos.

Las líneas de ejes, casquillos y cierres de bocina, así como las hélices de paso variable con su mecanismo hidráulico de variación de paso son suministro de LIPS, siendo las palas del tipo CLT diseñadas por Sistemar y construidas por Navalips-Cádiz (figura 3).

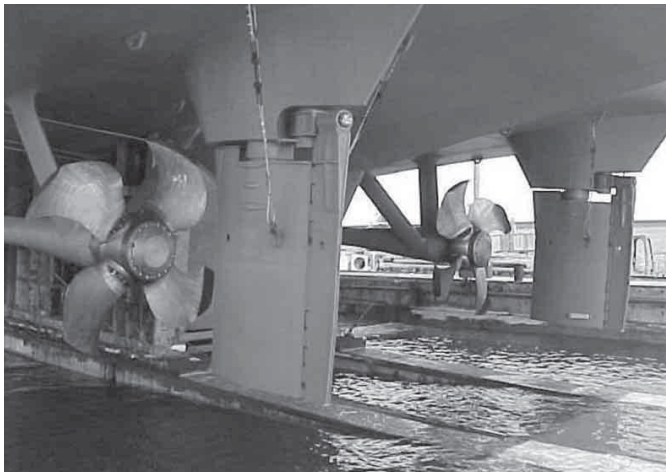


Figura 3.- Hélices CLT instaladas en el buque *Super-Fast Levante*

Los servotimones son electrohidráulicos de pistones, con un par aproximado de 425 kN.

El buque dispone de dos hélices transversales de proa, de paso variable y accionamiento eléctrico de 1.000 kW cada una que, junto con la disponibilidad de accionamiento de los timones de forma independiente, hacen que el buque tenga una maniobrabilidad digna de destacar y apreciada en las diferentes pruebas de mar que se han realizado.

2.4. Maquinaria auxiliar

El sistema de generación de energía eléctrica está formado por dos motores auxiliares más dos alternadores de cola. Los dos generadores de cola son trifásicos, síncronos, autoexcitados y sin escobillas, para ambiente marino y con regulación de voltaje, de 1.600 kW a 1.500 rpm Además el buque dispone de dos motores auxiliares, suministrados al igual que la propulsión, por Wartsilä NSD, tipo 9L20, de 1.485 kW a 1.000 rpm, preparados para quemar HFO de viscosidad 380 cSt a 50 ºC, con alternadores de 1.420 kW.

El grupo de emergencia está formado por un motor de 363 kW a 1.500 rpm, refrigerado por A.D., y un alternador, cuya potencia permite mover una línea propulsora con un solo motor.

El *Super-Fast Levante* dispone de un sistema de corrección de escora durante las maniobras de carga y descarga de camiones, que le permite corregir la escora que en cualquier momento se pueda producir durante dichas maniobras. El grado de corrección es de 2º por minuto, que permite agilizar considerablemente las maniobras de carga y descarga y por tanto reducir los tiempos de estancia en puerto.

2.5. Automación y control

El buque tiene la cota de automación AUT-PORT, de máquina desatendida en cualquier momento, permitiéndose toda la secuencia de puesta en marcha de la planta propulsora desde el puente. El diseño de las pantallas de control ha corrido a cargo del personal de UNV, S.A., junto con la tripulación desplazada en el Astillero durante la construcción.

Se han dispuesto repetidores del sistema de automación en la cabina de control de máquinas, en el puente y en la cabina de control de la carga situada en la cubierta principal en las proximidades de las rampas-puertas de acceso al buque.

2.6. Equipo de puente

En los sistemas de gobierno, navegación y comunicaciones se han incorporado los últimos equipos del mercado.

El *Super-Fast Levante* dispone del sistema ETA-PILOT que le permite, fijando los puertos y horas de salida y llegada, modificar las rutas a seguir para optimizar el consumo de combustible.

Todos los equipos de comunicaciones se han dispuesto en un puente de gran visibilidad y de gran amplitud.

2.7. Otros equipos y sistemas

Todo el sistema de lastre y sentinas está con válvulas telemandadas, que permiten realizar cualquier operación de lastre desde los pupitres de automación, así como el mantenimiento de las sentinas sin líquido alguno. Al igual que el control de las válvulas telemandadas desde el sistema de automación, desde el mismo se controlan tanto los niveles de los tanques de servicio, como las indicaciones de calado, trimado y escora del buque en todo momento.

El equipo de maniobra de cubierta, de fondeo y amarre comprende:

- Dos molinetes de anclas, hidráulicos, para cadenas de 62 mm de diámetro, de grado K3, combinados con carretel de amarre de tensión constante de 450 mm de diámetro para 200 m de cabo de 60 mm de diámetro.
- Dos maquinillas de amarre.

El equipo de salvamento está formado por dos botes salvavidas de 35 personas de capacidad cada uno, uno de los cuales cumple como bote de rescate. Además dispone de dos balsas salvavidas a cada costado de 25 personas cada una.

El sistema de detección de incendios, que abarca todas las áreas del buque, está especialmente diseñado para que con el flujo de aire que se produce en determinadas zonas por la ventilación instalada, aún con ella en marcha, se detecte cualquier humo que se produzca. La prueba de detección ha sido realizada de ambas formas, en primer lugar se comprueba que todos y cada uno de los detectores instalados funcionan correctamente y dan la señal oportuna en el puente y, en segundo lugar, se prepara un sistema que produzca un humo equivalente a un presunto incendio y se va instalando en todas y cada una de las zonas del buque con todos los sistemas del buque en funcionamiento, para comprobar que la situación de los detectores es la correcta.

El sistema de extinción de incendios está formado por una instalación de CO_2 para cámara de máquinas y una instalación de rociadores para los espacios de carga rodada, además del colector general de agua salada a presión y extintores portátiles distribuidos por todo el buque de acuerdo al plan de seguridad aprobado por la Administración Española.

El buque dispone de una amplia habilitación distribuida en diferentes cubiertas, segregados perfectamente la tripulación y oficiales de los conductores. Tanto el diseño como la instalación de la habilitación ha sido realizado por personal del Astillero mientras que el suministro de los distintos materiales necesarios ha corrido a cargo de distintos suministradores que han sido coordinados por el personal del astillero. La habilitación de la tripulación comprende camarote de capitán y jefe de máquinas, con dormitorio y sala de estar, cuatro camarotes de oficiales, un camarote para dos alumnos y catorce camarotes individuales con aseo para el resto de la tripulación. Además de los camarotes se dispone de estar para oficiales y estar para tripulación, dos comedores para tripulación y oficiales, oficina de máquinas y otra para cubierta, cocina, gambuza, dos lavanderías, y un hospital reglamentario. En la zona de conductores se dispone de doce camarotes con aseo y cada uno de ellos con cama baja y pullman, comedor y estar para los conductores.

3.- Descripción de los programas de mediciones realizados

3.1. Introducción. Antecedentes

La dilatada colaboración en el tiempo entre UNV y T.S.I. en los campos de Potencia, Vibraciones y Ruido, que se remonta a los buques *Mar Lucía* y *Mar Rebeca*, pasando por los cruceros *Crown Monarch, Crown Jewel, Crown Dinasty* y se completa con los quimiqueros C-240, C-253, C-254 *Mont Blanc*, está permitiendo que UNV esté entregando buques de altas prestaciones y que cumplen con los más altos requerimientos, no sólo de ingeniería: Cálculos específicos de Predicción de Vibraciones y Ruidos (figura 4), sino desde el punto de vista de confort: los niveles de vibración en acomodación obtenidos en las pruebas de mar de los referidos buques están por debajo de 4 mm/s.

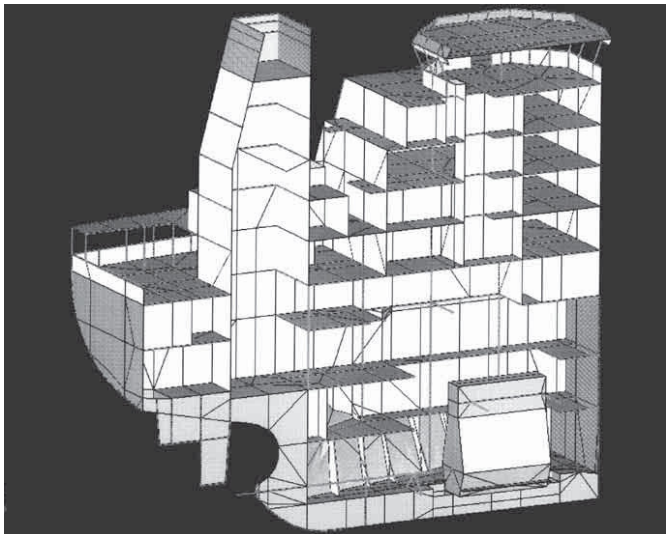


Figura 4

Con este resumido historial, UNV requirió los servicios de T.S.I. para la realización de pruebas oficiales de mar del S*uper-Fast Levante.*

Complementariamente, y dada la polémica suscitada en torno a los "posibles" efectos cavitantes de las hélices CLT de Sistemar, UNV requirió a T.S.I. la elaboración de un procedimiento que permitiese evaluar y cuantificar la incidencia de la cavitación desarrollada sobre las palas CLT en la integridad estructural del casco - en zonas afectadas -, así como en el confort del buque.

Este requerimiento respondía a la necesidad, por parte del Astillero, de dar respuesta a la cuestión técnica planteada de determinar la existencia o no de un desarrollo excesivo de cavitación, a un coste factible y sin que supusiese un retraso en la entrega del buque. En efecto, la otra

alternativa planteada por un Canal de Experiencias, consistía en un "Full Scale Cavitation Test", que suponía, entre otros aspectos, la instalación provisional de ventanas en el casco del pique de popa para la visualización mediante cámaras estroboscópicas y cámaras de vídeo.

T.S.I. basándose en el siguiente principio dinámico: "Menor Respuesta implica Menor Excitación", propuso el Procedimiento de Ensayo que se describe a continuación y que, en líneas generales, consistió en el registro simultáneo de señales de vibraciones en puntos localizados de la estructura de popa del buque, encima de cada hélice, figura 5, y señales de potencia, par y rpm en cada propulsor.

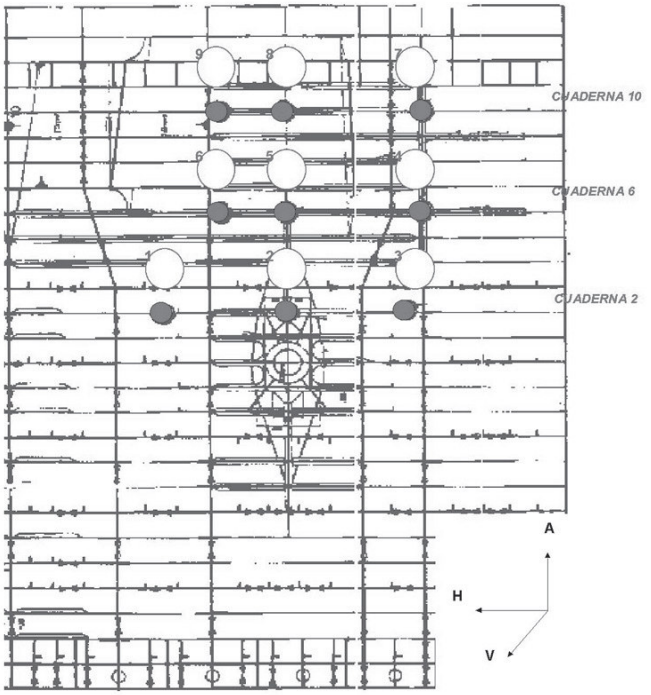


Figura 5.-Disposición de puntos de medida de vibraciones planta fondo forro estribor

3.2. Procedimiento para ensayo de detección de cavitación

3.2.1. Metodología

El carácter turbulento del fenómeno de cavitación se traduce, en términos de vibraciones, en la presencia destacada de componentes de orden superior de la frecuencia característica de paso de pala. El registro simultáneo de señales de vibración y de potencia en los ejes propulsores, y el procesamiento posterior, permitirá cuantificar la importancia de este "posible defecto", en base a Normativa ISO, desde el punto de vista de integridad estructural y confort del buque, a diferentes condiciones operativas del sistema propulsor.

La metodología para realizar este ensayo consiste en el análisis de la evolución de la vibración, en el fondo del buque en zonas próximas a las de operación de las hélices, a los armónicos 2x y 3x del paso de pala principalmente, a medida que aumenta la potencia propulsora.

El ensayo consta de dos pruebas progresivas:

1. Usando el Paso Combinado con escalones de 3 minutos a diferentes % del MCR, se obtienen datos reales de la evolución de los efectos de cavitación durante la operación del buque.

2. A revoluciones constantes (correspondientes al MCR) se varía el paso en escalones de potencia similares al anterior ensayo. Este ensayo proporcionará información adicional, específica de la hélice, al no estar sometido a las variaciones de comportamiento dinámico de la estructura del buque por variación de frecuencia de la excitación.

La información obtenida en ambas pruebas progresivas se evalúa bajo dos aspectos diferentes:

- Cualitativamente: la aparición de fuertes incrementos de la vibración al segundo y armónicos superiores del paso de pala indicarán el inicio del fenómeno de cavitación en la hélice.

- Cuantitativamente: la evaluación estricta de estos niveles, de acuerdo con la Norma ISO 6954, indicarán la peligrosidad del fenómeno de cavitación en términos de integridad de la estructura del buque.

Simultáneamente, se han realizado medidas de potencia con la finalidad de detectar la existencia o no de problemas propulsivos y pérdidas de rendimiento debidas a la cavitación.

Adicionalmente, es sobradamente conocido que los fenómenos de cavitación van frecuentemente acompañados de altos niveles de ruido en los locales de servo, por lo que la medida de la evolución de estos niveles de ruidos a las diferentes potencias constituye una fuente de información adicional.

3.2.2. Instrumentación

Las medidas y el análisis de vibraciones se realizaron con el siguiente equipo (ver figura 6):

- Dos (2) Registradores TEAC, PCM-DAT de cinta magnética y 16 canales para registro simultáneo de señales.
- Sistema de adquisición y procesamiento se señales multicanal DIFA-LMS.
- Doce (12) cadenas de acelerometría formados por acelerómetros y amplificadores de señal BRUEL & KJAER.
- Micrófono de precisión QUEST.
- Dos (2) TORSIOMETROS basados en medida por extensímetros, pegados a los ejes.
- Sistema para la medida de rpm mediante sensor inductivo.
- Dos (2) RECEPTORES Y ACONDICIONADORES de señal, comunes para el Par y las rpm.
- Sistema de adquisición y procesamiento de datos basado en un PC.

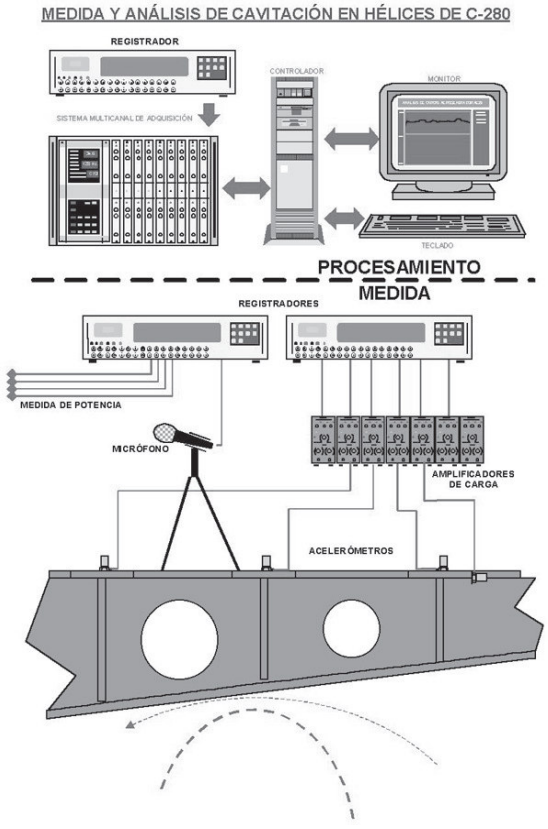


Figura 6

3.2.3. Condiciones de medida

- La mediciones deberán realizarse durante la navegación del barco en aguas cuya profundidad sea superior a cinco veces el calado del buque.
- Los estados del viento y de la mar durante las medidas deberán ser inferiores a B3.
- El estado de carga del buque durante las pruebas de mar deberá corresponder a la condición de lastre o aquella más propensa a la presencia de cavitación.
- El calado de popa deberá asegurar la completa inmersión de las hélices y de la bovedilla del codaste hasta, por lo menos, cuatro claras a popa del plano de las hélices (cuaderna 2).
- Durante las medidas el buque deberá navegar siguiendo una trayectoria rectilínea sin utilizar ángulos de timón superiores a dos grados.

3.2.4. Procedimiento de medida

3.2.4.1. Calibración

Todos los equipos de medida están provistos de su correspondiente Certificado de Calibración suministrado por el fabricante, de acuerdo con Norma ISO 5347-0.

3.2.4.2. Medida de vibraciones

La disposición general de los puntos de medida se ha presentado en la figura 5.

Las mediciones se realizaron en dirección **vertical** para todos los puntos, y, complementariamente, en dirección **transversal** en los tres puntos más cercanos al costado.

La configuración para la medida y análisis de las señales ha sido la siguiente:

- Rango de Frecuencia: 0 – 100 Hz.
- Resolución en Frecuencia: 800 líneas.
- Unidades de Medida: mm/s (0-pico).
- Número de Promediados: el necesario para obtener una amplitud de vibración estable.

Las medidas se han realizado mediante el registro simultáneo en cinta magnética de las señales de los doce acelerómetros.

Como ya se ha indicado, los ensayos han consistido en dos pruebas progresivas:

- **Prueba de paso combinado**

Registro de señales durante la navegación del buque con paso combinado en escalones de tres minutos a diferentes posiciones de la palanca de mando, según la tabla 2.

PRUEBA DE PASO COMBINADO			
POSICION DE PALANCA	**PASO**	**rpm**	**POTENCIA (% de MCR)**
5	19,1	137,6	50
6	19,4	144,4	59
7	19,6	151,1	70
8	19,6	157,9	80
9	20,4	157,9	89
10	21,2	157,9	100

Tabla 2

- **Prueba a régimen de giro constante**

Registro de señales durante la navegación del buque a régimen de giro constante correspondiente al MCR (157,9 rpm) variando el paso en escalones de potencia de tres minutos, según la tabla 3.

Las señales se procesarán para la obtención de mapas espectrales y curvas de evolución de armónicos.

PRUEBA A REGIMEN DE GIRO CONSTANTE			
POSICION DE PALANCA	**PASO**	**rpm**	**POTENCIA (% de MCR)**
5	15,4	157,9	44
6	16,8	157,9	53
7	18,2	157,9	66
8	19.6	157,9	80
9	20,4	157,9	89
10	21,2	157,9	100

Tabla 3

3.2.4.3. Medida de ruido

Las mediciones se realizaron fijando el micrófono en un punto cercano al servo situado a una distancia mínima de un metro de cualquier fuente sonora, y metro y medio del suelo.

Se procedió al registro de la señal en una banda de frecuencia de 0 a 20 KHz, y un rango de medida de 0 a 120 dB, en cada uno de los escalones de los dos ensayos descritos en el apartado anterior: Paso Combinado y Régimen de Giro constante.

El procesamiento de los registros consistió en los siguientes tipos de análisis:

- Análisis en tercios de octava dB (sin filtros) en cada uno de los escalones de ensayo.
- Análisis de la evolución del nivel de ruido global dB(A) y de bandas significativas.

3.2.4.4. Medida de potencia, par y rpm

Se realizaron mediciones de Potencia, Par y rpm, según procedimiento estándar, para cada uno de los escalones de ensayo.

Simultáneamente, se registraron en cinta magnética las señales de Par y rpm, por si fueran objeto de análisis posteriores.

De los resultados de estas medidas, se obtuvieron las curvas que representan las siguientes funciones:

- Par y Potencia en función de rpm.
- Par y Potencia en función de la velocidad del buque.

Estas curvas se utilizaron para un análisis comparativo con sus homólogas teóricas de diseño.

4.- Presentación de los resultados más relevantes de las mediciones

Una vez aceptado por todas las partes: Armador, Astillero, el Procedimiento y Protocolo del ensayo de cavitación, descrito anteriormente, el programa de Pruebas Oficiales se completó con el siguiente alcance:

- Medida de Potencia, Par y rpm en las dos líneas propulsoras.
- Medida de Vibraciones Locales en Acomodación.

Un resumen de los resultados más relevantes obtenidos se recoge en los párrafos siguientes.

4.1. Medidas de potencia en líneas de ejes

Las características generales del sistema propulsor del *Super Fast Levante* se han descrito en el Capítulo 2. A continuación se resumen los más importantes desde el punto de vista de la medición de potencia:

- Potencia Máxima de propulsión:	5.200 kW
- Velocidad Máxima del motor:	500 rpm
- Velocidad Máxima del eje:	157,9 rpm
- Diámetro exterior del eje:	395 mm
- Diámetro interior del eje:	130 mm
- "G" del material:	8.233 kp/mm^2

4.1.1. Mediciones y ensayos realizados

De acuerdo con los Protocolos establecidos se registraron y midieron, mediante torsiómetros basados en galgas extensiométricas (figura 7), par, rpm y potencia en las dos líneas de ejes en las siguientes condiciones:

Prueba de velocidad

Durante las pruebas de velocidad se realizaron medidas de par, rpm y potencia para las siguientes condiciones:

- 2 carreras al 74% MCR de 10 minutos cada una.
- 2 carreras al 85% MCR de 10 minutos cada una.
- 5 carreras al 100% MCR de 5 minutos cada una.

Prueba de resistencia

Durante la prueba de resistencia se realizaron medidas, cada media hora, de par, rpm y potencia:

- Prueba al 85% MCR.
- Prueba al 100% MCR.
- Prueba al 70% MCR marcha atrás.

Los parámetros del buque más representativos durante las pruebas fueron los siguientes:

- Calado Proa BR: 4,35 m
- Calado Popa BR: 5,15 m
- Profundidad: 220 - 390 m
- Viento absoluto: 25 - 30 KN
- Rumbos: 254º / 074º
- Estado de mar: B6

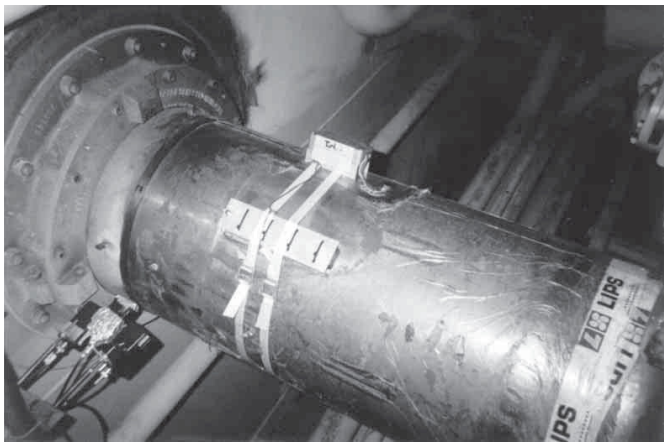


Figura 7

4.2. Medida de vibraciones locales

Los parámetros más representativos del buque durante el desarrollo de estas pruebas fueron los siguientes:

Condiciones de medidas

Los parámetros del buque más representativos durante las pruebas fueron los siguientes:

- Potencia MMPP.:	85% MCR
- Motores funcionando:	4
- Calado Proa BR:	4,50 m
- Calado Popa BR:	5,20 m
- Profundidad:	> 1.200 m
- Viento:	30 – 35 KN
- Rumbos:	226º
- Velocidad:	23,3 KN
- Estado de mar:	B5
- 2 Diesel-Generadores en marcha	

4.2.1. Medidas de vibraciones locales

La medida fue realizada con un analizador colector de datos portátil, tomando espectros de vibración (mm/s 0-pico) entre 0 y 100 Hz, con 4 promedios.

El número y distribución de los puntos de medida fueron establecidos en el Protocolo de Medida propuesto por T.S.I., y aceptado por el Astillero. Los niveles de vibración locales se midieron en las siguientes cubiertas:

FONDO:	10 puntos
PLATAFORMA MAQUINARIA:	8 puntos
CUBIERTA PRINCIPAL:	6 puntos
CUBIERTA Nº 8:	13 puntos
CUBIERTA Nº 9:	10 puntos
CUBIERTA Nº 10:	8 puntos
CUBIERTA PUENTE:	7 puntos

Disposición de puntos de medida de vibraciones

En las figuras 8a y 8b se recoge la localización de los puntos de medida en Cubierta nº 10 y Cubierta Puente.

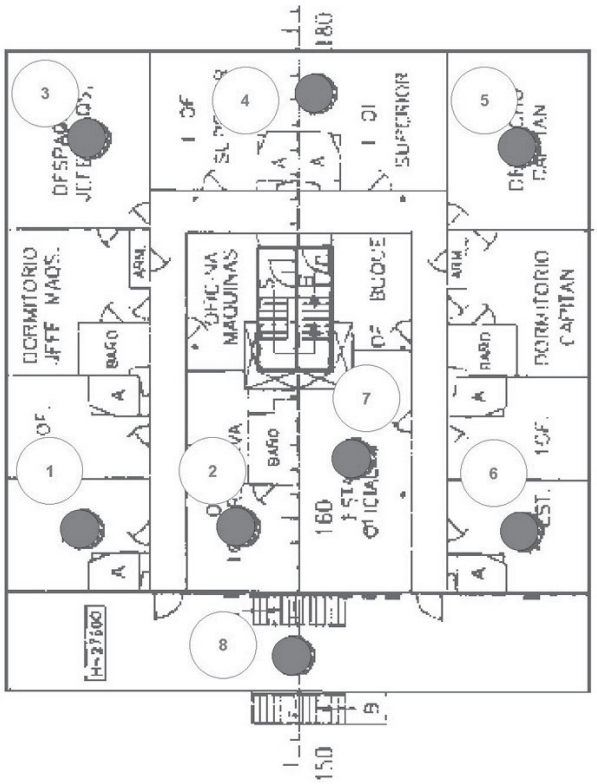


Figura 8a.-Cubierta 10

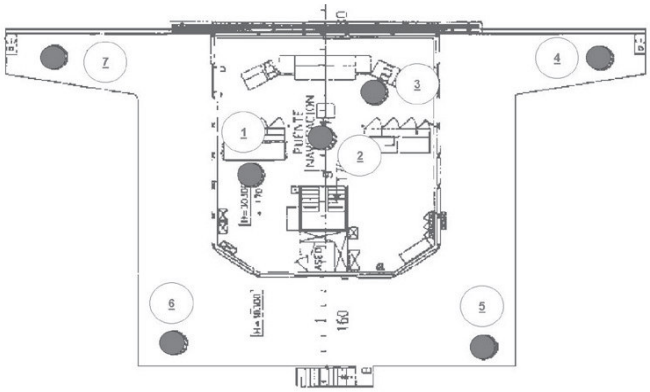


Figura 8b.-Cubierta puente

4.2.3. Resultados obtenidos. Evaluación

En las tablas 4 y 5 se presentan los niveles de vibración global (mm/s 0-pico) obtenidos en las mediciones realizadas en los puntos indicados en las figura 8a y 8b y su correspondiente evaluación de acuerdo con la Norma ISO 6954.

Esta norma establece que las mediciones deben realizarse en puntos estructurales del buque. Los valores de componentes espectrales por debajo de 9 mm/s (0-pico) se clasificaran como ACEPTABLES.

NIVELES DE VIBRACIÓN. PRUEBAS DE MAR C/280 – UNV - 26/02/2.001 CUBIERTA Nº10				
P/D	NIVEL GLOBAL mm/s 0-pico	PRINCIPALES COMPONENTES (mm/s 0-pico/Hz)		CALIFICACION ISO 6954
		Amplitud/ Frecuencia	Amplitud/ Frecuencia	
1V	2.42	0.74/6.82	0.60/24.95	ACEPTABLE
2V	3.52	1.26/7.47	0.73/10.57	ACEPTABLE
3V	2.97	1.44/2.65	1.41/10.52	ACEPTABLE
4V	4.84	3.85/1.45	1.38/10.54	ACEPTABLE
5V	3.11	1.58/2.64	0.80/10.50	ACEPTABLE
6V	3.40	2.15/10.52	0.58/12.47	ACEPTABLE
7V	3.98	1.84/6.94	1.36/10.53	ACEPTABLE
8V	3.68	0.94/6.42	1.94/10.53	ACEPTABLE

Tabla 4.-Niveles de vibración en cubierta 10

NIVELES DE VIBRACIÓN. PRUEBAS DE MAR C/280 – UNV - 26/02/2.001 CUBIERTA PUENTE				
P/D	NIVEL GLOBAL mm/s 0-pico	PRINCIPALES COMPONENTES (mm/s 0-pico/Hz)		CALIFICACION ISO 6954
		Amplitud/ Frecuencia	Amplitud/ Frecuencia	
1V	5.38	1.19/8.18	2.82/10.51	ACEPTABLE
2V	4.84	1.67/6.82	2.26/10.52	ACEPTABLE
2H	3.41	1.65/2.82	1.42/10.54	ACEPTABLE
2A	2.89	1.21/2.63	1.03/10.51	ACEPTABLE
3V	4.78	1.97/10.47	1.61/12.48	ACEPTABLE
4V	4.38	2.01/10.53	1.21/25.04	ACEPTABLE
4H	3.36	1.69/2.67	1.35/10.53	ACEPTABLE
4A	3.38	1.66/10.52	0.56/24.95	ACEPTABLE
5V	3.92	0.73/6.39	3.08/10.52	ACEPTABLE
6V	2.24	0.64/8.22	0.51/10.54	ACEPTABLE
7V	3.49	2.06/10.52	0.93/24.95	ACEPTABLE

Tabla 5.-Niveles de vibración en cubierta puente

En las figuras 9a, 9b, 9c, 9d, 9e y 9f se presenta una muestra significativa de los espectros en frecuencia obtenidos en una serie de puntos de la cubierta 10.

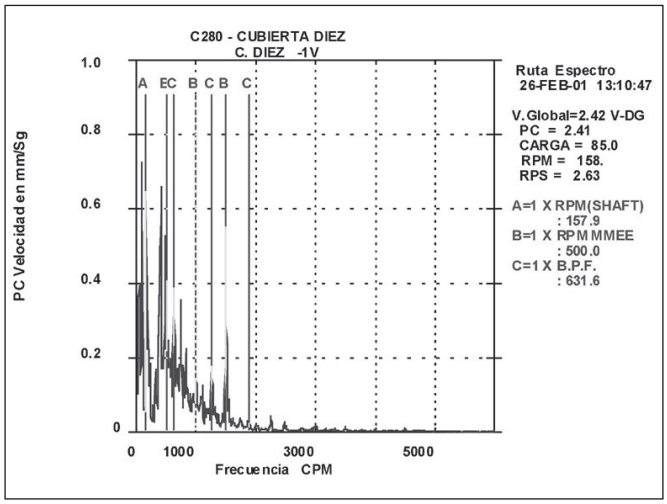


Figura 9a

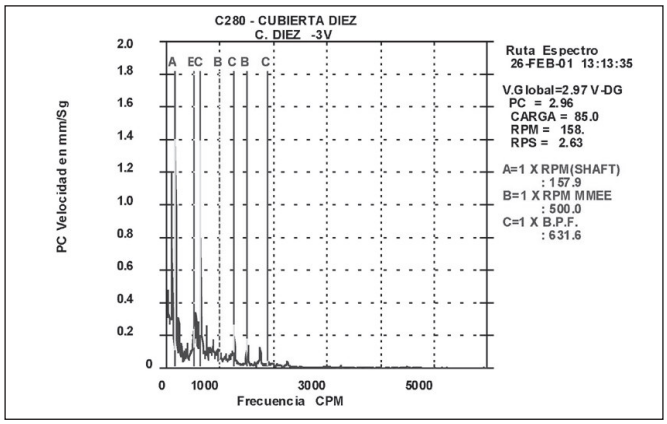


Figura 9b

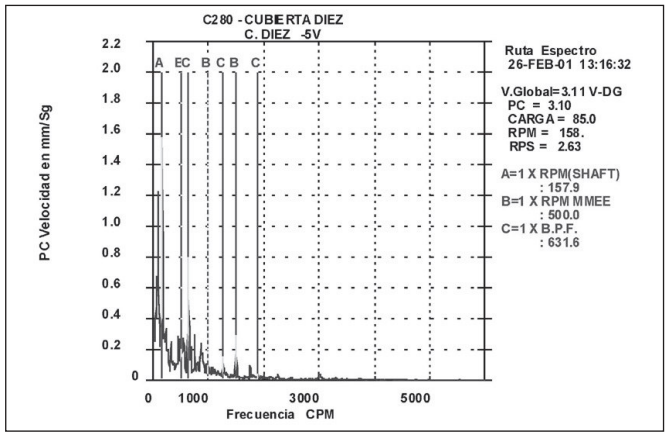


Figura 9c

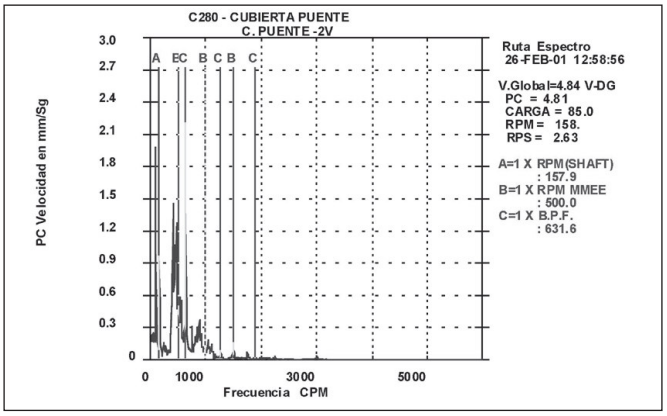


Figura 9d

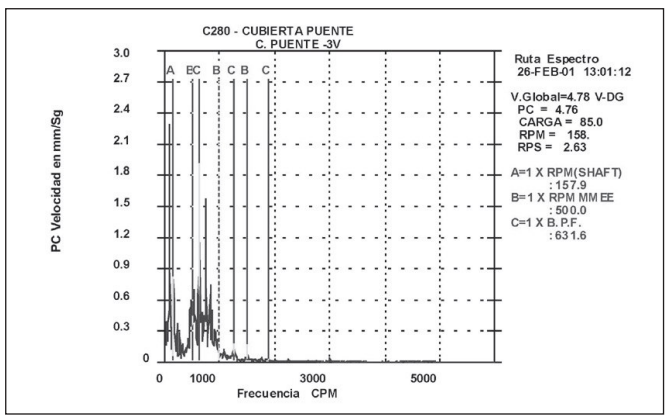


Figura 9e

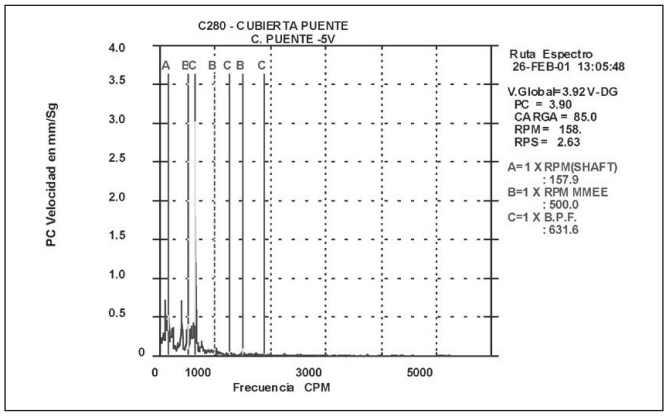


Figura 9f

4.3. Ensayo específico de cavitación

4.3.1. Resultados obtenidos. Evaluación

De acuerdo con la disposición general de puntos y direcciones de medida de la figura 5, los niveles de vibración (mm/s 0-Pico) obtenidos en diferentes condiciones de potencia, en un rango de 1 a 100 Hz, se muestran en la tabla 6.

Con objeto de detectar el cambio de amplitud en los armónicos principales de la frecuencia de paso de pala (BPF), se incluyen los valores de amplitud a 1 x BPF, 2 x BPF y 3 x BPF.

CAVITATION TEST. SEA TRIALS C/280 – UNV - 26/02/01							
P/D	**Vibration Level. mm/s 0-peak.**	**POWER MCR 55%**	**POWER MCR 65%**	**POWER MCR 75%**	**POWER MCR 85%**	**POWER MCR 93%**	**POWER MCR 100%**
1V	OVERALL	5.31	6.06	7.01	6.12	7.27	8.21
	1 x BP	1.87	2.43	3.53	3.33	2.52	2.43
	2 x BP	1.45	1.81	1.84	1.16	1.89	2.65
	3 x BP	0.37	0.59	0.42	0.43	0.93	0.77
2V	OVERALL	3.34	4.56	5.57	4.89	6.24	6.45
	1 x BP	1.07	1.17	2.07	1.88	2.38	1.73
	2 x BP	0.93	1.63	2.19	1.17	1.69	2.03
	3 x BP	0.37	0.63	0.64	0.70	1.16	0.80
3V	OVERALL	3.14	3.77	4.05	4.16	4.84	4.81
	1 x BPF	1.25	1.58	0.69	1.94	1.34	1.10
	2 x BPF	1.11	1.44	1.88	0.82	1.75	1.92
	3 x BPF	0.12	0.23	0.46	0.80	0.52	0.50
3H	OVERALL	1.91	2.22	2.33	3.30	2.55	2.62
	1 x BPF	1.07	1.02	0.79	2.42	0.88	0.96
	2 x BPF	0.52	0.66	0.80	0.79	0.66	0.62
	3 x BPF	0.07	0.13	0.16	0.21	0.17	0.25
4V	OVERALL	3.31	4.10	4.07	3.94	4.76	4.75
	1 x BPF	1.39	1.50	0.73	1.48	1.24	1.06
	2 x BPF	1.05	1.53	1.45	0.77	1.43	1.27
	3 x BPF	0.12	0.43	0.52	0.53	0.82	0.82
4H	OVERALL	1.89	1.95	2.22	2.68	2.62	2.42
	1 x BPF	0.91	0.85	0.89	1.67	0.82	0.33
	2 x BPF	0.29	0.44	0.75	0.58	0.65	0.50
	3 x BPF	0.12	0.12	0.21	0.33	0.19	0.34
5V	OVERALL	4.64	5.65	5.82	6.45	7.61	8.11
	1 x BPF	1.15	1.69	1.64	3.49	2.59	3.53
	2 x BPF	0.80	0.95	1.03	1.05	1.61	1.08
	3 x BPF	0.46	0.64	0.63	0.83	1.10	1.16
6V	OVERALL	3.95	4.76	5.48	5.08	5.86	5.90
	1 x BPF	1.81	2.42	3.49	3.41	2.81	2.18
	2 x BPF	1.00	1.14	1.32	0.74	1.61	1.51
	3 x BPF	0.24	0.20	0.23	036	0.36	0.45
7V	OVERALL	2.81	3.41	3.32	3.20	4.29	4.22
	1 x BPF	1.28	1.52	0.93	1.01	1.46	1.14
	2 x BPF	0.91	0.99	1.14	0.58	1.27	1.31
	3 x BPF	0.25	0.38	0.36	0.45	0.61	0.63
7H	OVERALL	1.81	2.32	2.32	3.01	2.19	2.40
	1 x BPF	1.11	1.57	1.22	2.32	0.94	0.87
	2 x BPF	0.24	0.48	0.64	0.54	0.42	0.42
	3 x BPF	0.09	0.17	0.17	0.24	0.17	0.21
8V	OVERALL	3.75	4.32	4.84	4.01	5.08	5.26
	1 x BPF	1.67	1.87	2.79	1.23	1.30	1.58
	2 x BPF	1.08	1.21	1.18	0.72	1.34	1.42
	3 x BPF	0.21	0.61	0.54	0.58	1.03	1.08
9V	OVERALL	3.80	4.40	4.94	4.03	5.16	4.94
	1 x BPF	2.02	2.26	2.79	1.37	2.43	1.79
	2 x BPF	1.15	1.08	1.15	0.71	1.64	1.66
	3 x BPF	0.24	2.24	0.19	0.59	0.44	0.54

Tabla 6

Las figuras 10a, 10b, 10c, 10d, 10e y 10f representan gráficamente una muestra representativa de las tendencias de los niveles de vibración obtenidos (overall) y sus componentes espectros (1xBPF, 2x y 3x), para distintas condiciones de potencia.

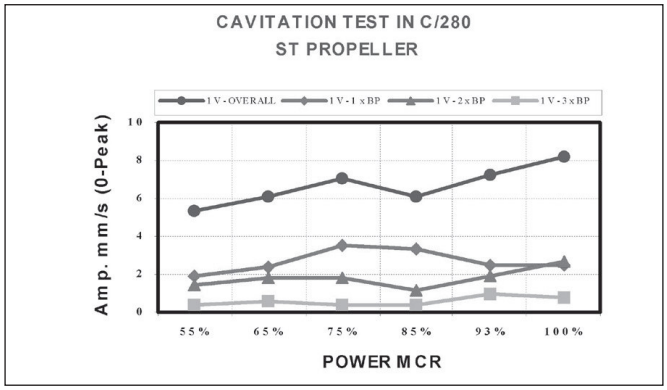


Figura 10a

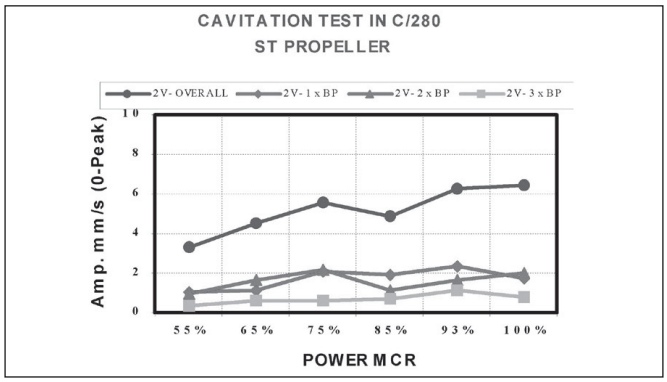


Figura 10b

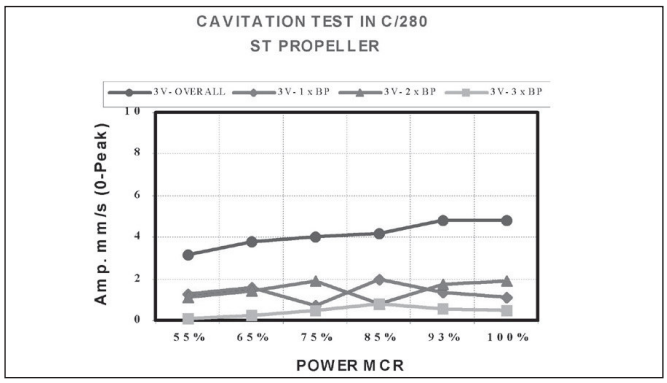


Figura 10c

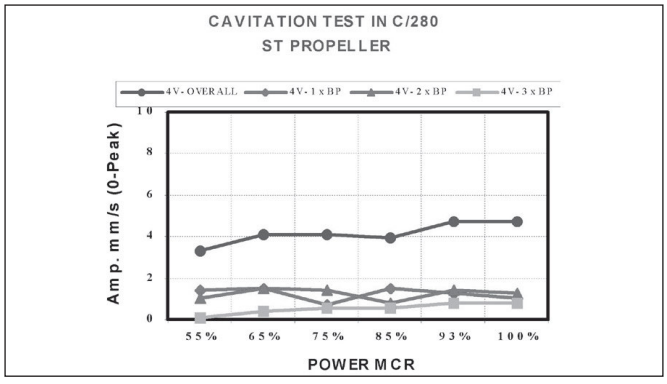


Figura 10d

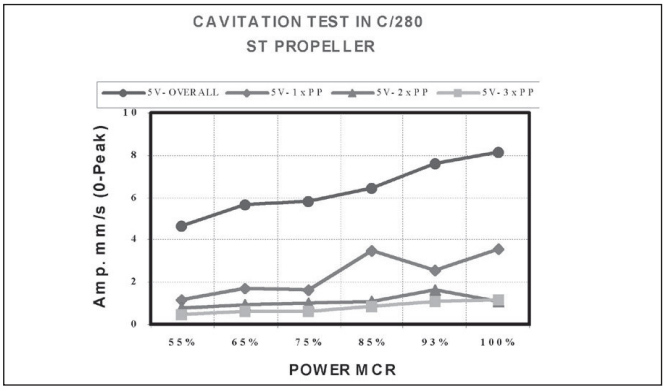


Figura 10e

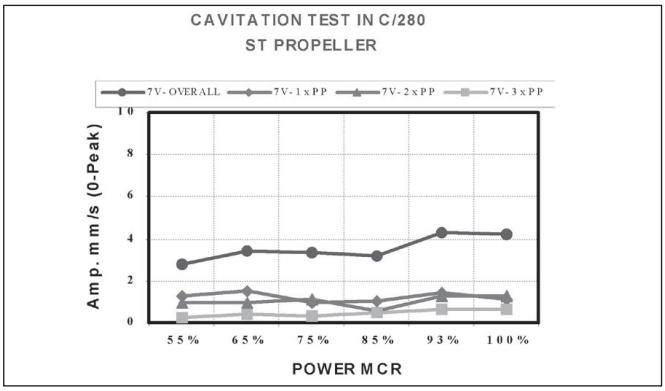


Figura 10f

4.3.2. Niveles de ruido.

Los valores de niveles de ruido (LEQ) para cada condición de potencia son los que se muestran en la tabla 7.

TEST DE CAVITACIÓN. "SUPER-FAST LEVANTE" 26/02/01. NIVELES DE RUIDO						
POTENCIA %-MCR	55%	65%	75%	85%	93%	100%
NIVEL DE RUIDO LEQ- dB (A)	96,4	96,4	97,7	98,6	99,2	100,4

Tabla 7

La figura 11 muestra, para cada condición de potencia ensayada, el espectro en bandas de octava del ruido existente en el espacio del servo.

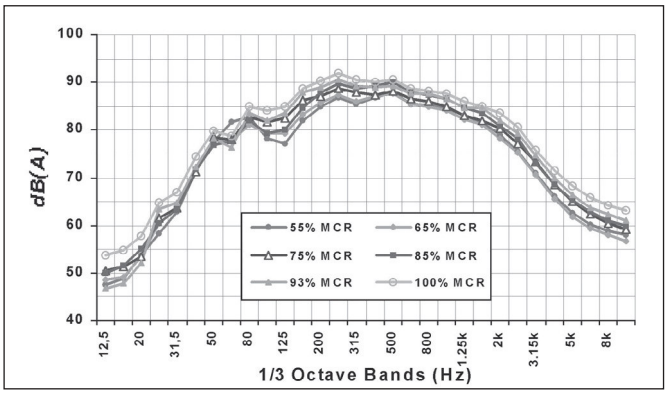


Figura 11

(continuará en el número siguiente)

INGENIERIA NAVAL

BOLETÍN DE SUSCRIPCIÓN

Fotocopie o recorte este cupón y envíelo a:
Revista **INGENIERIA NAVAL**
c/ Castelló 66 -28001 Madrid (España)
Tel: 34 91 578 43 83 Fax: 34 91 781 25 10
e-mail: rin@iies.es

Forma de pago (marque con una X):

Cheque nominativo a favor de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España (AINE)

Transferencia a la c.c. 2090-0294-34-0040038237 a nombre de AINE-RIN en la Caja de Ahorros del Mediterráneo, c/ Núñez de Balboa 65, 28001 (MADRID)

Contra Reembolso

VISA _____/_____/_____/_____

Fecha de caducidad:

Firma:

Rellene en Mayúsculas

Nombre y Apellidos_____

Dirección Postal_____

Código Postal_____ Ciudad_____ Provincia_____

NIF / CIF_____ Tel_____ Fax_____

Empresa_____ Cargo_____

Suscripción anual (IVA incluido):

España y Portugal	65,60 €
Europa	105,40 €
Resto del Mundo	121,70 €
Estudiantes España	32,80 €

Con las nuevas suscripciones se entregará un índice bibliográfico de la Revista que comprende los años 1929-2000

INGENIERIA NAVAL

Ya está disponible el CD-Rom correspondiente al año 2001. Contendrá toda la información publicada durante el año 2001 en formato PDF, pudiendo consultarse de manera rápida y ágil. Su precio para asociados/suscriptores es de 30 €, y para no suscriptores 60 €.

Petición de Envío

Nombre y apellidos _____
Dirección Postal_____
Código Postal _____Ciudad _____Provincia _____
NIF _____Tel _____

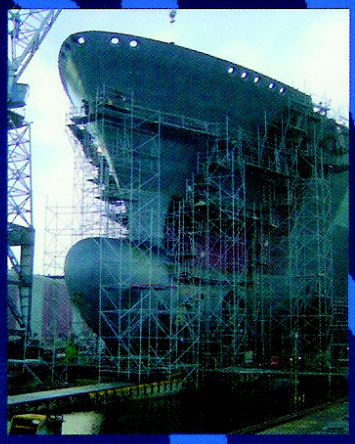
Forma de pago:
Cheque nominativo a favor de la Asoc. de Ingenieros Navales y Oceánicos de España (AINE)
Transferencia a la c.c. 2090 - 0294 - 34 - 0040038237 a nombre de AINE-RIN en la Caja de Ahorros del Mediterráneo, c/ Núñez de Balboa 65, 28001(MADRID)
Contra Reembolso
VISA _____/_____/_____/_____
Fecha de caducidad:

Fotocopie o recorte este cupón y envíelo a:
Revista INGENIERIA NAVAL
c/Castelló, 66 - 28001 Madrid (España)
Fax: 34 91 781 25 10 e-mail: rin@iies.es

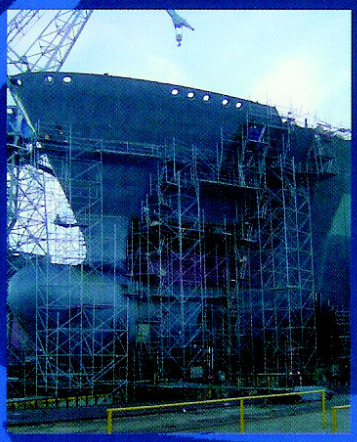
RUX

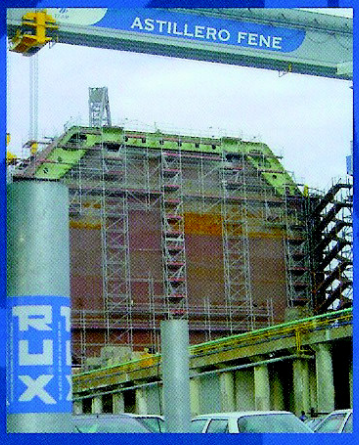
GÜNTER RUX GmbH

partners on a higher level



El sistema de andamios rux es el único del mercado que se adapta a la forma del buque.





DIRECCIÓN EN ESPAÑA

RUX Sistemas de Andamios S.A.
Polígono de los Malatones, s/n
Calle Central, nº 5
Fuente el Saz de Jarama • 28140 Madrid
Tel./Fax: (+34) 91 622 40 60 / 91 622 40 58
E-mail: info@ruxsa.com

REPRESENTACIÓN COMERCIAL EN ESPAÑA

Andamios Universales, S.A.
Dr. Javier Parreño Navarro
Calle Reyes Magos, 18
E-28009 Madrid
Tel. 91 434 13 55/56 - Fax: 91 434 13 57

DIRECCIÓN ALEMANIA

GÜNTER RUX GmbH
D-58135 Hagen • Voerder Straβe 147
Tel. + 49 23 31 - 47 09 - 0
Fax + 49 23 31 - 47 09 - 165