INGENIERIA NAVAL

AÑO LX - NUMERO 688
NOVIEMBRE 1992

REVISTA EDITADA POR LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES DE ESPAÑA

FUNDADOR:

† **Aureo Fernández Avila,** Ingeniero Naval.

DIRECTOR:

Juan Antonio Alcaraz Infante, Dr. Ingeniero Naval.

DIRECCION Y ADMINISTRACION

Domicilio: Castelló, 66.
28001 Madrid.

Teléfonos { 575 10 24
577 16 78

Fax: 577 16 79

SUSCRIPCION ANUAL

España (incluido IVA)	**4.650**	**pesetas**
Ceuta, Melilla, Canarias y Portugal	**4.387**	"
Hispanoamérica	**6.700**	"
Resto del mundo	**7.800**	"
Precio del ejemplar (incluido IVA)	**660**	"

NOTAS

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

PUBLICACION MENSUAL

ISSN: 0020 - 1073

Depósito Legal: M. 51-1958

Fotocomposición y fotomecánica:
TEXGRAF, S. L. - Algaba, 36 - 28019 MADRID

Imprime: ARTES GRAFICAS LUIS PEREZ, S. A.
Algorta, 33 - 28019 MADRID

SUMARIO

IN MEMORIAM
Andrés Guerreiro Prieto y **Juan Trujillano Puya** **506**

EDITORIAL
Marina Mercante **507**

ENTREVISTA
Guillermo Zataraín, consejero-delegado de ERSHIP **508**

ARTICULOS TECNICOS
Ingeniería logística, por **Juan Gelpi Guerreiro** **511**
Experiencia con hélices CLT, por **Guillermo Zataraín** **514**
Introducción al sistema de construcción naval por zonas y etapas, por **Rafael Gutiérrez Fraile** y **José Luis Fernández González** **525**
La renovación tecnológica de Astilleros Españoles 1990-1992, por **Antonio Sarabia Alvarez-Ude** y **José Carlos Fernández Vázquez** **532**

REPORTAJE
Germanischer Lloyd cumple 125 años **535**

NOTICIAS
Tecnología
¿Es competitiva la propulsión diesel-eléctrica? **537**
El imparable ascenso de la construcción naval coreana **537**
Nuevas reglas de seguridad contra incendios afectan a los buques Ro-Ro mixtos en servicio **538**
Software de estabilidad «made in Australia» **538**
Buques
Un nuevo concepto de transporte marítimo a alta velocidad **539**
«Atlantic Lady», portacontainers de 1.472 TEU's, sin escotillas **539**
«Eliza PG», un transporte de productos que cumple estrictas normas medioambientales **540**
Buque de trabajo «Pegasus», múltiples funciones en sólo 20 metros de eslora **541**
Noticias breves **540**
Los contratos del mes **542**

CONVENIOS DE LA OMI **543**

LAS EMPRESAS INFORMAN
«Comismar, S.A.» crea nueva Comisión Técnica para riesgos diversos **547**

LAS INSTITUCIONES INFORMAN
Noticias de la ETSIN **548**

HISTORIA
Francis Pettit Smith, introductor de la hélice propulsora, por **Manuel Rodríguez Barrientos** **549**

FOTO DE PORTADA: Puerto de Tarragona (Paisajes Españoles).

IN MEMORIAM

ANDRES GUERREIRO PRIETO

Perteneció a la promoción de 1930. Su vida profesional transcurrió prácticamente en FERROL, en los Astilleros de esa localidad que hoy día pertenecen a la Empresa Nal BAZAN, llegando a desempeñar el puesto de Director.

Muy pausado, no levantaba la voz jamás, ni se le vió perder la compostura.

Don Andrés era todo un caballero a la antigua usanza y se conducía, en cualquier situación. como un «señor».

Sólidamente religioso, favoreció el establecimiento de las agrupaciones católicas de Empresarios y Dirigentes.

Soltero por convicción, dedicó su vida, básicamente, a su familia y a su trabajo, en jornadas laborales muchas veces agotadoras para todos los que le rodeaban.

De trato muy ameno, poseía la sutileza humorística que es característica del clásico gallego de la comarca.

JUAN TRUJILLANO PUYA

De forma inesperada, fulminante, absurda con criterios humanos, ha muerto Juan Trujillano en plena madurez humana y profesional.

Al plasmar en esta nota el recuerdo del compañero y amigo podríamos destacar, dentro de su personalidad profesional, la relación de puestos y funciones de responsabilidad que a lo largo de su vida de trabajo desempeñó con eficacia y entrega. Sin embargo, creemos que reflejaremos con mayor fidelidad los sentimientos de tantos compañeros que, desde distintos puntos de España, han vibrado con pena y en oración al conocer su muerte, si destacamos la faceta de su personalidad que probablemente la hacía más notable y atractiva. Juan tenía la habilidad y ponía el corazón, para convertir una relación de trabajo en una gozosa y fecunda amistad. Y esto que ya sería muy valorable desde el punto de vista de la relación personal, adornaba su trato con una cualidad que lo hacía particularmente valioso también desde el punto de vista profesional. Lo dotaba de una inmensa capacidad de diálogo. Se podría decir que el diálogo era su principal herramienta de trabajo. Diálogo, intentando centrar el fondo de los asuntos, convencer o ser convencido, siempre al servicio de principios y objetivos claros y firmes.

Y así ha muerto, dialogando con un compañero el 22 de octubre en Construnaves. Si morir ejerciendo noblemente nuestra profesión es un último acto de servicio, podemos decir que Juan Trujillo ha muerto realmente con las botas puestas.

Boletín de suscripción **INGENIERIA NAVAL**

EDITADA POR LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS NAVALES

Apellidos:	**Nombre:**	
Empresa:	**D.N.I. o C.I.F.:**	
Dirección:	**Ciudad:**	
Provincia:	**Código Postal:**	**País:**
Teléfono:	**Fax o Telex:**	

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

Domicilio: Castelló, 66 - 28001 MADRID

Teléfonos: 575 10 24 - 577 16 78 **Fax:** 577 16 79

EDITORIAL

Marina Mercante

En este número de la Revista que llega ahora a vuestras manos queríamos transmitiros la preocupación con que la Asociación sigue la marcha de la flota mercante española: nuestra Marina Mercante; y a ello dedicamos, en páginas centrales, la separata, informe, resumen del trabajo que cada año realiza ANAVE con detalle y exactitud, para sus asociados, con motivo de la celebración de su Asamblea Plenaria en el mes de julio. Creemos que es imprescindible, tanto para el ingeniero naval español como para nuestros colegas allende los mares, que siguen con cariño la evolución de la Construcción Naval en España, situarse sobre el marco de referencia imprescindible que impone nuestro mercado interior. Del internacional, dada la vocación exportadora de nuestra industria, ya tratamos en otros números de esta Revista.

El reportaje se ha realizado con motivo de la celebración, en Madrid, del 125 aniversario de la fundación del Germanischer Lloyd, sociedad de clasificación de buques que, como se sabe, participa y apadrina a la española FIDENAVIS, creada con este mismo objeto.

El número, además de continuar la publicación de los trabajos presentados en las Sesiones Técnicas del Puerto de Santa. María el pasado año, se completa con una entrevista personal al Director de una Naviera y la exposición que hace él mismo de unas mejoras tecnológicas y económicas introducidas en sus buques con la adopción de un nuevo modelo de hélices: las CLT.

También en la páginas de "historia" figura una aportación valiosa de un marino mercante, práctico de puerto, sobre la introducción de la hélice en la propulsión de los buques.

Nos parece imprescindible citar, entre las notas necrológicas que se incluyen, la de un compañero: Juan Trujillano Puga, que a sus cincuenta y ochos años nos ha abandonado, dejando un grato recuerdo de convivencia, comprensión y cariño, tanto entre los constructores como entre los armadores, donde sus amigos se cuentan por centenares.

Nos permitimos recordaros, una vez más, la celebración del 25 aniversario de la fundación del Colegio el próximo día 21 de noviembre. ¡Que resulte un merecido y brillante homenaje a los compañeros que lo hicieron posible!

Guillermo Zataraín, consejero-delegado de ERSHIP

«Lo mejor de mi empresa es su equipo humano»

GUILLERMO Zataraín nos recibe en su casa de la calle Lagasca de Madrid, en el único momento en el que ha podido reunir a toda su familia, un sábado por la tarde. Su elegante mujer, Angeles, y sus cinco hijos —estudiantes de BUP y de EGB— forman una divertida y unida familia. Arancha, la menor de todos ellos, que pronto hará la Primera Comunión, es el ojo derecho de Guillermo y pide continuamente que le hagamos una foto a ella sola con su traje nuevo.

La cordialidad y sencillez destacan en el consejero-delegado de ERSHIP, la naviera privada más importante de nuestro país, que Zataraín puso en marcha —con no más de cuatro personas— en 1973.

«Yo quería ser marino, como mis antepasados»

—¿Se considera un ingeniero naval cien por cien?

—Sin dudarlo. Tengo mucha suerte porque siempre he tenido clarísima mi vocación por el mar y los barcos. La verdad es que me dan bastante pena muchos jóvenes que no se sienten plenamente identificados con su profesión; para mí, se ha convertido en un hábito.

Un detalle que a otro le hubiera provocado un disgusto, sus dioptrías, fueron las que decidieron su vocación de ingeniero naval, profesión con la que se siente plenamente identificado porque ha configurado su personalidad humana desde hace muchos años.

—O sea, que lo suyo viene de lejos...

—Sí, pero por una especie de carambola. Lo mío fue curioso. En mi familia siempre ha habido marinos, no sé si porque nos hemos criado junto al Cantábrico, aunque no de manera próxima sino en el siglo pasado. Cuando era pequeño, quería ser marino. Un día fui con mis padres a los festivales de Santander y nos encontramos con un amigo al que le dijo mi padre que yo quería ser marino; él me miró, y al ver mis dioptrías me dijo que era imposible. Entonces le pregunté qué era lo más parecido que podía estudiar, y me dijo que ingeniería naval; y aquí estoy.

—Dejó Santander y comenzó a estudiar en la Escuela. ¿Qué recuerdos guarda de esos años?

—Muy buenos, me lo pasé estupendamente. Llegué a Madrid hacia 1958, y pertenezco a la promoción del 66. El primer año me uní a un grupo de amigos y nos dedicamos a la buena vida, de tal forma que abandoné la Escuela y no me presenté a los exámenes. Al año siguiente comencé a estudiar en serio y saqué la carrera sin ninguna dificultad. El ambiente de entonces era muy parecido al de ahora, con una Escuela muy familiar, con gente muy sensata y divertida. Entonces esto era más fácil de conseguir porque éramos en clase de 30 a 50 personas que nos conocíamos muy bien; la relación con los profesores y los bedeles superaba lo académico.

—¿Qué huellas le dejaron estos años?

—Muchas. Cuando trabajas o convives con un colectivo determinado, qué duda cabe de que su cultura te influye. La cultura de los relacionados con el mar es de una gran vocación por el trabajo, y de una ilusión especial por el mar y los barcos, por el astillero.

La cultura de los relacionados con el mar es de una gran vocación por el trabajo, y de una ilusión especial por el mar y los barcos, por el astillero.

«Tengo la marca de calidad bazanista»

—¿Qué hizo cuando terminó sus estudios?

—Tuve la suerte de ir a los astilleros de Bazán, en Ferrol. Ser bazanista, entonces, era una marca de calidad. En estos astilleros nos dedicábamos a los barcos de guerra, que tienen un importante acento de calidad, unas especificaciones que cumplir mucho más exigentes que las de los buques mercantes, y una tecnología muy avanzada. Todo esto configuraba una cultura de

Guillermo Zataraín en familia.

empresa distinta; aunque Bazán pagaba bastante mal, era un orgullo haber pasado por ahí.

—¿Cómo era el ambiente de Bazán?

—Yo estuve allí desde el 66 hasta el 73; es decir, me fui nada más terminar la carrera. Trabajaba en una espléndida oficina técnica, no en producción, donde los ingenieros jóvenes teníamos muchas inquietudes por mejorar nuestra competitividad. Discutíamos y nos preocupaba la manera de alcanzar la productividad que —ya entonces— tenía la industria naval japonesa. Se pensaba en cómo alcanzar ese objetivo soñado, todo el mundo participaba en estas ilusiones muy activamente, hicimos logros muy importantes. En éste, y en otros astilleros, los ingenieros navales españoles empezamos a hacer superpetroleros.

—¿Por qué es ahora más difícil ilusionarse por los astilleros?

—Hemos pasado unos años muy malos, con una reconversión brutal que se hizo con poca sensibilidad. Sin embargo, a finales de los 80 ha comenzado otra época con más trabajo, con contrato de gente nueva y joven... ¡Ojalá las nuevas generaciones se vuelvan a sentir atraídas por los astilleros, aspecto vital para un ingeniero!

Hemos pasado unos años muy malos, con una reconversión brutal que se hizo con poca sensibilidad. Sin embargo, a finales de los 80 ha comenzado otra época con más trabajo, con contrato de gente nueva y joven.

«Empezamos de cero»

—¿Qué hizo al abandonar Bazán?

—En 1973 vine a Madrid, a una compañía naviera que entonces comenzaba su desarrollo, Austramarsa de Explosivos Riotinto. Empezamos de cero, unas cuatro personas y sin flota. La hemos desarrollado entre todos y hoy estamos orgullosos de ser la naviera privada más importante de España. En el año 89 nos fusionamos y la compañía se llama ERSHIP. Aquí espero permanecer hasta que me retire.

—¿Cómo va a conseguir mantener el liderazgo de ERSHIP?

—El mundo actual es tan dinámico que

tenemos que vencer grandes desafíos en todos los frentes. Mi objetivo es mantener y desarrollar ERSHIP hasta que me retire. Ahora vamos por la línea de la internacionalización. La marina mercante que en la década de los 60 se enmarcaba en un ambiente de protección; ahora, desde los Reglamentos Comunitarios de diciembre del 86, se caracteriza por competir ante la liberalización total del sector.

—¿En qué situación de actividad se encuentran?

—Competimos, lógicamente, con toda la marina mercante mundial aunque nuestra principal área de funcionamiento se encuentra en las aguas del Mediterráneo, y desde el Norte de Europa hasta las costas africanas de Nigeria. La competencia proviene de flotas griegas, chipriotas, noruegas..., de armadores europeos principalmente. Somos una compañía marítima con tres actividades. Como naviera poseemos una flota de diez barcos y estamos especializados en el transporte de graneles secos: granos, fosfatos, fertilizantes...; en total movemos unos cuatro millones de toneladas anuales. Como agentes portuarios tenemos siete agencias; como consignatarios consignamos 2.600 barcos y transportamos tres millones de toneladas al año; con la actividad de brokers hacemos unos 800 fletamentos al año. En total facturamos unos diez mil millones al año.

—¿Con cuánto personal cuentan?

—Esa es para mí la parte más importante de mi empresa. Somos unos 340 empleados, pero funcionamos como una familia. Creo que una empresa es satisfactoria cuando todo su equipo humano está perfectamente integrado. Yo, por ejemplo, me enorgullezco de conocer el nombre de todos mis empleados; si a alguno no le conozco personalmente, al menos sé decir algo de él, de alguna manera le conozco y sé lo que hace.

«Sigo de cerca a cada uno de mis hijos»

Desde su establecimiento definitivo en Madrid, la vida profesional y familiar de Guillermo Zataraín ha estado llena de buenos acontecimientos. Guillermo llevaba casado diez años con Angeles López-Sors, cuando —por fin— nació la primera de sus hijas, María José; a ella le siguieron otros cuatro.

—¿Cómo compagina su trabajo con la educación de una familia numerosa?

—Lo compagino mal porque el horario es malo y muy largo. De todas formas, vivo al lado de la oficina y eso lo hace algo más sencillo. Eso de que la actividad marítima la tengamos todos los días del año me absorbe bastante. De todas formas, nos vemos lo suficiente y sigo de cerca la marcha de cada uno; noto cuando hay alguno que se sale del marco y trato de ayudarle. Estamos bastante unidos a pesar de las dificultades de tiempo; la familia se ha acomodado a mi horario y, por ejemplo, mis hijos se acuestan tardísimo. Nos vemos siempre a la hora del desayuno y por la noche.

El hombre tiene necesidades espirituales, familiares y sociales que no pueden quedar perjudicadas por el exceso de trabajo.

—¿Qué es lo que quiere transmitir a sus hijos?

—Les transmito lo mismo que me dio mi padre: sentido de la honradez y del trabajo. Pienso que uno puede valer más o menos pero que cuando se interesa por lo que está haciendo, lo realiza bien y con sentido de responsabilidad, siempre llega a lo que quiere. Creo que el trabajo es algo positivo, enriquecedor, cualquier trabajo, no sólo en la empresa, sino el del hogar, el que sea. Ahí es donde la persona se relaciona con los demás y alcanza la felicidad que se puede conseguir aquí abajo. Eso es lo que quiero para mis hijos, y que no se sumerjan en esa civilización que considera el trabajo como algo negativo, sólo satisfecha plenamente en los ratos de ocio.

—Pero, ¿cuál es su límite para no extralimitarse en el trabajo?

—Uno se pasa trabajando cuando no atiende a otros campos de la actividad humana que son necesarios para él. Por ejemplo, el hombre tiene necesidades espirituales, familiares y sociales que no pueden quedar perjudicadas por el exceso de trabajo.

—¿Qué papel ha desempeñado su mujer en su vida?

—Ella es fundamental para mí. Es muy activa y lleva el peso de la casa y de la educación de mis hijos. Sin ella, no hubiese podido llegar a donde estoy.

—¿Qué le gusta hacer en sus ratos de ocio?

—Mis hobbies preferidos son estar con mi familia, leer y escuchar música. Lo paso muy bien leyendo lo que otras personas han pensado; me apasionan los campos de la historia, filosofía, política y economía. Los ingenieros navales somos también grandes humanistas.

Cristina Larraondo
Fotos: Javier Pavía

Ingeniería logística

Por JUAN GELPI GUERREIRO
Ingeniero Naval

1. LOGISTICA

Históricamente el concepto de logística proviene de aspectos específicos de la gestión militar e industrial. Desde la perspectiva militar, la logística se identificó con la adquisición, mantenimiento y transporte de material, medios y tropas. Desde la perspectiva industrial, con actividades tales como gestión de flujos de materiales, transporte, compras, almacenamiento, control de inventarios, etc.

Recientemente el campo de la logística se ha visto incrementado espectacularmente, estimulado por las nuevas tendencias tecnológicas. Los productos se hacen más complejos a medida que la tecnología avanza y los requisitos logísticos experimentan un crecimiento general. La necesidad de ser más competitivos en el mercado hace que la empresa industrial ofrezca al cliente, junto al sistema fabricado, un auténtico apoyo técnico durante su fase operativa. Ello ha enfatizado la atención en el concepto de ciclo de vida del sistema y la logística ha adquirido una importancia comparable a la del proyecto y la producción.

En un intento de responder a la actual situación, la Society of Logistics Engineers (SOLE) —U. S. A.— ha definido la logística como: "The art and science of management, engineering, and technical activities concerned with requirements, design, and supplying and maintaining resources to support objectives, plans, and operations". En definitiva, la logística se ha convertido en un amplio conjunto de funciones y actividades dirigidas al apoyo del sistema, distribuidas a lo largo del amplio abanico de situaciones que conforman su ciclo de vida.

2. LA LOGISTICA EN EL PROYECTO

La experiencia ha demostrado reiteradamente que el coste del ciclo de vida de un determinado sistema se ve determinado en su mayor medida por decisiones tomadas durante las fases iniciales de su concepción y proyecto. Las decisiones propias de esas fases iniciales conllevan un impacto trascendental en todas las actividades y operaciones de las siguientes fases del ciclo de vida. Ello, unido al desmesurado coste que la logística puede significar, hace que *resulte primordial implicar el apoyo logístico en el proceso de toma de decisiones desde las más tempranas etapas de la concepción y proyecto del sistema.*

El papel que la logística debe desempeñar en el proceso de ingeniería puede esquematizarse según fig. 1.

Establecida la *configuración base asignada,* puede definirse el denominado *concepto de mantenimiento del sistema,* constituido por los *requisitos de mantenimiento* (maintenance requirements).

Con ello se identifican las principales operaciones de mantenimiento y su implicación en los *criterios de proyecto para equipos principales del sistema,* lo que nos permite definir los *criterios para elementos de apoyo.*

En el ámbito definido por sendos bloques de criterios se establecen diferentes *alternativas de configuración de equipos principales,* desarrollando para cada una de ellas un *Análisis de Apoyo Logístico preliminar.* Tras un proceso interactivo de evaluación de alternativas, se eligen y definen la *configuración de equipos principales* y la *configuración de elementos de apoyo.*

Tras ello se desarrolla en detalle el proyecto del sistema y se lleva a cabo un *Análisis de Apoyo Logístico definitivo.* Este último proporcionará la definición del *Apoyo de Suministro* (ver conceptos más adelante), que deberá mantener una constante coordinación con la fase de producción del sistema, vía Control de Configuración, para asegurar la total compatibilidad de los materiales de apoyo a adquirir.

3. CONCEPTOS LOGISTICOS (Fig. 2)

A. MANTENIMIENTO (MAINTENANCE)

Conjunto de acciones llevadas a cabo sobre un sistema para asegurar su condición operativa o restaurarla en caso de avería.

Se distinguen dos categorías fundamentales de mantenimiento:

- *MANTENIMIENTO CORRECTIVO* CORRECTIVE MAINTENANCE)

Conjunto de acciones no planificadas llevadas a cabo a raíz de un fallo en un sistema, al objeto de restablecer su condición operativa.

- *MANTENIMIENTO PREVENTIVO* (PREVENTIVE MAINTENANCE)

Conjunto de acciones planificadas llevadas a cabo sobre un sistema al objeto de asegurar su condición operativa.

B. APOYO DE SUMINISTRO (SUPPLY SUPPORT)

Materiales de apoyo y trabajos de ingeniería y gestión llevados a cabo para la definición y adquisición de los mismos.

Este concepto incluye todo tipo de materiales necesarios para la operación y mantenimiento del sistema (consumibles, repuestos, herramental, equipos para adiestramiento, etc.),

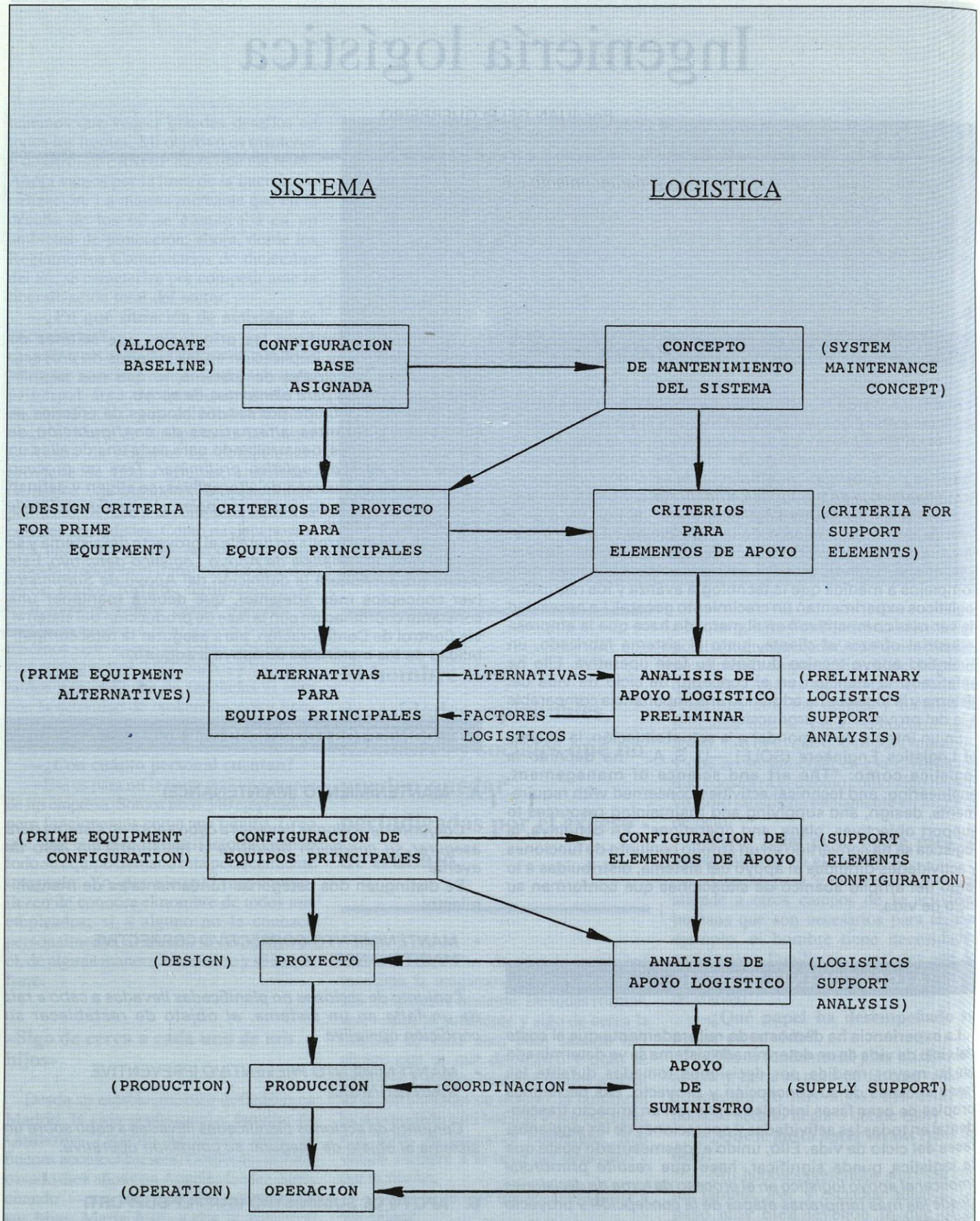


Fig. 1. Implicación de la logística en el proyecto.

todo trabajo de ingeniería necesario para su definición y elaboración de la correspondiente documentación (provisioning documentation) y toda función de compra, distribución y almacenamiento de los mismos.

C. PERSONAL Y ADIESTRAMIENTO (PERSONNEL AND TRAINING)

Personal necesario para la operación y mantenimiento del sistema y su adiestramiento.

El personal se establece en número y cualificación, y el adiestramiento se diseña para alcanzar la cualificación establecida.

D. INFRAESTRUCTURA (INFRASTRUCTURE)

Medios infraestructurales necesarios para llevar a cabo el mantenimiento (talleres, laboratorios, grúas, hangares, etc.).

E. ANALISIS DE APOYO LOGISTICO (LOGISTICS SUPPORT ANALYSIS)

Proceso analítico mediante el cual se identifican las necesidades de apoyo logístico de un sistema.

El Análisis de Apoyo Logístico, como hemos visto en el apartado anterior, ha de aplicarse desde las etapas iniciales de proyecto del sistema para evaluar las distintas alternativas de equipos principales. El resultado del Análisis de Apoyo Logístico (fig. 2) es la definición de necesidades del sistema en los cuatro frentes logísticos fundamentales: *mantenimiento, apoyo de suministro, personal y adiestramiento e infraestructura.*

F. INGENIERIA LOGISTICA (LOGISTICS ENGINEERING)

Ingeniería aplicada al apoyo del sistema durante su fase operativa. Incluye la definición inicial del *concepto de mantenimiento del sistema,* la definición de los *criterios para elementos de apoyo,* el desarrollo del *Análisis de Apoyo Logístico* y toda labor técnica de los cuatro frentes logísticos fundamentales: *mantenimiento, apoyo de suministro, personal y adiestramiento e infraestructura.*

4. INGENIERIA DE SISTEMA (SYSTEM ENGINEERING) (Fig. 2)

Una introducción a la Ingeniería Logística resulta un lugar propicio para presentar el concepto integrador de toda la labor de ingeniería dedicada a un determinado sistema, esto es, la *Ingeniería de Sistema,* que podemos definir como la *integración del esfuerzo técnico desarrollado durante todo el ciclo de vida del sistema.* Pretende optimizar el compromiso entre factores *operativos, económicos y logísticos* e integrar, en un mismo esfuerzo técnico coordinado, el concepto de *proyecto* junto a conceptos tales como:

• *PRODUCIBILIDAD* (PRODUCIBILITY): *Capacidad de un sistema de ser fabricado con la mayor facilidad y economía* (resultante de la mayor integración posible entre las ingenierías de proyecto y producción).

• *MANTENIBILIDAD* (MAINTAINABILITY): *Capacidad de un sistema de ser mantenido con la mayor facilidad y economía, tanto con mantenimiento correctivo como con*

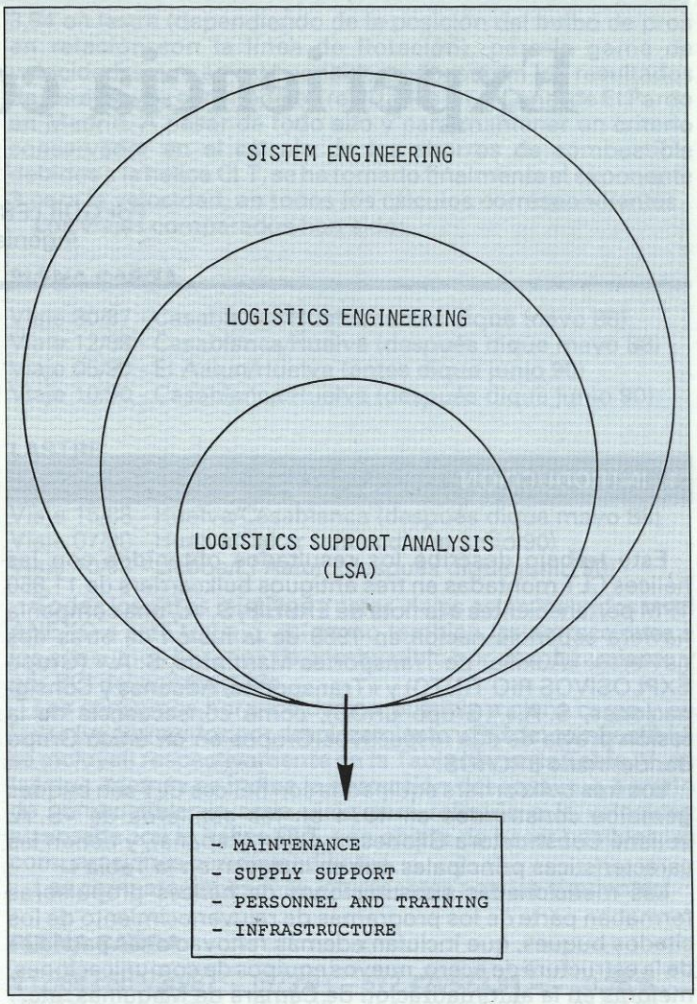


Fig. 2. La logística en la Ingeniería de Sistema

mantenimiento preventivo. El grado de mantenibilidad es un requisito de proyecto, mientras que el mantenimiento es una consecuencia del proyecto. La mantenibilidad se mide mediante el concepto de probabilidad ligado a diversos factores: probabilidad de que el mantenimiento no requiera más de un número determinado de operaciones durante un determinado período de tiempo, probabilidad de que el coste de mantenimiento no exceda de una determinada cantidad durante un determinado período de tiempo, etc.

• *INTERCAMBIABILIDAD* (INTERCHANGEABILITY): *Capacidad de un sistema de poder intercambiar aquellos componentes y partes que poseen misiones similares.*

• *RASTREABILIDAD* (TRACEABILITY): *Capacidad de un sistema de que puedan identificarse los orígenes de todos sus componentes y partes* (fabricante, fecha de fabricación, lote de fabricación, etc.). Imprescindible cuando, por ejemplo es vital conocer en qué otras zonas del sistema o en qué otros sistemas de la serie puede encontrarse otra pieza defectuosa similar a la que originó un determinado fallo.

• *FIABILIDAD* (RELIABILITY): *Capacidad* (probabilidad) *de buen funcionamiento* (seguridad funcional) *de un sistema, durante un determinado período de tiempo y bajo unas determinadas condiciones operativas.*

• *DISPONIBILIDAD* (AVAILABILITY): *Capacidad de un sistema de iniciar su operación en un determinado instante aleatorio.*

Experiencia con hélices CLT

Por GUILLERMO ZATARAIN
Ingeniero Naval

1. INTRODUCCION

Este trabajo describe los resultados obtenidos con las hélices CLT montadas en tres antiguos bulkcarriers de 11.850 TPM pertenecientes a la flota de ERSHIP, S. A., una compañía naviera española nacida en 1989 de la fusión de otras dos navieras: «Auxiliar de Transportes Marítimos, S. A.» (Grupo EXPLOSIVOS RIO TINTO) y «Transportes, Aduanas y Consignaciones, S. A.» (Grupo CROS), como consecuencia de la fusión previa de sus respectivos Grupos en un único Grupo denominado ERCROS.

Los tres bulkcarriers equipados con hélices CLT son buques gemelos construidos en 1974 en los astilleros de «S. A. Juliana Constructora Gijonesa», Gijón (España), y tienen las características principales que se incluyen en la Tabla I.

Las mencionadas substituciones de hélices propulsoras formaban parte de los programas de rejuvenecimiento de los citados buques, que incluían además renovaciones parciales de la estructura de acero, nuevos equipos de comunicaciones, mejoras en la automatización de Cámara de Máquinas, etc.

Los objetivos de ERSHIP, como compañía armadora, eran básicamente los siguientes:

A) Aumentar la seguridad en el manejo de los buques.
B) Reducir los costes de explotación por medio de:

B1 - Reducción de la tripulación.
B2 - Reducción de la cuenta de combustible.

En cuanto a la reducción del consumo de combústible, había dos maneras diferentes de conseguirlo, concretamente:

— Cambio del motor propulsor, instalando uno nuevo con un consumo específico más bajo.
— Cambio de la hélice propulsora, instalando una nueva con un mayor rendimiento.

La instalación de un motor nuevo en un buque viejo no es realmente una solución económica, como consecuencia del alto coste del mismo, y del tiempo relativamente corto disponible para recuperar la correspondiente inversión.

Estos buques consumían combustibles IFO-40/IFO-60 para propulsión, con un gasto total anual para cada uno de unos 40 millones de pesetas, a los precios existentes durante el primer semestre de 1990.

En vista de las citadas circunstancias, se escogió en principio el cambio de la hélice como el medio más económico de reducir el mencionado gasto en combustible. Los proyectistas de las llamadas hélices CLT ofrecían una reducción en el consumo de combustible no menor del 12% a velocidad constante, si se montaban hélices CLT en estos buques. Adicionalmente, prometían eliminar las erosiones de cavitación que sufrían las hélices existentes (1 millón de pesetas al año por cada buque gastado en la reparación de las erosiones de cavitación de las palas), así como también las molestísimas vibraciones del casco que se sentían en la popa de los buques.

Las nuevas hélices CLT iban a tener un diámetro más pequeño y un peso menor, debido en parte a ese menor diámetro y en parte a la supresión del reforzado para Hielo Clase III. Las características de ambas hélices, la convencional existente y la nueva CLT, se incluyen en la Tabla II. Merece la pena mencionarse que las dos hélices absorben la misma potencia a las mismas RPM en idénticas condiciones, aunque el valor de «diámetro más paso» es más bajo para la hélice CLT.

Finalmente se tomó la decisión de montar una hélice CLT en un primer buque, el «Guardo», con la esperanza de recuperar la correspondiente inversión en un par de años, por medio de la prometida reducción en el consumo de combustible.

2. BUQUE «GUARDO»

La nueva hélice CLT fue montada en el buque «Guardo» en junio de 1990, mientras estaba en dique seco para una serie de reparaciones rutinarias y también para un granallado completo del casco.

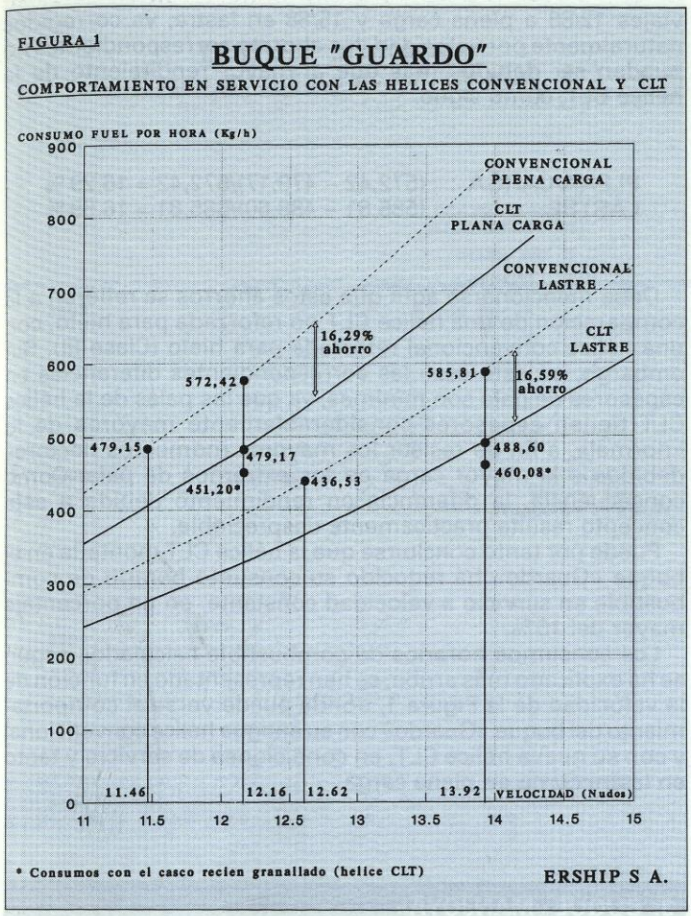
El día 18 de junio, el buque «Guardo» salió a navegar con su hélice CLT completamente nueva, para realizar algunas pruebas preliminares en la mar, no lejos de la costa, y desde el primer momento se apreciaron a bordo varias y buenas cosas nuevas: el funcionamiento de la hélice era mucho más suave y silencioso, no se sentían vibraciones de ningún tipo, los ángulos de timón necesarios para mantener el rumbo del buque bajo el mando de su piloto automático eran aproximadamente la mitad de los ángulos necesarios anteriormente, y finalmente la estela de la hélice detrás del buque era considerablemente más estrecha y más rectilínea.

Más tarde se vio también que el círculo evolutivo del buque con el timón todo a una banda, tenía un diámetro que era aproximadamente el 80% del diámetro del círculo evolutivo que el buque describía anteriormente a la misma velocidad.

Se realizaron también pruebas de velocidad aproximadas a rumbos opuestos, con el resultado preliminar de que se obtenía una velocidad unos 0,8 nudos más alta que anteriormente, con el buque en lastre y al mismo desplazamiento, y también a las mismas RPM del motor propulsor.

La tripulación del buque «Guardo» se sintió pronto muy favorablemente impresionada por la hélice CLT, aunque cuando la hélice estaba siendo montada en el buque, su primera reacción fue en contra de la misma, posiblemente a causa de su rara apariencia. De hecho, una hélice CLT resulta muy extraña a primera vista. Cuando se contempla una hélice CLT, podría imaginarse que las placas o barreras de extremo de pala (que son fundidas en una sola pieza con la hélice), fueran como trozos de una tobera inexistente que rodease a la hélice, y que estuvieran pegados a los extremos de las palas.

Dejando a un lado el aspecto de la hélice CLT, y en vista de los buenos resultados preliminares mencionados, se decidió llevar a cabo un estudio comparativo sobre velocidades y consumos de combustible del buque, en una serie de viajes realizados antes y después de la estancia en dique seco en la que fue montada la hélice CLT, y también antes y después de la estancia en dique anterior, que tuvo lugar en mayo de 1988.



Para la selección de los viajes a comparar, se impusieron las siguientes condiciones restrictivas:

1) Estados y direcciones de la mar relativas al buque, idénticos o muy similares.
2) Fuerzas y direcciones del viento relativas al buque, idénticas o muy similares.
3) Misma área marítima, para que las corrientes marinas correspondientes fuesen idénticas o muy similares.

Los viajes seleccionados fueron uno en lastre y uno en plena carga, antes y después de cada una de las mencionadas estancias en dique, que cumplían razonablemente bien con las citadas condiciones impuestas.

Se han utilizado únicamente datos totalizados para viajes completos, o para días completos en el caso de que un viaje determinado se extendiera más allá del área marítima seleccionada, como son distancia recorrida y tiempo necesario y combustible consumido para recorrerla.

En todos los casos, los datos necesarios han sido tomados de los Informes Oficiales redactados por el Capitán y por el Jefe de Máquinas para cada viaje. Sin embargo, se han hecho las oportunas correcciones en los consumos horarios de combustible, para tener en cuenta las pequeñas diferencias existentes en los desplazamientos del buque y en el Poder Calorífico Inferior (PCI) del combustible existente a bordo.

El consumo específico de combustible del motor propulsor ha sido tomado como constante (para combustibles del mismo PCI), para la gama de potencias de propulsión que se están considerando, ya que el consumo específico medido originalmente en el Banco de Pruebas fue de 158 gr/BHP/h, para potencias entre el 50 y el 75 % MCR.

En consecuencia, los consumos horarios de combustible son proporcionales a las potencias (BHP) desarrolladas por el motor propulsor y por tanto son también proporcionales a la velocidad del buque elevada al cubo. Tal exponente de velocidad es en realidad 3,42 en plena carga y varía de 3,42 a 3,94 en lastre (dependiendo de la posición del bulbo de proa en relación con la línea de flotación), para la gama de velocidades que se está considerando, según los resultados de los ensayos con modelos realizados en el Canal de El Pardo en Madrid. A pesar de todo ello y para mantener un criterio conservador en el cálculo de los ahorros de combustible debidos a la hélice CLT, se ha tomado finalmente el exponente 3 para la velocidad, en todos los cálculos correspondientes.

Los viajes comparados han sido:

PLENA CARGA

Viaje 30/87 - Casablanca/Huelva (antes dique mayo 88)
Viaje 12/88 - Casablanca/Huelva (después dique mayo 88)
Viaje 05/90 - El Aaiun/Huelva (antes dique junio 90)
Viaje 10/90 - Casablanca/Huelva (después dique junio 90)

LASTRE

Viaje 04/88 - Valencia/Casablanca (antes dique mayo 88)
Viaje 15/88 - Huelva/Casablanca (después dique mayo 88)
Viaje 07/90 - Huelva/Dakar (antes dique junio 90)
Viaje 10/90 - Lisboa/El Aaiun (después dique junio 90)

Todos los datos relativos a estos viajes están incluidos en el ANEXO a este trabajo, así como también las correcciones a los consumos horarios de combustible por desplazamiento y por PCI del combustible.

Los consumos horarios de combustible a plena carga y en lastre (ya corregidos por desplazamiento y PCI del combustible) se incluyen respectivamente en la Tabla III y en la Tabla IV, en las que además se indica la corrección del consumo horario de combustible de cada viaje para referirlo a la velocidad alcanzada con la hélice CLT, con objeto de hacer posibles las comparaciones correspondientes.

Las comparaciones más interesantes son las siguientes:

PLENA CARGA

V12/88 con V30/87: – (573,91 – 572,42)/573,91 = – 0,26 %
V10/90 con V05/90: – (661,02 – 451,20)/661,02 = – 31,74 %
V10/90 con V12/88: – (572,42 – 451,20)/572,42 = – 21,18 %

LASTRE

V15/88 con V04/88: – (579,48 – 585,81)/579,48 = + 1,09 %
V10/90 con V07/90: – (639,45 – 460,08)/639,45 = – 28,05 %
V10/90 con V15/88: – (585,81 – 460,08)/585,81 = – 21,46 %

Como puede verse en las mencionadas comparaciones, la estancia en dique de 1988 tuvo únicamente un efecto mínimo en el consumo horario de combustible. Esto fue debido al relativamente buen estado del casco antes de la entrada en dique, sin incrustaciones en los fondos y con muy pocos limos y algas, de tal forma que la reducción de rugosidad debida a la eliminación de los citados limos y algas, fue más o menos compensada por la rugosidad propia de la pintura nueva.

Por el contrario, la estancia en dique de 1990 tuvo un efecto espectacular en el consumo horario de combustible, en parte debido al mal estado del casco antes de la entrada en dique, en parte debido al granallado completo a que fue sometido el casco durante esa estancia en dique, y también en parte debido a la nueva hélice CLT montada en el buque.

Con objeto de evitar cualquier tipo de consideración sobre el estado del casco anterior a ambas estancias en dique, resulta más conveniente comparar solamente los consumos horarios de combustible obtenidos después de cada estancia en dique, como ya se ha hecho también más arriba, obteniéndose un ahorro de 21,8 % en plena carga y de 21,46 % en lastre.

Estos ahorros se deben ya por tanto únicamente a la hélice CLT y al efecto del granallado del casco en la rugosidad del mismo.

Es necesario en consecuencia calcular la diferencia de rugosidad existente entre el casco recién pintado sin ningún granallado previo (limpiado solamente con agua a presión) y el casco recién pintado después de un granallado previo completo, así como también es preciso calcular el efecto de tal diferencia de rugosidad en la potencia propulsora.

Cuando el buque salió a navegar después de su estancia en dique de 1990, y asumiendo que el mencionado granallado del casco fuera perfectamente ejecutado, debe admitirse que su rugosidad era la mínima esperable en un buque de 16 años, es decir: rugosidad de construcción, rugosidad de envejecimiento, rugosidad de granallado y rugosidad de pintura nueva.

Según Byrne y Townsin (Referencias 1 y 2), la rugosidad de construcción es de 50 micras (rugosidad media del casco o AHR), y según Le Guern (Referencia 3), la rugosidad de envejecimiento es de 10 micras/año (AHR), aunque en este caso se toma sólo una cifra de 6 micras/año, con objeto de permanecer siempre en el lado seguro. Según Morán (Referencia 4), un granallado completo crea una rugosidad de 90 micras (AHR), y finalmente según Townsin de nuevo (Referencia 2), la rugosidad debida a la pintura nueva es de 80 micras (AHR).

La rugosidad total del casco, después de la estancia en dique de 1990, era por tanto la siguiente:

AHR de construcción	:	50 micras
AHR de envejecimiento	:	100 micras
AHR de granallado	:	90 micras
AHR de pintura nueva	:	80 micras
AHR total	:	320 micras (1990)

Cuando el buque salió a navegar después de su estancia en dique de 1988, la rugosidad de su casco era la de un buque de 14 años de edad, recién pintado, pero sin haber sido sometido a ningún granallado completo desde su construcción.

De acuerdo con las estadísticas publicadas por Townsin (Referencia 2), la rugosidad del casco (AHR) de buques que nunca fueron granallados después de su construcción y teniendo edades comprendidas entre 12 y 19 años, puede variar entre 400 y 800 micras, en la casi totalidad de los casos estudiados, y con la mayoría de los casos concentrados entre 500 y 700 micras.

Por tanto puede admitirse con un gran margen de seguridad, en vista por otra parte del buen aspecto que presentaba el casco del buque cuando entró en dique en 1988, que su rugosidad era de unas 800 micras (AHR), con el siguiente desglose, según la literatura mencionada más arriba:

AHR de granallado de planchas	:	90 micras
AHR de construcción	:	50 micras
AHR de envejecimiento	:	90 micras
AHR de óxido y pintura vieja	:	500 micras
AHR de pintura nueva	:	80 micras
AHR total	:	810 micras (1988)

Según Townsin (Referencia 4), el porcentaje de incremento de la potencia propulsora (o del consumo horario de combustible en este caso) debido a la diferencia de rugosidad existente entre el casco del buque al salir de dique en 1988, y el casco del buque al salir de dique en 1990, es el siguiente:

$$\text{Increm. consumo combust. (\%)} = 2{,}5\,(810^{1/3} - 320^{1/3}) = 6{,}2\,\%$$

En consecuencia, si el buque «Guardo» hubiese tenido una rugosidad de casco de 810 micras durante el viaje 10/90, los correspondientes consumos horarios de combustible habrían sido los siguientes:

PLENA CARGA : 451,20 × 1,062 = 479,17 Kg/h
LASTRE : 460,08 × 1,062 = 488,60 Kg/h

Si ahora se comparan estos consumos horarios de combustible, ya corregidos por rugosidad, con los consumos de los viajes 12/88 a plena carga y 15/88 en lastre, ya corregidos naturalmente por velocidad, los ahorros correspondientes no pueden ser debidos más que al mayor rendimiento de la hélice CLT, como sigue:

PLENA CARGA : (572,42 – 479,17)/572,42 = 16,29 %
LASTRE : (585,81 – 488,60)/585,81 = 16,59 %

Debe mencionarse aquí que estos ahorros se refieren a la comparación de una hélice CLT no reforzada para hielo, con una hélice convencional reforzada para hielo (Clase III). Sin embargo, en este caso las correspondientes diferencias en espesores de pala son mínimas, ya que las palas de la hélice CLT tienen espesores considerablemente mayores de lo «normal», a fin de resistir los mayores momentos flectores debidos a la mayor carga en los extremos de pala. Como consecuencia, la diferencia en rendimiento debida a este concepto resulta prácticamente despreciable.

Puede por tanto concluirse que la hélice CLT montada en el buque «Guardo» ha reducido su consumo horario de combustible en servicio a velocidad constante, en un porcentaje mayor del 16 %.

Los consumos horarios de combustible calculados según se ha explicado más arriba, se han representado en función de la velocidad de la Figura 1, donde puede verse el comportamiento del buque «Guardo» con su antigua hélice convencional y con su nueva hélice CLT, en condiciones de servicio y tanto en lastre como en plena carga.

3. BUQUE «MANJOYA»

En vista de los excelentes resultados obtenidos con el buque «Guardo», según se ha explicado en el capítulo anterior, su buque gemelo «Manjoya» fue también equipado con una hélice CLT en febrero de 1991.

El buque «Manjoya» fue dedicado a tráficos nuevos inmediatamente después del montaje de su nueva hélice CLT, de manera que ha sido prácticamente imposible encontrar viajes con hélice CLT adecuados para realizar comparaciones fiables con otros viajes anteriores.

Pero por otra parte, inmediatamente después de la salida del dique en el que le fue montada la hélice CLT, el buque «Manjoya» fue sometido a unas rigurosas pruebas de velocidad en la milla medida de Sesimbra, cerca de Lisboa, de manera que era fácil comparar estas pruebas con las pruebas oficiales de entrega realizadas en la milla medida de Gijón (costa Norte de España) en 1974, tal y como se explica a continuación.

Pruebas en Sesimbra

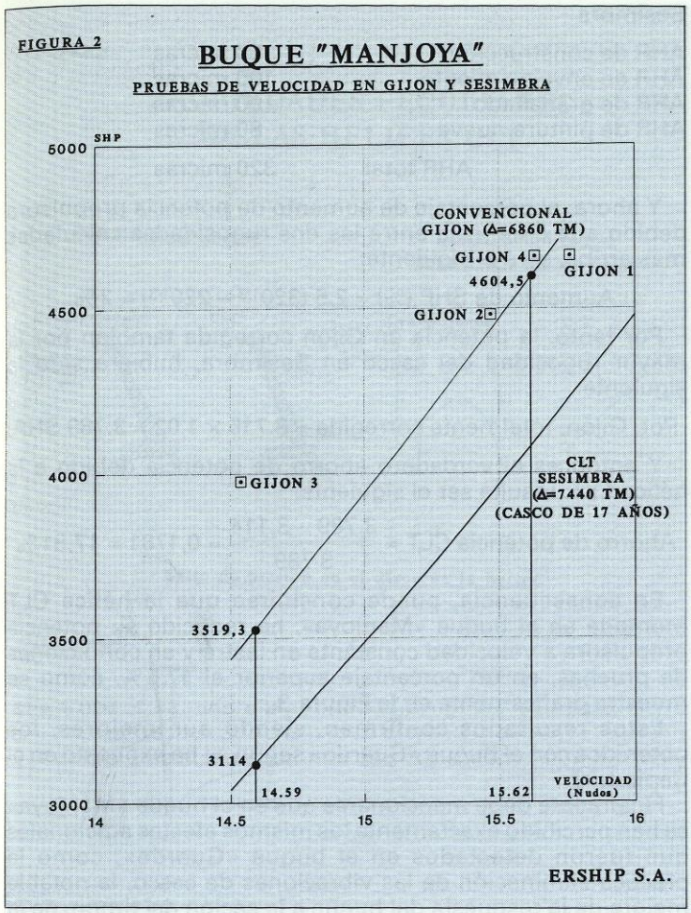
Estas pruebas fueron realizadas el día 23 de febrero de 1991, en condiciones de buen tiempo y mar llana, con el buque teniendo un calado de proa de 3,22 m y un calado de popa de 5,54 m, que corresponden a un desplazamiento de 7.440 Tm, y en aguas de profundidad superior a 50 m.

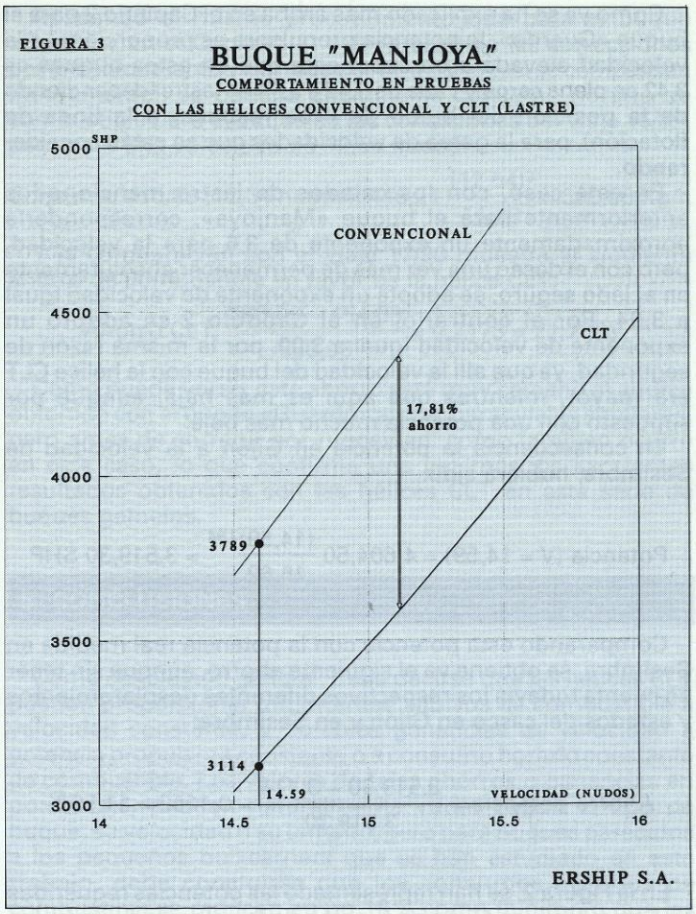
Las siguientes magnitudes fueron medidas:

		1ª Cor. (O)	2ª Cor. (E)	3ª Cor. (O)	Media
Velocidad (nudos)	:	14,80	14,49	14,59	14,59
RPM hélice	:	132,69	132,97	133,11	132,93
Par en eje (Kgxm)	:	16.626,00	16.830,00	16.825,00	16.778,00
Potencia (SHP)	:	3.080,50	3.124,70	3.127,00	3.114,00

En resumen, los resultados de las pruebas de velocidad de Sesimbra fueron:

Velocidad (nudos)	:	14,59
Potencia en el eje (SHP)	:	3.114,00
Desplazamiento (Tm)	:	7.440,00





Pruebas en Gijón

Con la intención de permanecer siempre en el lado seguro, se seleccionaron para su comparación con Sesimbra, los mejores resultados de los obtenidos con los tres buques gemelos «Guardo», «Manjoya» y «Milanos», que fueron precisamente los del buque «Guardo».

Las pruebas de entrega del buque «Guardo» fueron realizadas en agosto de 1974, en condiciones de buen tiempo y mar llana, con el buque teniendo un calado de proa de 3,46 m y un calado de popa de 4,75 m, que corresponden a un desplazamiento de 6.860 Tm, y en aguas de profundidad superior a 50 m.

En estas pruebas de velocidad se realizaron 4 corridas dobles, con los siguientes resultados:

Primera corrida doble		Este	Oeste	Media (1ª Cor.)
Velocidad (nudos)	:	14,87	16,66	15,76
RPM hélice	:	155,44	155,49	155,47
Par en eje (Kgxm)	:	21.548,00	21.427,00	21.487,00
Potencia (SHP)	:	4.676,70	4.651,90	4.664,30

Segunda corrida doble		Este	Oeste	Media (2ª Cor.)
Velocidad (nudos)	:	14,56	16,38	15,47
RPM hélice	:	152,59	152,61	152,60
Par en eje (Kgxm)	:	21.234,00	20.897,00	21.065,50
Potencia (SHP)	:	4.524,00	4.452,80	4.488,40

Tercera corrida doble		Este	Oeste	Media (3ª Cor.)
Velocidad (nudos)	:	14,01	15,07	14,54
RPM hélice	:	146,09	146,13	146,11
Par en eje (Kgxm)	:	19.236,00	19.838,00	19.537,00
Potencia (SHP)	:	3.923,80	4.047,70	3.985,70

Cuarta corrida doble		Este	Oeste	Media (4ª Cor.)
Velocidad (nudos)	:	15,90	15,36	15,63
RPM hélice	:	155,46	155,42	155,44
Par en eje (Kgxm)	:	21.234,00	21.715,40	21.474,70
Potencia (SHP)	:	4.609,10	4.712,40	4.660,80

Todos estos resultados pueden resumirse como sigue:

		1ª Cor.	2ª Cor.	3ª Cor.	4ª Cor.
Velocidad (nudos)	:	15,76	15,47	14,54	15,63
Potencia (SHP)	:	4.664,30	4.488,40	3.985,70	4.660,80
Coef. Almirantazgo	:	303,00	297,80	278,40	295,80

Sin embargo, y según puede verse por el correspondiente Coeficiente del Almirantazgo, la relación velocidad/potencia en la tercera corrida, es notablemente peor que en las restantes tres corridas, por lo que la citada tercera corrida debe ser eliminada, si se quiere mantener un criterio conservador. Los resultados finales son por tanto los siguientes:

		1ª Cor.	2ª Cor.	4ª Cor.	Media
Velocidad (nudos)	:	15,76	15,47	15,63	15,62
Potencia (SHP)	:	4.664,30	4.488,40	4.660,80	4.604,50

En resumen, los resultados de Gijón fueron:

Velocidad (nudos)	:	15,62
Potencia (SHP)	:	4.604,50
Desplazamiento (Tm)	:	6.860,00

Comparación

Para comparar los resultados de Sesimbra (1991) con los resultados de Gijón (1974), es necesario primeramente calcular la potencia que habría sido requerida en Gijón para propulsar al buque a una velocidad igual a la velocidad medida en Sesimbra y con un desplazamiento igual al que tenía el buque en Sesimbra.

Como ya se ha explicado más arriba en el Capítulo 2 para el buque «Guardo», la potencia propulsora es proporcional a la velocidad elevada a un exponente que en estos buques es 3,42 en plena carga y varía de 3,42 a 3,94 en lastre (dependiendo de la posición del bulbo de proa respecto a la línea de flotación), para la gama de velocidades que se están considerando.

En este caso, con los calados de lastre mencionados anteriormente para el buque «Manjoya», correspondería aproximadamente un exponente de 3,6 para la velocidad, pero con el deseo una vez más de permanecer absolutamente en el lado seguro, se adopta un exponente de velocidad igual a 3,94. Por el contrario, en el Capítulo 2 se adoptó un exponente de velocidad igual a 3,00, por la misma razón de seguridad, ya que allí la velocidad del buque con la hélice CLT era mayor, mientras que aquí es más baja, aunque por supuesto con una potencia mucho más baja.

En consecuencia la potencia en Gijón a la velocidad de Sesimbra, hubiera sido:

$$\text{Potencia } (V = 14{,}59) = 4.604{,}50 \frac{(14{,}59)^{3{,}94}}{15{,}62} = 3.519{,}30 \text{ SHP}$$

Comparando esta potencia con la potencia real medida en Sesimbra, se obtiene ya el siguiente ahorro, aunque sin tener en cuenta todavía los respectivos diferentes desplazamientos y estados del casco en Gijón y en Sesimbra:

$$\text{Ahorro potencia} = \frac{3.519{,}30 - 3.114}{3.519{,}30} = 0{,}1152 = 11{,}52\,\%$$

En la Figura 2, se han representado las potencias requeridas en Sesimbra y en Gijón en función de la velocidad, según los supuestos conservadores establecidos más arriba, y sin corregir todavía por las diferencias en desplazamiento y en rugosidad del casco.

Para pequeñas diferencias de desplazamiento, se admite normalmente que la potencia propulsora es proporcional al desplazamiento elevado al exponente 2/3, aunque cuando existe además una diferencia notable en trimado, ello no es cierto. En este caso y de acuerdo con los resultados de los ensayos de modelos realizados en el Canal de El Pardo en Madrid para diversas condiciones de lastre con trimados diferentes, el trimado mucho mayor existente en Sesimbra tuvo una influencia negativa sustancial, de manera que el exponente de la relación de desplazamientos debería ser bastante mayor que 2/3. Sin embargo y siguiendo también ahora un criterio extremadamente conservador, el exponente adoptado es finalmente 2/3.

Por tanto, la potencia en Gijón a la velocidad de Sesimbra y con el desplazamiento de Sesimbra, hubiera sido la siguiente:

$$\text{Potencia } (V = 14{,}59/\Delta = 7.440) = 3.519{,}30 \frac{(7.440)^{2/3}}{6.860} = 3.715 \text{ SHP}$$

Ahora ya el ahorro de potencia es mayor, como se indica a continuación:

$$\text{Ahorro potencia} = \frac{3.715 - 3.114}{3.715} = 0{,}1618 = 16{,}18\,\%$$

Este ahorro todavía no tiene en cuenta la mayor rugosidad del casco en Sesimbra (aunque había sido totalmente granallado inmediatamente antes de las pruebas), después de una vida de servicio activo de 17 años. Para calcular la influencia de tal diferencia en rugosidad puede aplicarse el mismo procedimiento explicado en el Capítulo 2, como sigue:

Gijón

AHR de granallado de planchas	:	90 micras
AHR de construcción	:	50 micras
AHR de pintura nueva	:	80 micras
AHR total	:	220 micras

Sesimbra

AHR de construcción	:	50 micras
AHR de envejecimiento	:	100 micras
AHR de granallado	:	90 micras
AHR de pintura nueva	:	80 micras
AHR total	:	320 micras

Y ahora, el porcentaje de aumento de potencia propulsora debido a la diferencia entre las dos rugosidades calculadas más arriba, será el siguiente:

$$\text{Aumento de SHP } (\%) = 2{,}5\,(320^{1/3} - 220^{1/3}) = 2\,\%$$

Por tanto, la potencia en Gijón corregida también por la mayor rugosidad del casco en Sesimbra, hubiera sido la siguiente:

$$\text{Pot. Gijón, totalmente corregida} = 3.715 \times 1{,}02 = 3.789 \text{ SHP}$$

Y entonces el verdadero ahorro de potencia debido a la hélice CLT, resulta ser el siguiente:

$$\text{Ahorro de potencia CLT} = \frac{3.789 - 3.114}{3.789} = 0{,}1781 = 17{,}81\,\%$$

En consecuencia, puede concluirse que la hélice CLT montada en el buque «Manjoya», ha reducido su potencia propulsora a velocidad constante en lastre y en condiciones de pruebas, en un porcentaje superior al 17,5 %, como se muestra gráficamente en la Figura 3.

Estos resultados confirman, siendo aún mejores, los obtenidos con el buque «Guardo» según se ha expuesto en el Capítulo 2.

Finalmente debe mencionarse que en el buque «Manjoya» se han percibido exactamente los mismos efectos adicionales que fueron detectados en el buque «Guardo», como la práctica eliminación de las vibraciones de casco, la notable mejora de la respuesta del buque a la acción del timón, de la que se deriva un menor diámetro del círculo evolutivo y una mayor capacidad para mantener el rumbo con muy pequeños ángulos de timón, y también una estela de la hélice más estrecha y rectilínea.

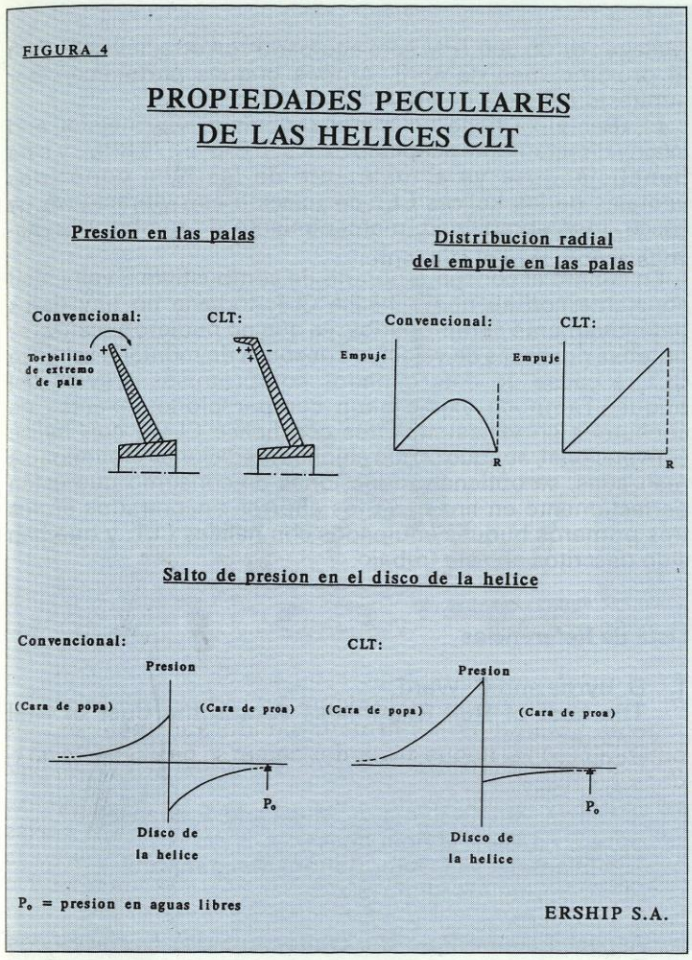
Debe aclararse también que las hélices CLT de los buques «Guardo» y «Manjoya», no tienen hasta ahora erosiones de cavitación de ningún tipo, erosiones que por el contrario aparecían regularmente en las antiguas hélices convencionales de los mismos.

4. BUQUE «MILANOS»

El tercer buque de la serie, el «Milanos», fue también equipado con una hélice CLT en abril de 1991, como puede fácilmente comprenderse, después de los excelentes resultados obtenidos en los dos primeros buques «Guardo» y «Manjoya».

Durante la correspondiente estancia en dique, el casco del buque fue también sometido a un granallado completo, pero sin embargo no se efectuaron pruebas de velocidad esta vez después de montar la hélice CLT, ya que se estimó que era innecesario. Desde entonces el buque «Milanos» ha estado dedicado a nuevos tráficos completamente diferentes a los anteriores, por lo que no ha sido fácil comparar los comportamientos del buque con la antigua hélice convencional y con la nueva hélice CLT.

Sin embargo, según los informes facilitados por el Capitán y el Jefe de Máquinas, el buque alcanza consistentemente una mayor velocidad desde que le fue instalada la hélice CLT, en unos 0,8 nudos en plena carga y en unos 0,9 nudos en lastre, como media para todas las condiciones de tiempo y mar, al comparar viajes hechos después de la última estancia en dique con otros viajes hechos después de la estancia en dique anterior (enero 1989), y por supuesto siempre a las mismas RPM y con la misma carga del motor propulsor (indicadores de carga similares de las bombas de inyección de combustible y temperaturas similares de los gases de escape). Quizá



convenga recordar a este respecto que la hélice CLT fue ajustada para absorber la misma potencia que la hélice convencional a las mismas RPM (en idénticas condiciones).

Para una comparación más exacta, ha sido únicamente posible considerar el viaje 15/89 de Dakar a Huelva (después de la entrada en dique del 89) y el viaje 17/91 de Kpeme a Huelva (después de la entrada en dique del 91), pero tomando solamente una sección de cada uno de ellos, empezando en o enfrente de Dakar y durante unos tres días de navegación a lo largo de la costa Oeste africana, con rumbo Norte. Durante los citados tres días de navegación, el buque encontró en ambos casos viento bonancible y mar tranquila. Los datos exactos recogidos en aquellos tres días de navegación fueron los siguientes, para cada uno de los viajes citados:

V15/89

Desplazamiento	:	15.369,00 Tm
Distancia navegada	:	788,00 millas
Tiempo empleado	:	68,60 horas
Velocidad resultante	:	11,49 nudos
Consumo de combustible	:	30.610,00 Kg
Consumo por hora	:	446,21 Kg/h
Tipo de combustible	:	IFO-60 (PCI = 9.840 Kcal/Kg)
Viento	:	NE/2 nudos
Mar	:	NE/1,5 m

V17/91

Desplazamiento	:	15.355,00 Tm
Distancia navegada	:	903,00 millas
Tiempo empleado	:	72,00 horas
Velocidad resultante	:	12,54 nudos
Consumo de combustible	:	32.690,00 Kg
Consumo por hora	:	454,03 Kg/h
Tipo de combustible	:	IFO-60 (PCI = 9.825 Kcal/Kg)
Viento	:	NO/10 nudos
Mar	:	NO/1 m

Aplicando el mismo procedimiento que para el buque «Guardo» en el Capítulo 2, y despreciando las correcciones por desplazamiento y PCI (que por otra parte casi se compensan mutuamente), se obtiene el siguiente consumo horario de combustible para el buque en las condiciones del viaje 15/89, pero para una velocidad de 12,54 nudos:

$$\text{Consumo V15/89 (12,54 nudos): } 446{,}21\ \frac{(12{,}54)^3}{11{,}49} = 580{,}06 \text{ Kg/h}$$

Y la comparación con el viaje 17/90 muestra el siguiente ahorro de combustible en favor de la hélice CLT:

$$\text{Ahorro CLT: } \frac{580{,}06 - 454{,}03}{580{,}06} = 0{,}2173 = 21{,}73\,\%$$

Como puede verse, este ahorro está muy cercano al ahorro obtenido con el buque «Guardo» al comparar viajes similares, pero antes de corregir por rugosidad, como también ocurre en este caso, lo que confirma una vez más los excelentes resultados obtenidos con las hélices CLT en esta serie de buques gemelos.

5. CONCLUSIONES

Como conclusión general, debe decirse que las hélices CLT pueden proporcionar importantes ahorros de combustible a velocidad constante, y notables ganancias de velocidad a potencia propulsora constante o a consumo horario constante de combustible. Los valores de tales ahorros o ganancias en porcentaje, pueden naturalmente variar según el tipo de buque, su velocidad o su tamaño, pero para buques parecidos a los pequeños bulkcarriers que se han estudiado en este trabajo, debe concluirse que los consumos horarios de combustible se reducen en un 16 % como mínimo o que las velocidades se incrementan en un 5 % como mínimo.

Parece por tanto que el rendimiento de las hélices CLT es sustancialmente más alto que el rendimiento de las hélices convencionales. Los fundamentos teóricos del citado mayor rendimiento no pueden ser por supuesto objeto de este trabajo, aunque tal vez podría simplemente mencionarse que un aumento de la carga de las palas hacia su extremo proporciona un mayor rendimiento de la hélice. Esto se conocía ya desde largo tiempo atrás, aunque solamente como teoría matemática, ya que en la práctica era imposible alcanzar una carga importante en el extremo de la cara de presión de una pala, dado que el mismo estaba comunicado con el extremo de la cara de succión a través del borde de la pala, de tal manera que resultaba imposible mantener allí una diferencia de presión apreciable, y en su lugar aparecían fuertes vórtices de extremo de pala.

Sin embargo, en el momento en que se colocan adecuadamente elementos de barrera (barrera en sentido hidrodinámico) en los extremos de las palas, es ya perfectamente posible mantener la diferencia de presión deseada entre los extremos de ambas caras de una pala. En consecuencia, la geometría de la pala puede entonces diseñarse de forma que la carga de la pala aumente hacia su extremo, con lo que el rendimiento aumenta inmediatamente. Parece que este efecto se hace mayor al ser mayor también la carga de la hélice, y puede llegar a ser verdaderamente espectacular en el caso de hélices muy cargadas (grandes buques lentos de líneas muy llenas).

Está claro por tanto que la simple adición de placas de cierre o barreras de extremo de pala no produce por sí misma la requerida diferencia de presión en los extremos de las palas, sino que únicamente permite que esa diferencia de presión exista allí, en el caso de que sea generada por la adecuada geometría de las palas. En realidad, si la geometría de las palas no se diseña especialmente para tal fin, se producirá una disminución de rendimiento, debida a la resistencia viscosa de las citadas placas o barreras.

Como ya se ha mencionado anteriormente, las placas de extremo de pala podrían ser consideradas como trozos de una tobera inexistente que rodease a la hélice, y que estuviesen pegados a los extremos de las palas de la misma, ya que es

cierto que en una hélice con tobera, puede existir alguna diferencia de presión entre las zonas extremas de ambas caras de una pala. Sin embargo tal diferencia de presión no puede ser importante, ya que si lo fuera se producirían vórtices de extremo de pala de alta velocidad, dentro de la holgura existente entre extremos de pala y tobera, con las correspondientes erosiones en la propia tobera. Por el contrario, en el caso de una hélice CLT no hay holgura ninguna entre los extremos de pala y sus placas, y por tanto la mencionada diferencia de presión puede ser mucho mayor, sin que se produzca ningún vórtice de extremo de pala en absoluto.

Dejando a un lado las mencionadas consideraciones técnicas, en el caso de los bulkcarriers «Guardo», «Manjoya» y «Milanos», el Departamento Comercial de ERSHIP ha adoptado ya consumos reducidos de combustible (15% de reducción), para presupuestar fletes en general en aquellos casos en que las velocidades «standard» deban ser mantenidas, y velocidades aumentadas (5% de aumento) en aquellos casos en que las potencias propulsoras «standard» deban mantenerse.

Y por supuesto tal política comercial está funcionando perfectamente bien en la práctica, quizá incluso un poco demasiado hacia el lado seguro.

Otras conclusiones importantes que pueden deducirse de la experiencia obtenida con estos buques, es que las hélices CLT reducen drásticamente el nivel de vibraciones de casco (anteriormente excitadas por las antiguas hélices convencionales), mejoran considerablemente la respuesta del buque a la acción del timón, lo que significa mejor maniobrabilidad y mejores características de mantenimiento de rumbo, y eliminan muchos tipos de cavitación.

Estas ventajas adicionales de las hélices CLT derivan aparentemente del efecto de apantallado producido por sus placas de cierre o barreras de extremo de pala, así como también de una característica muy peculiar de las hélices CLT, como es que el empuje generado en sus palas proviene de una mayor sobrepresión en la cara de presión y de una menor depresión en la cara de succión, en comparación con hélices convencionales equivalentes.

Las citadas propiedades específicas de las hélices CLT se ilustran gráficamente en la Figura 4.

Finalmente, debe mencionarse que el bulkcarrier «Sac Flix» de 15.700 TPM, fue equipado igualmente con una hélice CLT a finales del mes de enero pasado, y que el bulkcarrier «Sac Málaga» de 30.000 TPM será equipado con otra hélice CLT en el próximo mes de abril. Ambos buques pertenecen por supuesto a la flota de ERSHIP.

El «Sac Flix» tiene un motor propulsor «Burmeister and Wain» directamente acoplado de 6.910 BHP a 175 RPM, y está beneficiándose ya actualmente de las bien conocidas ventajas de las hélices CLT en relación con vibraciones de casco, maniobrabilidad, mantenimiento de rumbo y cavitación.

En cuanto al consumo horario de combustible a velocidad constante con su nueva hélice CLT, todavía no hay datos definitivamente comprobados, ya que no pudieron realizarse pruebas rigurosas de velocidad después de montada la hélice CLT, a causa de determinados compromisos previos del buque. Tampoco existen aún comparaciones exactas de consumos en viajes similares con hélice CLT y con hélice convencional, aunque según algunas mediciones preliminares realizadas, se obtienen reducciones de consumo que están perfectamente en línea con los ahorros encontrados en los tres primeros buques equipados con hélices CLT, y que han sido descritos en este trabajo.

Lista de Referencias

1. D. Byrne and G. Ward.
   The Lost of Hull Roughness versus the Cost of Hull Smoothness.
   BSRA. Conference on Priorities for Reducing the Fuel Bill.
   RINA, 1982.
2. R. L. Townsin, D. Byrne, A. Milne and T. Svensen.
   Speed, Power and Roughness.
   The Economics of Outer Bottom Maintenance.
   RINA, Spring Meeting, 1980.
3. B. Le Guern.
   Aspect Economique du Traitement des Surfaces des Carenes.
   ATMA, 1982.
4. Daniel F. Morán.
   Preparación de Superficies. Influencia de la Rugosidad en el Esquema de Pintura.
   INGENIERIA NAVAL, noviembre 1989.
5. R. L. Townsin.
   Bottom Condition and Fuel Conservation.
   WEGEMT, 1983.

TABLA I

Eslora entre pp.	:	125	m
Manga (trazado)	:	19	m
Puntal (trazado)	:	10,9	m
Calado máximo	:	8,27	m
Peso Muerto correspondiente	:	11.849	Tm
Buque en Rosca	:	3.376	Tm
Potencia Motor Propulsor	:	6.000	BHP (550 RPM)
Consumo específico 50/75% MCR (DO de 10.000 Kcal/Kg)	:	158	gr/BHP/h
Reductor	:	3,5384/1	

TABLA II

		Hélice Convencional	Hélice CLT
Diámetro (mm)	:	4.177	3.800
Paso (mm)	:	3.307	3.585
Diámetro más Paso (mm)	:	7.484	7.385
Número Palas	:	5	5
Relación Area/Disco	:	0,7	0,63
Peso total (kg)	:	7.200	5.640

TABLA III

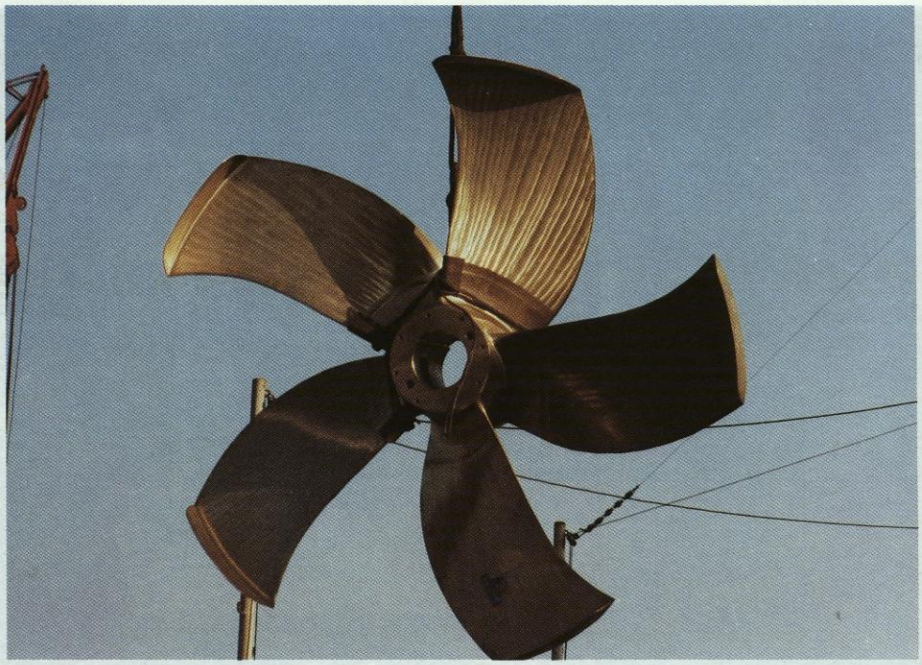
PLENA CARGA	Velocidad (nudos)	Consumo (Kg/h)	Consumo a 12,16 nudos (Kg/h)
V30/87	11,62	500,80	$500,80 \times (12,16/11,62)^3 = 573,91$
V12/88	11,46	479,15	$479,15 \times (12,16/11,46)^3 = 572,42$
V05/90	10,56	432,92	$432,92 \times (12,16/10,56)^3 = 661,02$
V10/90	12,16	451,20	451,20

TABLA IV

LASTRE	Velocidad (nudos)	Consumo (Kg/h)	Consumo a 13,92 nudos (Kg/h)
V04/88	12,97	468,75	$468,75 \times (13,92/12,97)^3 = 579,48$
V15/88	12,62	436,53	$436,53 \times (13,92/12,62)^3 = 585,81$
V07/90	12,49	461,93	$461,93 \times (13,92/12,49)^3 = 639,45$
V10/90	13,92	460,08	460,08

Arriba buque «Guardo», abajo buque «Milanos».

Arriba: La hélice CLT recién montada en el buque «Guardo». Abajo: La hélice CLT recién montada en el buque «Milanos».



La hélice CLT del buque «Guardo».

ANEXO

BUQUE «GUARDO»

Viaje 30/87 - Casablanca/Huelva

PLENA CARGA

Peso muerto	: 9.710 Tm	Calados:	Proa	= 7,12 m
Buque en Rosca	: 3.376 Tm		Popa	= 7,30 m
Desplazamiento	: 13.086 Tm		Medio	= 7,21 m

21 y 22-11-87

Mar (grados/m)	: 340/1
Viento (grados/nudos)	: 350/5
Rumbo (grados)	: 10
Distancia nav. (millas)	: 208,00
Tiempo empleado (horas)	: 17,90
Velocidad media (nudos)	: 11,62
Consumo Combustible (kg)	: 8.055,00
Consumo Combust. (kg/h)	: 450,00
Tipo Combustible	: IFO-60 (d15=0,9550/PCI=9.818 Kcal/kg)
Corrección por desplaz.	: 450,00 x (15.225/13.086)$^{2/3}$ = 497,79 kg/h
Correc. por PCI (Comb.)	: 497,79 x (9.818/9.759) = 500,80 kg/h

Viaje 12/88 - Casablanca/Huelva

PLENA CARGA

Peso muerto	: 11.848 Tm	Calados:	Proa	= 8,23 m
Buque en Rosca	: 3.376 Tm		Popa	= 8,31 m
Desplazamiento	: 15.224 Tm		Medio	= 8,27 m

15 y 16-6-88

Mar (grados/m)	: 320/0,5
Viento (grados/nudos)	: 320/1
Rumbo (grados)	: 10
Distancia nav. (millas)	: 212,00
Tiempo empleado (horas)	: 18,50
Velocidad media (nudos)	: 11,46
Consumo Combustible (kg)	: 8.790,00
Consumo Combust. (kg/h)	: 475,135
Tipo Combustible	: IFO-60 (d15=0,9500/PCI=9.841 Kcal/kg)
Corrección por desplaz.	: 475,135 x (15.225/15.224)$^{2/3}$ = 475,156 kg/h
Correc. por PCI (Comb.)	: 475,156 x (9.841/9.759) = 479,15 kg/h

Viaje 05/90 - El Aaiun/Huelva

PLENA CARGA

Peso muerto	: 11.848 Tm	Calados:	Proa	= 8,00 m
Buque en Rosca	: 3.376 Tm		Popa	= 8,54 m
Desplazamiento	: 15.224 Tm		Medio	= 8,27 m

8-3-90 (tercer día)

Mar (grados/m)	: 60/1
Viento (grados/nudos)	: 60/5
Rumbo (grados)	: 25
Distancia nav. (millas)	: 209,00
Tiempo empleado (horas)	: 19,80
Velocidad media (nudos)	: 10,56
Consumo Combustible (kg)	: 8.613,00
Consumo Combust. (kg/h)	: 435,00
Tipo Combustible	: IFO-60 (d15=0,9660/PCI=9.712 Kcal/kg)
Corrección por desplaz.	: 435,00 x (15.225/15.224)$^{2/3}$ = 435,019 kg/h
Correc. por PCI (Comb.)	: 435,019 x (9.712/9.759) = 432,92 kg/h

Viaje 10/90 - Casablanca/Huelva

PLENA CARGA

Peso muerto	: 11.849 Tm	Calados:	Proa	= 8,21 m
Buque en Rosca	: 3.376 Tm		Popa	= 8,33 m
Desplazamiento	: 15.225 Tm		Medio	= 8,27 m

25 y 26-6-90

Mar (grados/m)	: 340/1,5
Viento (grados/nudos)	: 360/5
Rumbo (grados)	: 10
Distancia nav. (millas)	: 203,00
Tiempo empleado (horas)	: 16,70
Velocidad media (nudos)	: 12,16
Consumo Combustible (kg)	: 7.535,00
Consumo Combust. (kg/h)	: 451,20
Tipo Combustible	: IFO-60 (d15=0,9545/PCI=9.759 Kcal/kg)

Viaje 04/88 - Valencia/Casablanca

LASTRE

Peso muerto	: 3.764 Tm	Calados:	Proa	= 3,86 m
Buque en Rosca	: 3.376 Tm		Popa	= 4,54 m
Desplazamiento	: 7.140 Tm		Medio	= 4,20 m

Comprobación del paso de la hélice CLT del buque «Manjoya».

19-3-88 (tercer día)

Mar (grados/m)	:	320/1
Viento (grados/nudos)	:	210/5
Rumbo (grados)	:	205
Distancia nav. (millas)	:	188,00
Tiempo empleado (horas)	:	14,50
Velocidad media (nudos)	:	12,97
Consumo Combustible (kg)	:	6.950,00
Consumo Combust. (kg/h)	:	479,31
Tipo Combustible	:	IFO-50 (d15=0,9422/PCI=9.879 Kcal/kg) 2/3
Corrección por desplaz.	:	479,31 x (6.780/7.140) = 463,06 kg/h
Correc. por PCI (Comb.)	:	463,06 x (9.879/9.759) = 468,75 kg/h

Viaje 15/88 - Huelva/Casablanca

LASTRE

Peso muerto	:	3.688 Tm	Calados: Proa	= 3,37 m
Buque en Rosca	:	3.376 Tm	Popa	= 4,97 m
Desplazamiento	:	7.064 Tm	Medio	= 4,17 m

25 y 26-6-88

Mar (grados/m)	:	270/0,5
Viento (grados/nudos)	:	270/1
Rumbo (grados)	:	190
Distancia nav. (millas)	:	212,00
Tiempo empleado (horas)	:	16,80
Velocidad media (nudos)	:	12,62
Consumo Combustible (kg)	:	7.480,00
Consumo Combust. (kg/h)	:	445,238
Tipo Combustible	:	IFO-60 (d15=0,9500/PCI=9.841 Kcal/kg) 2/3
Corrección por desplaz.	:	445,238 x (6.780/7.072) = 432,896 kg/h
Correc. por PCI (Comb.)	:	432,896 x (9.841/9.759) = 436,53 kg/h

Viaje 07/90 - Huelva/Dakar

LASTRE

Peso muerto	:	3.434 Tm	Calados: Proa	= 3,05 m
Buque en Rosca	:	3.376 Tm	Popa	= 5,03 m
Desplazamiento	:	6.810 Tm	Medio	= 4,04 m

11 y 12-4-90 (primero y segundo días)

Mar (grados/m)	:	240/0,5 (7,7 h) y 350/ 1,5 (24 h)
Viento (grados/nudos)	:	240/5 (7,7 h) y 350/15 (24 h)
Rumbo (grados)	:	210
Distancia nav. (millas)	:	396,00
Tiempo empleado (horas)	:	31,70
Velocidad media (nudos)	:	12,49
Consumo Combustible (kg)	:	14.470,00
Consumo Combust. (kg/h)	:	456,467
Tipo Combustible	:	IFO-60 (d15=0,9375/PCI=9.905 Kcal/kg) 2/3
Corrección por desplaz.	:	456,467 x (6.780/6.810) = 455,125 kg/h
Correc. por PCI (Comb.)	:	455,125 x (9.905/9.759) = 461,93 kg/h

Viaje 10/90 - Lisboa/El Aaiun

LASTRE

Peso muerto	:	3.404 Tm	Calados: Proa	= 3,16 m
Buque en Rosca	:	3.376 Tm	Popa	= 4,88 m
Desplazamiento	:	6.780 Tm	Medio	= 4,02 m

19 y 20-6-90 (primero y segundo días)

Mar (grados/m)	:	320/0,5
Viento (grados/nudos)	:	320/6
Rumbo (grados)	:	200
Distancia nav. (millas)	:	504,00
Tiempo empleado (horas)	:	36,20
Velocidad media (nudos)	:	13,92
Consumo Combustible (kg)	:	16.655,00
Consumo Combust. (kg/h)	:	460,08
Tipo Combustible	:	IFO-60 (d15=0,9545/PCI=9.759 Kcal/kg)

XXXI SESIONES TECNICAS DE INGENIERIA NAVAL
Puerto de Santa María (Cádiz), octubre de 1991

Introducción al sistema de construcción naval por zonas y etapas

Por RAFAEL GUTIERREZ FRAILE y JOSE LUIS FERNANDEZ GONZALEZ
Astilleros Españoles, S. A.

INTRODUCCION

Una de las características más relevantes de la demanda moderna de bienes y servicios es la sofisticación del mercado, lo cual exige diversificar el producto o servicio para atender a las especificaciones y deseos de los clientes. Ver fig. 1. Por otro lado, ante una abundancia de ofertas competitivas, el mercado tampoco acepta demoras, de forma que la rapidez de entrega es un valor que puede añadirse al precio del producto. Finalmente, la competencia y sofisticación del mercado exigen niveles de calidad crecientes sin límite, que a su vez también se perciben como un valor y permiten incrementar el precio. La ausencia de estas calidades repercute en una menor clientela y en un peor precio obtenible, por lo que ponen en peligro la viabilidad de las empresas. Esto es aplicable a todas las ramas de la industria y los servicios, incluyendo la construcción naval, y obliga al *acortamiento de las series productivas, al acortamiento de los tiempos de entrega y a un incremento considerable de la calidad.* Se exige, por lo tanto, una flexibilidad que los conocidos sistemas de producción en serie no pueden proporcionar, y una rapidez y calidad reñidas con los procedimientos artesanales de fabricación. Estamos, por lo tanto, ante un nuevo panorama industrial en el que los astilleros con vocación de futuro deben integrarse lo antes posible, del mismo modo que hace años lo hicieron las industrias de la automoción o la electrónica de consumo.

El fundamento para introducir flexibilidad en la fabricación manteniendo la competitividad es la *Tecnología de Grupos.* Ver fig. 2. Es ésta una sistemática de organización del trabajo desarrollada durante los años treinta en los Estados Unidos, y que resumidamente consiste en descomponer el producto final en sus componentes y piezas, lo que se llaman *productos intermedios,* agrupando éstos según sus características de fabricación; material, tamaño y operaciones necesarias para producirlos. De este modo, cada grupo estará formado por productos intermedios con procesos de fabricación similares, lo que permite extender la experiencia de la producción en serie a la fabricación por lotes pequeños. El diseño del producto debe tener esto en cuenta, de forma que se eliminen aquellos productos intermedios poco repetitivos. Esto a la vez permite proyectar productos diferentes que sin embargo utilicen productos intermedios de las mismas familias y que por, lo tanto, pueden hacerse sin variar los procesos. Así tenemos la flexibilidad que pide el mercado pero manteniendo muchas de las ventajas de la producción seriada. Las múltiples variantes de cada automóvil en el mercado son un buen ejemplo de aplicación de esta técnica.

FIG.1 - EL NUEVO MODELO INDUSTRIAL

DEMANDAS DEL CLIENTE

- PRODUCTOS SOFISTICADOS
- ENTREGA INMEDIATA
- ALTA CALIDAD

CONSECUENCIAS PARA FABRICANTES

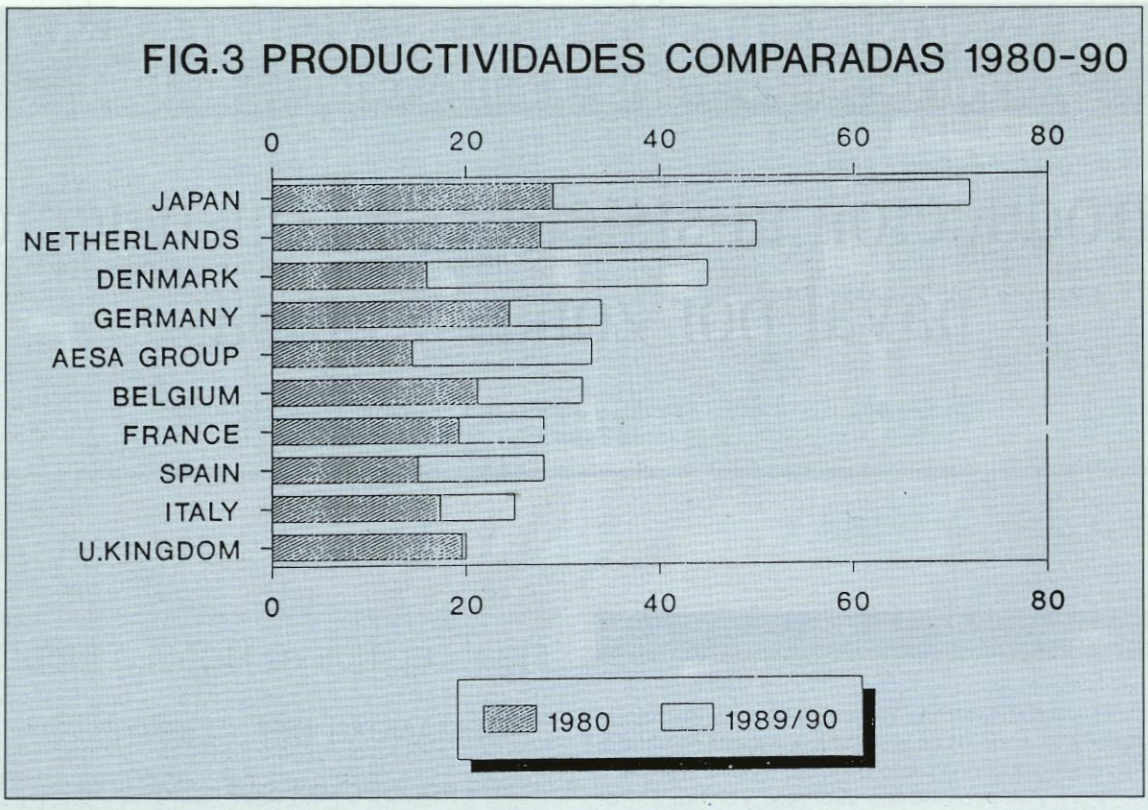
- DIVERSIFICACION DEL PRODUCTO
- REDUCCION TIEMPO FABRICACION
- AUMENTO DE CALIDAD

Para optimizar el resultado de cada proceso en los que se divide la fabricación, como veremos más adelante, se aplican métodos basados en el control estadístico de los procesos. Esto permite planificar los procesos en forma fiable y además optimizar dichos procesos, dando como resultado una calidad superior del producto, con lo que se rompe el binomio

FABRICACION MODERNA

OBJETIVO:	PRODUCTIVIDAD SIN SERIES LARGAS
SOLUCION:	REPETIR PROCESO AUNQUE CAMBIE EL PRODUCTO
REQUISITO:	DESARROLLO CONJUNTO DE PRODUCTO Y PROCESO
METODOLOGIA:	TECNOLOGIA DE GRUPOS

FIG.2



tradicional que liga mayor calidad a mayor coste. Por un lado, la mejor calidad mejora la productividad y, por lo tanto, baja los costes. Además, la mejor calidad puede permitir aumentar los precios y las ventas, lográndose en conjunto un considerable aumento de los beneficios. El milagro industrial japonés está basado sobre estos principios, que se han aplicado en todos los tipos de manufacturas.

EL MODELO JAPONES

La evolución de la construcción naval japonesa durante los últimos cuarenta años es el ejemplo clásico para ilustrar la evolución ocurrida en esta industria en el mundo. Poco después de la II Guerra Mundial, en 1952, un armador norteamericano, la compañía National Bulkcarrier (NBC), alquilaba al Gobierno japonés la base naval de Kure para acometer la construcción de una serie de bulkcarriers según los procedimientos de construcción de buques puestos a punto en EE.UU. durante la contienda. A estos procedimientos añadieron pronto los ingenieros japoneses las teorías sobre control estadístico de procesos y organización industrial de J. Edwards Deming, un oscuro estadístico americano que revolucionó el pensamiento industrial japonés hacia 1950 mientras era ignorado en su país hasta veinticinco años más tarde. Apenas transcurrida una década, los astilleros japoneses, liderados por el astillero de Kure que luego sería IHI, y aplicando estos mismos métodos, llevaban a su país al primer puesto en el ranking mundial de constructores. Desde entonces, Japón no ha abandonado el liderazgo y sus tecnologías de producción han experimentado progresos muy importantes. La diferencia de productividad con nuestros astilleros es fenomenal, y se ha mantenido invariable en términos relativos a pesar de nuestros importantes progresos en los últimos diez años. Ver fig. 3.

Es fácil pensar que la diferencia comentada de productividad se debe al mejor equipamiento de los astilleros japoneses, pero la realidad es más complicada. Tenemos los ejemplos de los astilleros de escandinavos y japoneses durante los años setenta; ambos contaban con el mejor equipamiento posible, quizás con ventaja para los europeos. Ambos tenían un similar y excelente nivel de productividad; el escandinavo basado en series largas de buques gemelos, con instalaciones caras y rígidas; el japonés basado en tecnologías flexibles aplicables a buques no repetidos. El resultado es conocido: los grandes astilleros suecos están cerrados, mientras los japoneses sobrevivieron a la crisis y mantienen su liderazgo.

La inteligencia de los astilleros japoneses estuvo en comprender las ventajas de la tecnología de grupos y aplicarlo de forma inexorable: diseñar los buques de forma que puedan descomponerse en un conjunto de familias de productos intermedios con procesos de elaboración semejantes, que se fabrican en estaciones de trabajo o líneas de proceso fijas en las que se busca maximizar el rendimiento de la mano de obra, de los equipos y de las instalaciones, aplicando las técnicas de control estadístico dimensional.

LOS CINCO NIVELES DE LA CONSTRUCCION NAVAL

Los expertos japoneses dividen el progreso tecnológico de la construcción naval en cinco niveles, según la intensidad con que se apliquen criterios modulares en la construcción del casco y el armamento. Ver fig. 4:

1. *Construcción por Sistemas*: Es el procedimiento antiguo, por el que tanto el casco como el armamento se van levantando sistema a sistema. Primero la quilla, luego las cuadernas, luego forro y mamparos, y así hasta completar el casco. El armamento también se monta de modo semejante: primero un sistema, luego otro, y así hasta las pruebas. A este nivel de desarrollo apenas se necesitan planos, puesto que se hacen plantillas pieza a pieza y casi todo el trabajo se prepara a pie de obra.

2. *Construcción por Bloques con Prearmamento*: La llegada de la soldadura facilita la construcción del casco

FIG.4 - LOS CINCO NIVELES

bloque a bloque, para lo que comienzan a necesitarse planos más desarrollados. En lo referente al armamento, se pasa a colocar parte del mismo sobre los bloques, en la medida en que esto es posible sin retrasar la fabricación del casco. Por ello, la cantidad de armamento instalada en bloque se decide sobre la marcha, adaptándose los planos para realizar así el trabajo, aunque quizás inicialmente estuviese pensado para hacerse de otro modo.

3. *Líneas de Fabricación y Armamento por Zonas*: La aplicación de la Tecnología de Grupos a la fabricación de bloques permite racionalizar el proceso. Se agrupan piezas similares para su producción en células especializadas y utilladas para mayor productividad, mientras se eliminan poco a poco aquellas piezas de fabricación difícil o poco repetitivas. En lo relativo al armamento, se adopta una estrategia constructiva rígida y previa al desarrollo del proyecto del buque. Esta estrategia constructiva se publica y difunde porque dictará dónde y cuándo (en qué secuencia) se realizarán las operaciones de fabricación y armamento. Toda la fabricación y montaje del casco y el armamento se dispone en forma de líneas de proceso, reales o virtuales. Los planos constructivos, el suministro de materiales, el uso de las instalaciones y los medios humanos se programan de acuerdo a esta estrategia, con lo que se consigue incrementar drásticamente la cantidad de armamento que se incorpora a cada bloque y al buque antes de su botadura. Al mismo tiempo se eliminan una buena parte de las interferencias y errores.

4. *Construcción integrada*: Cuando al nivel se le añade el control de procesos por métodos estadísticos, se logran incrementos rápidos de calidad y productividad. El aumento de calidad en sí incrementa más aún la productividad, por eliminación de errores y tareas de corregido. Se llega a la situación ideal en que cada pieza se monta a la primera. El armamento se facilita grandemente por la seguridad dimensional que se adquiere, lo que permite la prefabricación y premontaje de todos los equipos sobre los bloques, sin esperar a tener el buque completo.

5. *Sistema de Calidad Total*: Finalmente, se alcanza un nivel de perfección en el que el mero funcionamiento del sistema de fabricación lo mejora a diario, imperceptible pero inexorablemente. El concepto de Calidad Total, que no debe confundirse con el tradicional control de calidad, consiste en poner la satisfacción del cliente y la eliminación del derroche por encima de otras consideraciones. El efecto es lo ya mencionado: aumento de cuota de mercado, reducción de costes, incremento de precios y aumento de la producción. Esta combinación asegura la permanencia de la empresa en el mercado a largo plazo, con unos beneficios saludables.

Nuestros competidores de los grandes astilleros japoneses están ya al cuarto nivel en acero y armamento, y se disponen a pasar al último nivel, el que representa la calidad total, y que hoy está ocupado por la industria automovilística y electrónica japonesa, por ejemplo. Por el contrario, nuestros grandes astilleros se encuentran ahora al tercer nivel en acero y tratando de pasar del segundo al tercer nivel en armamento. Con honrosas excepciones, los pequeños astilleros se hallan en general al segundo nivel en todos los campos. Para que nuestra industria de construcción naval sobreviva, es preciso consolidar inmediatamente al tercer nivel de armamento, y luego al cuarto nivel de acero y armamento para 1994/5. Por lo tanto, nuestro objetivo inmediato es pasar del prearmamento al armamento por zonas, para lo cual se precisa poder *planificar antes del diseño*, no después como hasta ahora. Luego necesitaremos adoptar las técnicas de armamento integral, es decir, *implantar el control estadístico de procesos*.

Hay un punto fundamental que sostiene el conjunto del astillero funcionando de forma armónica y coordinada, que es *la planificación*. En los astilleros tradicionales, es frecuente ver el fracaso generalizado de la planificación y la desconfianza que los ingenieros y gerentes sienten hacia este tema. Se llega incluso a una situación peculiar en la que no es raro escuchar que la planificación del astillero debe ser orientativa, o informativa, pero no ejecutiva. Basta observar a nuestros competidores japoneses para darnos cuenta de lo erróneo de esta situación. La planificación debe ser el sistema nervioso del astillero, que comunica sus órganos vitales y los mantiene armónicamente en marcha.

La razón del fracaso de los sistemas de planificación tradicionales es la propia variabilidad de las operaciones; ni el trabajo total requerido por una operación, ni su duración, son predecibles. En estas condiciones, cualquier planificación es voluntarista y pronto pierde conexión con la realidad, necesitando continuas correcciones y obligando a organizar los trabajos sobre la marcha como respuesta a los imprevistos. *La planificación sólo puede tener éxito con procesos bajo control*; con un sistema de fabricación organizado, en el que todos los procesos intermedios son suficientemente estables en contenido de trabajo y en duración y además existe una base de datos del funcionamiento *real* de los procesos que los hace predecibles. Todo proceso, aun si está bajo control, está sujeto a variaciones. La diferencia es que en un proceso controlado los límites de las variaciones son conocidos y predecibles.

No todas las formas de dividir una obra son igualmente planificables y, por lo tanto, eficaces. Unas divisiones permiten definir procesos estables o estabilizables, mientras que otras divisiones llevan sistemáticamente a procesos u operaciones difíciles de estabilizar. *La experiencia japonesa demuestra que la Tecnología de Grupos combinada con el control estadístico de procesos es la mejor forma de conseguir procesos estables tanto en acero como en armamento.* Puede que haya otras, pero ésta es la que ha dado hasta ahora los mejores resultados.

El armamento por zonas y etapas es la forma de aplicar la tecnología de grupos en la construcción naval para que resulte en un proceso planificable y eficaz. Se basa en una división geográfica del buque en "zonas" y una división temporal de la construcción en "etapas", de forma que la

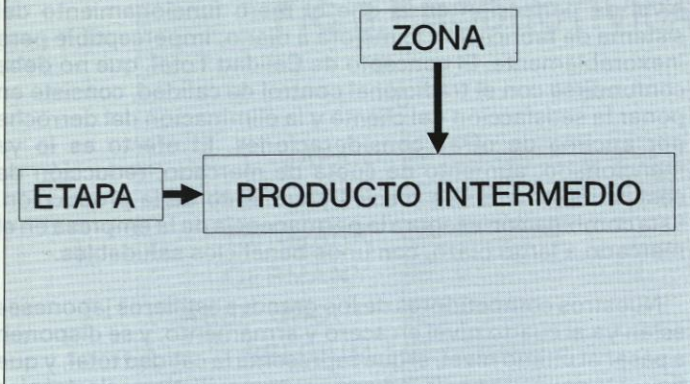
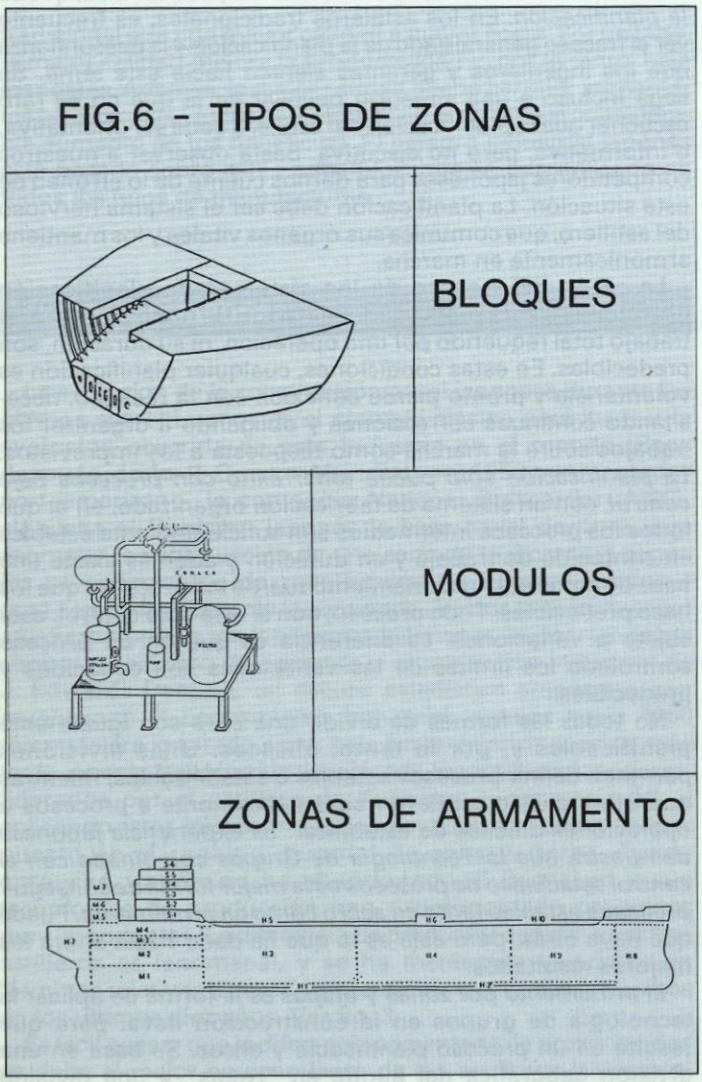


FIG.5 - PRODUCTO INTERMEDIO

combinación de una zona y una etapa definen un producto intermedio con su propio proceso de fabricación en una línea de proceso en la que se pueden aplicar ciertos principios de la manufactura en serie. Ver fig. 5. Hay que advertir, sin embargo, que la mera definición de zonas y etapas y la asignación de los trabajos a una combinación de ellas no garantiza el éxito de la operación. Hay muchas formas de descomponer un trabajo, y sólo unas pocas de ellas dan buenos resultados mientras que las demás terminan en las tradicionales interferencias, descoordinaciones y retrasos.



LA DEFINICION DE ZONA Y ETAPA

La zona es un objetivo de producción que constituye una división geográfica del producto. Ver fig. 6. Típicamente se consideran zonas tanto los bloques de acero antes del montaje en dique como los módulos de armamento separados del buque, como los espacios cerrados y superficies abiertas del buque, como la cubierta principal, el castillo, los tanques de carga y las bodegas. Es decir, una zona es cualquier lugar

ETAPAS TIPO
ESTRUCTURAS

COD	DESCRIPCION	DONDE
ES1	MATERIA BRUTA	PARQUE MATERIALES
ES2	PIECERIO SUELTO	TALLERES
ES3	PREVIAS Y PAÑOS	TALLERES
ES4	PANELES	TALLERES
ES5	BLOQUES	TALLERES
ES6	UNIDADES DE MONTAJE	ANTEDIQUE/GRADA
ES7	BUQUE	DIQUE/GRADA

ETAPAS TIPO
MODULOS

COD	DESCRIPCION	DONDE
MO1	MATERIA BRUTA	ALMACENES
MO2	PIECERIO SUELTO	TALLER TUBOS TALLER CALDERERIA TALLER CABINAS
MO3	PEQUEÑOS MODULOS	TALLER MODULOS TALLER CABINAS
MO4	GRANDES MODULOS	MACROUNIDAD PLACA SUPERESTR.

ETAPAS TIPO
ARMAMENTO

COD	DESCRIPCION	DONDE
AR0	BLOQUE INCOMPLETO	TALLERES
AR1	IDEM. TERMINADO	TALLERES
AR2	IDEM. VOLTEADO	PREMONTAJE
AR3	ID.CHORREADO+PINTADO	PREMONTAJE
AR4	UNIDAD DE MONTAJE	PREMONTAJE
AR5	A CIELO ABIERTO	DIQUE/GRADA/FLOTE
AR6	EN ESPACIOS CERRADOS	IDEM
AR7	TRAS COLOCAR EMBONOS	IDEM
AR8	ACABADOS FINALES	IDEM
AR9	ELEMENTOS SUELTOS	IDEM

FIG.7

Comprobación del paso de la hélice CLT del buque «Manjoya»

MARINA MERCANTE Y TRANSPORTE MARÍTIMO 1.991 (*)

INDICE

1. INTRODUCCION

2. TRAFICO MARITIMO MUNDIAL

2.1 Volumen y evolución

2.2 Mercado de fletes

3. TRAFICO EXTERIOR MARITIMO NACIONAL

3.1 Generalidades

3.2 Análisis por tipos de mercancías

3.3 Comercio exterior por línea regular

Anexo: Comercio exterior por vía marítima 1 990 / 1 991

4. FLOTA MUNDIAL

4.1 Volumen y evolución

4.2 Desguaces y pérdidas

4.3 Flota inactiva

5. FLOTA NACIONAL

5.1 Volumen y evolución

5.2 Actividad de la flota nacional

5.3 Actividad de las líneas regulares

5.4 Balanza de fletes marítimos

6. DEMANDA MUNDIAL DE BUQUES

6.1 Evolución de la demanda mundial

6.2 Nuevos contratos y cartera de pedidos

6.3 Evolución de las entregas

6.4 Actividad de los astilleros en España

6.5 Balance oferta/demanda de buques

6.6 Precios y financiación

7. POLITICA SECTORIAL

Apéndice Estadístico

1. INTRODUCCION

En el año 91, cuyos primeros meses estuvieron dominados por el desarrollo y las secuelas de la guerra de Irak, se confirmaron los pronósticos de que la recesión económica, que ya venían experimentando los EE.UU. y Europa desde mediados de 1.990, se extenderían al conjunto de la economía mundial.

Tanto las tasas de crecimiento del P.N.B. como las de producción industrial fueron, no sólo inferiores a las previstas sino incluso negativas, en algunos casos relevantes.

El mercado de transporte marítimo tuvo un comportamiento complejo y caracterizado por los siguientes elementos:

- La demanda de transporte por vía marítima aumentó ligeramente en conjunto, un 1,2 %, mientras la flota se incrementaba en mayor medida (un 2,9%).
- Tendencia a la baja de los fletes de petróleo especialmente a partir de la primavera, alcanzando a finales de año niveles realmente deprimidos.
- Aunque en el promedio del año 91 los fletes de graneleros mejoraron algo respecto del 90, en los primeros meses del 92 han descendido drásticamente.
- Las normas internacionales en materia de seguridad y contaminación van cobrando un papel cada vez más relevante, y, a medio plazo está claro que no sólo son esenciales para el diseño y operación de los buques futuros, sino que acabarán convirtiéndose en un condicionante de primera magnitud para el mercado.

Las previsiones a medio plazo hablan de modesto crecimiento de la demanda y entregas de buques en niveles más bien altos, por lo que no es probable una recuperación importante a corto plazo. No obstante, este excedente de oferta está provocando un fuerte aumento del ritmo de desguace, que, si se mantuviese, podría facilitar el proceso de reequilibrio del mercado.

El comercio exterior español aumentó de forma muy sensible. Se importaron por vía marítima 122,1 millones de tm (un 5,4%) más que en el 90, mientras que las exportaciones aumentaron un 8,4%, totalizando 40,3 mill.tm.

Durante 1.991 se retomó la negativa evolución de la flota española, que, tras el paréntesis de 1.990, se redujo en 41 unidades y su tonelaje en un 13,6%.

En el ámbito institucional, el año 91 vino marcado, a nivel español por dos importantes iniciativas legislativas del Gobierno:

- El Proyecto de Ley de Puertos y Marina Mercante, aprobado ya por el Gobierno y que ya se encuentra en

(*) Resumen del documento que con este título ha publicado la Asociación de Navieros Españoles (ANAVE).

trámite parlamentario.

- El Anteproyecto de Ley de creación de un Registro Especial de buques en las islas Canarias, que se ha refundido con el de la Ley de Régimen Económico y Fiscal de Canarias y está pendiente de la aprobación por la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos, para su posterior paso al Parlamento.

De esta forma, el marco jurídico en que se desenvuelve la flota española está actualmente siendo revisado en su totalidad, ya que, como es sabido, se encuentra igualmente pendiente la adopción por la CEE (que probablemente se produzca en el año en curso), de un Reglamento para la paulatina eliminación de las reservas de los cabotajes nacionales, norma que ha de tener igualmente un importante impacto sobre la marina mercante española.

En este terreno, tras unas duras negociaciones las condiciones parece podrían resultar en líneas generales aceptables para España, siempre que se establezca un mecanismo que retrase la apertura para los tráficos continentales españoles, más allá de la fecha inicialmente acordada de enero del 93, con el fin de que las empresas puedan adaptarse al nuevo marco competitivo.

En esta tarea seria esencial que pudieran contar con el apoyo estatal, no sólo mediante el establecimiento de un nuevo marco legal, sino también a través de incentivos a la inversión, de forma análoga a la que instrumentó para los buques de navegación internacional mediante los Planes de Viabilidad.

En resumen, como consecuencia del proceso de absorción del exceso de demanda y uso del crédito, que acompañó al desarrollo de la segunda mitad de la década precedente, la economía mundial, y con ella el negocio marítimo, se encuentran en una fase deprimida de su ciclo. A nivel mundial, en el año 91 y especialmente en los primeros meses del 92 lo más llamativo ha sido que los mercados de fletes han ido evolucionando de forma claramente negativa, sin que existan perspectivas de mejorías importantes a corto plazo, dada la difícil situación por la que atraviesa la economía mundial. No obstante, a largo plazo, no existen circunstancias que lleven a pensar en una crisis estructural más profunda.

En el ámbito español, junto con la problemática ya enunciada del cabotaje, las nuevas reducciones experimentadas por la flota confirman que, salvo excepciones puntuales, las navieras que deben desenvolverse en un mercado internacional cada vez más liberalizado, difícilmente podrán mantener sus buques en pabellón español si las iniciativas legislativas previstas no corrigen, con la máxima urgencia, la falta de competitividad de nuestro pabellón

2. TRAFICO MARITIMO MUNDIAL

2.1 VOLUMEN Y EVOLUCION

El primer trimestre del año 91 estuvo dominado por el desarrollo y las secuelas de la guerra entre la coalición internacional e Irak. La rápida solución de este conflicto no trajo consigo, sin embargo, una recuperación de la economía mundial, sino que, por el contrario, se confirmaron los pronósticos de que la recesión económica, que desde mediados de 1.990 venían experimentando los EE.UU. y Europa, se extendería a la economía mundial.

Como refleja la tabla siguiente, las tasas de crecimiento del P.N.B. fueron en todos los países claramente inferiores a las del año 90, siendo destacable que, por primera vez en muchos años, la economía norteamericana sufriese un incremento negativo, que arrastró al conjunto de la OCDE a un crecimiento de sólo el 1,1%, muy inferior al 2,0% que se había previsto un año antes. Entre las principales economías mundiales, sólo Japón para el que se había previsto un 3,7% y Alemania, para la que se apuntaba un 3,0%, superaron las tasas previstas. En España, la tasa de crecimiento del P.I.B. se situó en el 2,6%, sólo muy ligeramente por debajo del 2,7% que se había previsto, en cualquier caso del orden de la mitad del crecimiento medio anual experimentado en el trienio 87-89.

TASAS DE CRECIMIENTO (%) DEL P.N.B. / P.I.B. EN LA OCDE

País	1.985	1.987	1.989	1.990	1.991	1.992(*)
EE.UU.	3,4	3,4	2,5	1,0	-0,6	2,75
Japón	4,9	4,3	4,9	6,1	4,7	3,0
Alemania	1,9	1,8	3,9	4,2	3,3	1,9
Total CEE	2,4	2,8	3,3	2,9	1,1	2,6
Total OCDE	3,4	3,3	3,4	2,8	1,1	2,2
ESPAÑA	2,3	5,5	5,1	3,5	2,6	3,0

Fuente: Economic Outlook OCDE. (*) Datos estimados para 1.992

Durante los últimos meses del 91 y los primeros del 92, la economía japonesa, que había venido creciendo muy por encima de la media de la OCDE, ha sufrido también los efectos de la recesión. Por este motivo, las previsiones que apuntaban que en el segundo semestre del 92 comenzaría una recuperación general de la economía mundial están siendo revisadas a la baja y el 2,2% que se indica en la tabla anterior para el crecimiento global de la OCDE podría resultar entre el 1,8 y el 2,0%.

Lo cierto es que a la recesión estadounidense se han sumado una serie de circunstancias coyunturales: la guerra con Irak; la unificación de Alemania, que está costando a este país un ingente esfuerzo económico; el desmontaje de las economías socialistas, cuya producción ha caído dramáticamente, etc. No obstante, la impresión general es que esta situación no es sino una consecuencia del carácter cíclico de la economía mundial y que no existen razones para temer una depresión profunda.

Para completar este panorama económico general cabe

indicar que, según datos de "The Economist Intelligence Unit", la producción industrial de la OCDE, para la que se preveía un aumento del 1,5%, se redujo un 0,5%. Entre las grandes economías, sólo Alemania (+3,4%) y Japón (+2,1%) experimentaron crecimientos positivos, mientras que sufrieron recortes de importancia Australia (-5%), Canadá (-3,8%), Reino Unido (-2,9%), Italia (-2,1%) y EE.UU. (-1,9%). Las previsiones para el 92 de la misma fuente parecen un tanto optimistas, pues se cifran en un 2,1% para el conjunto de la OCDE, sobre la base de tasas muy similares para todos los países.

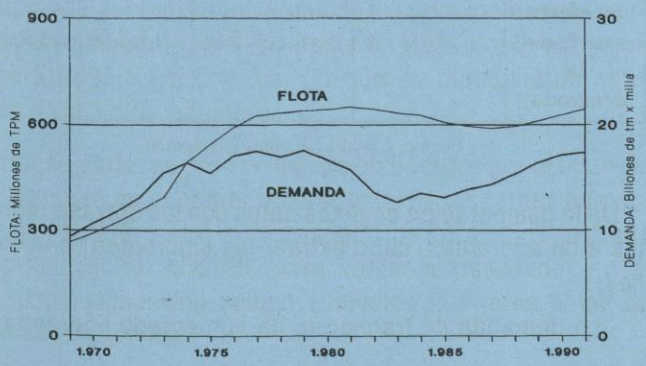
A pesar de la negativa tendencia de la producción industrial, el tonelaje total transportado por vía marítima, según estimaciones de Fearnleys, aumentó un 1,2 %, alcanzando la cifra de 4.025 millones de tm, que supone un nuevo máximo histórico absoluto. El tráfico de crudo de petróleo aumentó un 0,8%, si bien, al descender un 3,9% el transporte de productos refinados, el conjunto permaneció casi constante. Aumentó un 1,2% el tonelaje transportado de graneles sólidos, especialmente por el aumento de los transportes de carbón (+5,3%), mientras que la carga general aumentó también un 2,5%. La demanda global de transporte marítimo, medida en tm x milla, aumentó un poco más, un 1,6%, alcanzando los 17,39 billones de tm x milla (frente a 17,12 en 1.990), cifra ya prácticamente al nivel del máximo histórico de 1.979 de 17,675 bill. de tm x m.

TRÁFICO MARÍTIMO EN 1.991

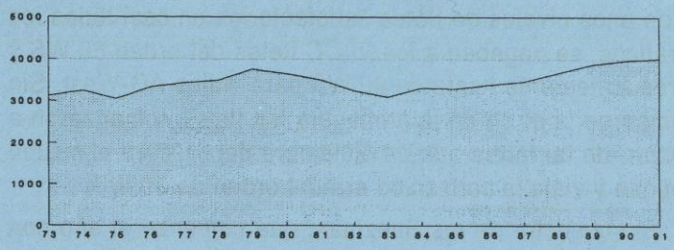
	Toneladas		Toneladas x Milla		Distancia
	Millones	(%)	Billones	(%)	Media en millas
Petroleo y derivados	1.523	37,8%	8,000	46,0	5.253
Principales graneles sólidos	892	22,2%	4,880	28,1	5.471
Otras mercancias	1.610	40,0%	4,510	25,9	2.801
TOTAL	4.025	100,0%	17,390	100,0%	4.321

Fuente: Fearnleys

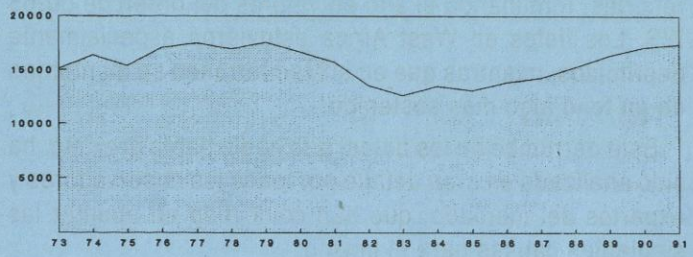
FLOTA Y DEMANDA MUNDIAL DE TRANSPORTE



EVOLUCION DEL TRAFICO MARITIMO MUNDIAL
(Millones de Tm)



EVOLUCION DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE
(Miles de millones de Tm x milla)



2.2 MERCADO DE FLETES

El tono general del mercado de fletes durante el año 91 fue negativo, aunque por diferentes razones y con variaciones de distinta magnitud en los diversos subsectores. A continuación se examinan independientemente cada uno de los principales tráficos:

- PETROLEROS

El balance entre oferta y demanda en este mercado, a finales de febrero del 92, podría resumirse como sigue:

EQUILIBRIO OFERTA / DEMANDA DE BUQUES PETROLEROS (Millones de TPM)

	40.000 - 150.000 TPM	Más de 150.00 TPM	TOTAL
Demanda de transporte	94,9	112,2	240,7
Oferta	104,9	135,6	277,0
Excedente de oferta (en % de la demanda)	10,5%	20,9 %	15,1 %

NOTA: En el TOTAL se incluyen también los buques de menos de 40.000 TPM
Fuente: Lloyd´s Shipping Economist

Por lo tanto, a primera vista, al menos de estas cifras, no parece que se haya producido un cambio substancial en los últimos doce meses y, en todo caso, se aprecia un menor excedente de oferta, por lo que sería de esperar una cierta mejoría de los niveles de fletes.

Sin embargo, el mercado de fletes de petroleros presentó a lo largo del año 91 un comportamiento cambiante, inestable y, en general, niveles de fletes desfavorables.

Baste decir, como ejemplo, que al comenzar el año 91, con unos niveles de fletes satisfactorios en casi todos los tráficos, se pagaban a los VLCC fletes del orden 80 WS y frecuentemente hasta de 90 WS para viajes AG-West. Sin embargo, a partir de la primavera los fletes comenzaron a bajar, de tal forma que en diciembre del 91 para el mismo buque y viaje la cotización era del orden de 30 WS.

El subsector de los Suezmax, que comenzó el año con niveles en torno a los 110-120 WS, resistió algo más, ya que en Julio los buques modernos podían obtener aún 95-100 WS. No obstante, a partir de entonces comenzaron los recortes, terminando el año en valores del orden de 60-65 WS. Los fletes en West Africa estuvieron especialmente deprimidos, mientras que en el Mediterráneo se mantenían en un tono algo más sostenido.

Este derrumbe de los fletes, que nadie había previsto, ha sido analizado en gran detalle por todos los observadores y expertos del mercado, que han coincidido en apuntar las siguientes causas para el mismo:

- Por una parte, en el primer trimestre del 91 existía un considerable porcentaje (cerca del 23%) de la flota de VLCC que estaba siendo empleado para almacenamiento a flote. En marzo del 91 esta flota superaba los 22 millones de tpm.

En esta situación, a partir de abril, más de la mitad de esta flota fue pasando rápidamente a su empleo en transporte, especialmente en tráficos de largo recorrido, con lo cual la productividad global de los VLCC aumentó drásticamente. Hacia octubre del 91, ya sólo quedaban unos 10 millones de tpm de VLCC en uso para almacenamiento a flote. Al menos 12 millones de tpm habían pasado a operar en transporte.

- Adicionalmente, en 1991, especialmente en el segundo semestre, se entregaron 11,5 millones de tpm de petroleros nuevos, principalmente de los tipos Aframax y Suezmax, que contribuyeron a deprimir el mercado también en estos subsectores.

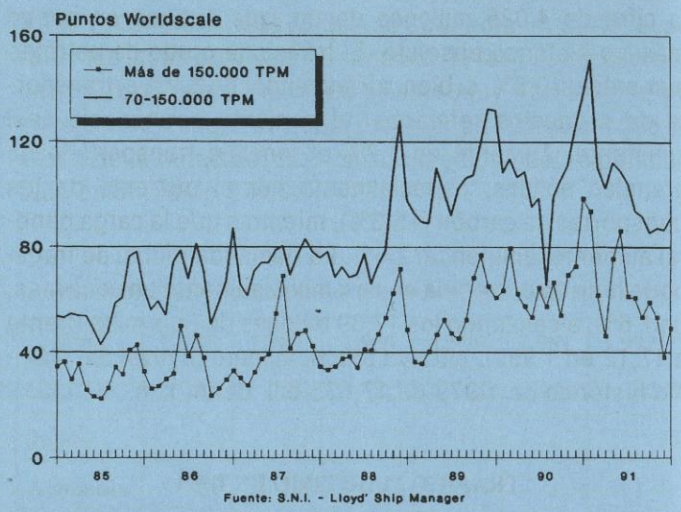
De los datos anteriormente indicados, se deduce que el mercado en 1991 debió asumir la entrada de unos 23,5 millones de tpm, que suponen del orden de un 8,6% de la flota total.

Hay, pues, que concluir que las cifras de oferta y demanda que suministra el Lloyd's Shipping Economist, aisladamente, no ofrecen información adecuada y suficiente para realizar previsiones sobre el mercado de fletes. De hecho, el LSE considera "activo" un buque cuando está siendo utilizado para almacenamiento a flote.

En los últimos meses, los precios de segunda mano de los grandes petroleros han caído drásticamente. Como ejemplo, por un buque de 250.000 tpm, construido hacia 1975, se pagaban a principios del 91 del orden de 25 millones de dólares, mientras que en marzo del 92 su precio se situaba en los 13 millones de dólares. Dado que su valor de desguace es del orden de los 6 millones de dólares, podría darse la circunstancia de que durante 92 se relanzase el desguace de grandes petroleros, lo que podría acelerar la compensación del excedente. No obstante, en la actualidad escasean los astilleros de desguace, por lo que no cabe esperar cifras espectaculares de demoliciones. Al mismo tiempo, está prevista para el 92 la entrega de casi 18 millones de tpm de petroleros.

Por todo ello, lo más probable es que, si no cambia de nuevo drásticamente la utilización de la flota, y dadas las modestas previsiones de crecimiento de la economía a medio plazo, se tarde al menos dos años en absorber el excedente de oferta, siempre contando con que se moderen los nuevos encargos.

EVOLUCION DE LOS FLETES DE PETROLEO



- GRANELEROS

Según el Lloyd's Shipping Economist, el equilibrio entre oferta y demanda de bulkcarriers podía resumirse, a finales de marzo del 92:

EQUILIBRIO OFERTA / DEMANDA DE GRANELEROS

	10.000 - 40.000TPM	40.000 - 80.000TPM	Más de 80.000 TPM	TOTAL
Demanda de transporte	76,3	63,8	68,3	212,9
Oferta	84,5	76,6	76,0	237,1
Excedente de oferta (en % de la demanda)	10,7 %	12,2 %	11,3 %	11,4 %

Fuente: Lloyd´s Shipping Economist

De la comparación de estos datos con los correspondientes a un año antes, cabe extraer las siguientes conclusiones:

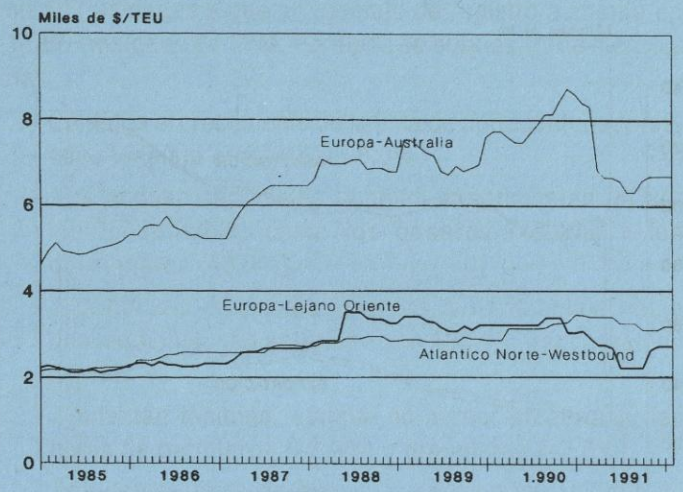
- La demanda de transporte ha aumentado ligeramente,

en un 1,9%, mientras que la oferta aumentó un poco más, sobre el 3,0%.

- La variación ha sido similar en todos los rangos de tamaños de buques, aunque más grave en los buques medianos y pequeños.

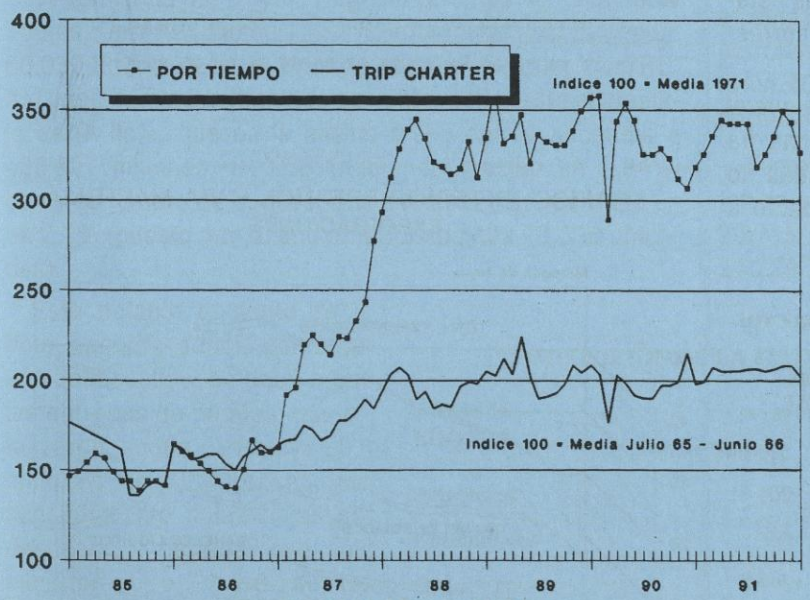
Un factor que podría tener cierta trascendencia, de cara al futuro, es la alta siniestralidad registrada en los últimos dos años en buques graneleros, debidos, al parecer, a defectos estructurales. Las Sociedades de Clasificación están poniendo considerable atención en el estudio de estos accidentes, que estan traduciéndose en una mayor preferencia en el mercado, por parte de los principales cargadores, por el empleo de buques más modernos, aunque parece claro que estos accidentes no se deben a la edad de los buques, sino más bien a defectos técnicos en su construcción.

FLETES LINEA REGULAR CARGA UNITIZADA



Fuente: Lloyd's Shipping Economist

INDICES DE FLETES DE CARGA SECA



Fuente: S.N.I.- Lloyd's Ship Manager

3. TRAFICO EXTERIOR MARITIMO NACIONAL

3.1 GENERALIDADES

Como ya es habitual desde 1.988, los datos estadísticos acerca del comercio exterior español por vía marítima incluidos en este estudio, se han obtenido fundamentalmente de la explotación informática, realizada por el Gabinete de Estudios de ANAVE, de los datos originados en el Documento Unico Aduanero (DUA), procedentes de la Dirección General de Aduanas. En este ejercicio se ha dispuesto de dichos datos con la suficiente antelación para realizar una explotación más completa de los mismos, habiendo sido posible obtener:

- Los volúmenes del tráfico exterior (en tm y tm x milla) en los diferentes grupos de productos, tanto en tráfico de importación como de exportación.
- El desglose por orígenes/destinos de dichos tráficos y las coberturas obtenidas en los mismos, tanto por la flota española, como (y por primera vez) por los principales pabellones mundiales en cada uno de dichos grupos de productos y tráficos.
- Detalle del comercio exterior de cargas de línea regular, por áreas geográficas, que se incluyen en el apartado 3.3.

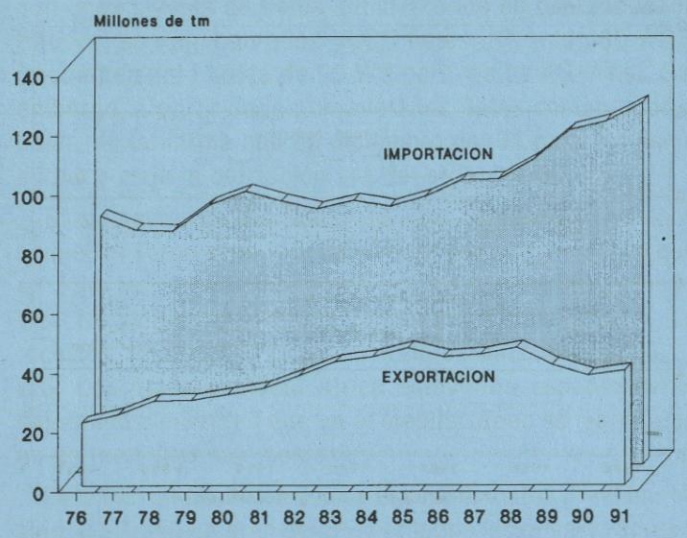
Por primera vez, se ha dispuesto, junto con los datos del DUA relativos a 1.991, que tienen carácter provisional, de los datos relativos a 1990, corregidos de algunos errores. Por tanto, los valores relativos a 1.990 que se citan en este capítulo, y que pueden en algunos casos diferir de los que se incluían en este estudio el año anterior, deben considerarse como datos definitivos.

- LINEAS REGULARES

El año 91 tampoco fue positivo para el sector de las líneas regulares. Según los índices publicados por el Lloyd's Shipping Economist, las tarifas de las principales conferencias disminuyeron, incluso hasta un 20%, salvo los servicios Europa-Norteamérica, en que se mantuvieron estables. (Ver figura adjunta).

Por su parte, según los índices elaborados por el Instituto de Bremen, en el primer trimestre del 91 las tarifas aumentaron, en torno a un 8-10%, respecto de los niveles bastante deprimidos del año 90, para volver a descender en el segundo semestre, incluso a niveles inferiores a los de comienzos del año.

TRANSPORTE MARITIMO EXTERIOR ESPAÑOL



Dado que los datos del D.U.A. no incluyen el comercio exterior con origen o destino en las islas Canarias, Ceuta y Melilla, esta última información se ha obtenido de las estadísticas de las Juntas de cada uno de los puertos correspondientes.

En base a las dos fuentes mencionadas, se estima que el total del comercio exterior español por vía marítima ha alcanzado en 1.990 los 160,89 millones de toneladas, lo que supone un sensible aumento, del 5,18%, respecto a 1.990, en que ascendió a 152,97 millones de tm.

TRÁFICO MARÍTIMO EXTERIOR ESPAÑOL POR GRUPOS DE PRODUCTOS
Miles de tm

	IMPORTACIONES			EXPORTACIONES		
	1.990	1.991	91 /90 (%)	1.990	1.991	91 / 90 (%)
Graneles Líquidos	63.490,1	65.047,6	+ 2,5 %	11.784,0	13.322,1	+ 13,1 %
Graneles Sólidos	41.522,3	45.343,5	+ 9,2 %	16.012,7	14.768,2	- 7,8 %
Garga General	10,808,3	11.719,6	+ 8,4 %	9.349,7	10.689,5	+ 14,3 %
TOTAL	115.820,7	122.110,7	+ 5,4 %	37.146,4	38.780,2	+ 4,4 %

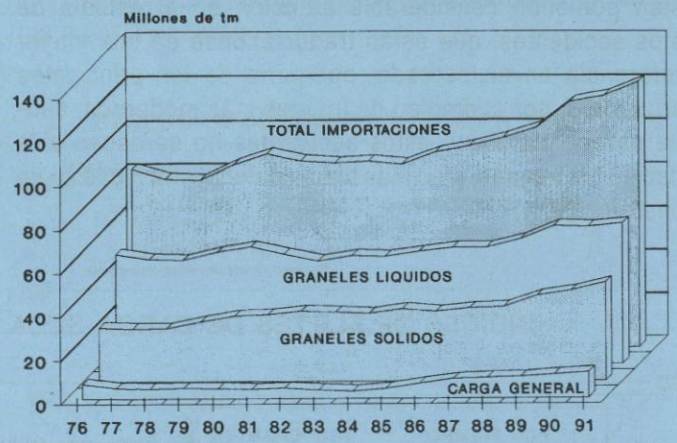
En este importante aumento del tráfico, las importaciones han sumado 122,11 millones de toneladas (frente a 115,82 millones del año anterior), con un aumento del 5,4%, y las exportaciones se situaron en 38,78 millones de tm, aumentando un 4,4% frente a los 37,15 millones de tm registrados en el 90. Las importaciones representaron, pues, el 75,90% del volumen total del tráfico exterior español en el año 90.

3.2 ANALISIS POR MERCANCIAS

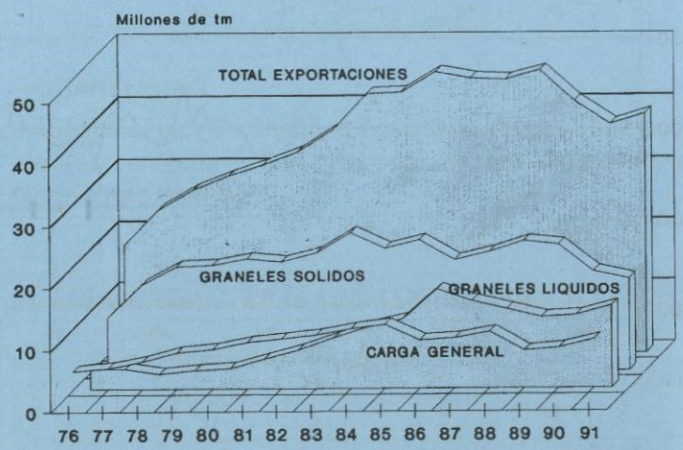
GRANELES LIQUIDOS

Durante 1.991, el transporte de los graneles líquidos (importaciones + exportaciones) totalizó 78,37 millones de tm y representó un 48,7% del total del comercio español marítimo (frente al 49,2% en el 90). Asimismo, los graneles líquidos significaron el 53,3% de las importaciones (frente al 54,8 en el 90), y el 34,4% de las exportaciones (sólo el 31,7% un año antes).

TRAFICO EXTERIOR ESPAÑOL - VIA MARITIMA
IMPORTACIONES



TRAFICO EXTERIOR ESPAÑOL - VIA MARITIMA
EXPORTACIONES



GRANELES SOLIDOS

El comercio exterior por vía marítima de graneles sólidos (importaciones + exportaciones) sumó en el año 91 un total de 60,112 millones de tm, suponiendo el 37,4% del total del comercio marítimo español. En el año 1.990, dicho total había sido de 57,534 millones de tm, un 37,6% del total.

La importación de graneles sólidos ascendió a 45,344 mill. de tm (con un 9,2% de aumento respecto a las 41,522 mill. de tm del 90), mientras que las exportaciones sumaron 14,768 mill. tm (descendiendo un 7,8%, respecto a los 16,013 mill. tm del año anterior).

CARGA GENERAL

El tonelaje de mercancía general movido el año 1.991 en tráfico exterior español ascendió a 22,410 millones de toneladas, con un crecimiento significativo, del 11,2% respecto a los 20,158 mill.tm. del año anterior.

Las importaciones en este sector vienen siguiendo una tendencia de fuerte crecimiento desde 1.985 y aumentaron un 8,4%, situándose en 11,72 mill. de tm, frente a 10,81 millones de tm en el 90. Por su parte, las exportaciones marítimas de carga general, precisamente desde el mismo año 85, registran una variación más oscilante, pero con clara tendencia a la baja. No obstante, en el 91 ascendieron, por segundo año consecutivo, y en proporción muy importante, un 14,3 %, totalizando 10,69 millones de tm.

4. FLOTA MUNDIAL

4.1 VOLUMEN Y EVOLUCION

Según datos del Lloyd's Register of Shipping (Statistical Tables), el 1 de julio de 1.991 la flota mundial comprendía 80.030 buques, con un total de 436,027 millones de TRB. Así pues, habían aumentado sensiblemente tanto el tonelaje de la flota, que en la misma fecha del 90 ascendía a 423,627 millones de TRB (habiendo crecido un 2,84%) como el número de buques, que se había incrementado en un 2,1% (puesto que el año anterior sumaba 78.336 unidades).

Este notable aumento de la flota, que se producía por tercer año consecutivo, se debe a que las entregas de buques, que totalizaron, según Fearnleys 23,4 millones de TPM, excedieron sensiblemente a las bajas por desguace y pérdida, que sólo sumaron entre 7,5 y 8 millones de TPM, según la fuente consultada.

A pesar de que los encargos de nuevos buques registraron una reducción del 11% respecto del año anterior, totalizando 30,2 millones de TPM, la cartera de pedidos aumentó en un 4,9%, situándose a finales del 91 en 1.430 unidades, con 64,8 millones de TPM. (Ver detalle de la cartera de pedidos en el capítulo **6. Demanda Mundial de Buques).**

La composición de la flota mundial por tipos de buques, al 1 de julio del 91, era la indicada en la Tabla siguiente en la que puede apreciarse que la flota mercante de transporte creció en 907 unidades y que su tonelaje de registro aumentó en 11,657 millones de TPM. Por tipos de buques, cabe mencionar:

- Continúa el crecimiento de la flota de portacontenedores, cuyo tonelaje aumentó un 8,0%.
- Los buques especiales también experimentan un aumento sensible, como los gaseros (+7,0%) y los quimiqueros (+3,9%).
- Los buques de pasaje y ferries, cuyo tonelaje había descendido el año anterior en un 123,1%, recuperan un 6,2%.
- Aumentan también, aunque en menor proporción, las flotas de petroleros (+2,9%) y graneleros (+2,5%).
- Los demás tipos de buques no sufren variaciones de especial cuantía.

Por su parte, la Tabla que resume la evolución de la flota desde 1.980, permite apreciar como la estructura de la flota por tipos de buques se ha modificado de forma importante en este período. Por ejemplo, mientras que el tonelaje de los petroleros se redujo en un 20%, el de los graneleros aumentó un 40%, el de los gaseros un 54% y, sobre todo, el de portacontenedores un 129%.

También es interesante apreciar que mientras que el tonelaje medio de los petroleros bajó de 24.650 TRB a 20.715 TRB, el de los graneleros aumentó de 19.370 a 24.229 TRB. Variaciones, por tanto, totalmente opuestas.

COMPOSICIÓN DE LA FLOTA MUNDIAL, AL 1 DE JULIO DE CADA AÑO

TIPOS DE BUQUES	1.990		1.991	
	No. de Buques	Millones de TRB	No. de Buques	Millones de TRB
Petroleros	6.609	134,835	6.768	138,897
Combinados	360	19,769	358	19,579
Graneleros	4.796	113,421	4.843	116,305
Carga General	19.762	72,685	20.046	73,800
Portacontenedores	1.169	23,900	1.249	25,979
Gaseros	814	10,665	877	11,466
Quimiqueros	1.269	3,847	1.331	4,005
Mixtos Carga/Pasaje	430	0,829	430	0,849
Transp. Vehículos	1.010	7,736	1.027	7,736
Pasaje y Ferries	4.087	11,090	4.284	11,818
TOTAL FLOTA MERCANTE	**40.306**	**398,777**	**41.213**	**410,434**
Otros no mercantes	38.030	24,850	38.817	25,593
TOTAL FLOTA MUNDIAL	**78.336**	**423,627**	**80.030**	**436,027**

Fuente: Lloyd´s Register of Shipping - Statistical Tables

EVOLUCIÓN DE LA FLOTA MUNDIAL, A PARTIR DE 1.980
(Bqs: Miles de buques - TRB: Millones de TRB)

TIPOS DE BUQUES	1.980		1.985		1.989		1.990		1.991	
	Bqs	TRB	Bqs	TRB	Bqs	TRB	Bqs	TRB	Bqs	TRB
Petroleros	7,1	175,0	6,7	138,4	6,4	129,6	6,6	134,8	6,7	138,8
Gaseros	0,6	7,4	0,8	9,9	0,8	10,0	0,8	10,6	0,8	11,4
Combinados	0,4	26,2	0,4	23,7	0,4	20,0	0,4	19,7	0,4	19,6
Graneleros	4,3	83,3	5,0	110,3	4,7	109,5	4,8	113,4	4,8	116,3
Garga General	22,7	81,3	21,7	80,1	19,5	72,1	19,7	72,7	20,0	73,8
Portacontenedore	0,7	11,3	1,0	18,4	1,1	22,7	1,2	23,9	1,2	25,9
Otros Mercantes	6,2	15,4	7,6	18,4	7,2	24,4	6,8	23,5	7,0	24,4
TOT. MERCANTES	**42,0**	**404,5**	**42,2**	**399,2**	**40,1**	**388,3**	**40,3**	**398,7**	**41,2**	**410,4**
No mercantes	31,7	16,3	33,2	17,0	36,0	22,2	38,0	24,9	38,8	25,6
TOTAL FLOTA	**45,7**	**420,8**	**76,4**	**416,2**	**76,1**	**410,5**	**78,3**	**423,6**	**80,0**	**436,0**

Fuente: Lloyd´s Tegister of Shipping - Statiscal Tables

Sobre la base de la flota y de la cartera de pedidos existentes a finales de año, Fearnleys ha elaborado las siguientes previsiones (en millones de TPM) respecto de la posible evolución a corto / medio plazo de la flota mundial:

Fecha	Tanques	Obos	Graneleros	Otros	TOTAL
1 / 1 / 92	255,0	30,7	216,0	141,1	´642,8
1 / 1 / 93	265,8	30,3	216,4	143,6	656,1
1 / 1 / 94	274,7	29,9	217,9	144,9	667,4
1 /1 / 95	280,8	28,5	219,0	146,9	674,4

Fuente: Fearnleys. Incluye solamente buques de más de 10.000 TPM.

La tabla siguiente que muestra la evolución de la estructura por edades de la flota mundial, permite apreciar que desde 1.986 la flota ha envejecido sensiblemente. El porcentaje de buques de edad inferior a los 10 años es ahora tan sólo del 26,4%, frente al 62% de 1.979 y al 42% de 1.984. Por el contrario, el 35,9% tiene ya más de 20 años.

Analizando la estructura de la flota por edades y tipos de buques se obtiene la tabla siguiente:

	0 - 10 años (%)	10 - 20 años (%)	Más de 20 años (%)
Petroleros	26,9	62,9	10,2
Graneleros	42,3	45,5	12,2
Gaseros	33,8	57,2	9,0
Portacontenedores	54,9	37,6	7,5
TOTAL MUNDIAL	34,8	49,4	15,8

Fuente: Lloyd´s Register - Statical Tables

ESTRUCTURA DE EDAD DE LA FLOTA MUNDIAL, AL 1 DE JULIO DE CADA AÑO
(Porcentajes, sobre el número de buques)

AÑOS	1.991	1.990	1.989	1.988	1.987	1.986
0 - 5	10,9	10,8	10,7	11,4	12,5	13,5
5 - 10	15,5	16,5	17,4	18,5	19,4	20,0
10 - 15	19,1	19,9	20,4	20,6	20,8	22,2
15 - 20	18,6	18,4	18,5	18,2	18,0	18,3
20 - 25	15,0	15,6	14,1	13,2	12,0	11,0
Más de 25	20,9	18,8	18,9	18,1	12,0	17,0

Fuente: Lloyd´s Register of Shipping. Statistical Tables.

El país con la flota más moderna es Japón, con un 65 % de sus buques menor de 10 años, comparado con un 76% en 1.979 y un 58% en 1.984, seguida, tal vez sorprendentemente, de Filipinas, que tiene un 63% menor de 10 años, Dinamarca (62% menor de 10 años) y Alemania (60%).

La tabla 4.6 muestra las principales variaciones en la estructura por banderas de la flota mundial. Hay que tener en cuenta que el enorme descenso de la

flota de Bélgica se debe a que sus buques han sido transferidos masivamente al nuevo registro especial de Luxemburgo, creado en julio de 1.990. De hecho, el conjunto de las flotas de Bélgica y Luxemburgo ha aumentado un 2,9%.

Como puede apreciarse en las cifras contenidas en dicha tabla, España es el país de la CEE cuya flota experimentó el mayor descenso en 1.991, bajando un puesto más en el *ranking* mundial (que se ilustra en los gráficos adjuntos), en el que pasa a ocupar el lugar número 27, con un 0,83% del total mundial.

Hay que hacer constar que estas cifras proceden del Lloyd's Register, incluyen buques de todo tipo y se refieren a la variación al 1 de julio del 91, respecto de la misma fecha del año anterior. En el capítulo 5 de este estudio se aportan datos, elaborados por ANAVE, según los cuales la flota mercante española de transporte, al 31.12.91, había perdido un 14% de las TRB que tenía a principios de año.

Salvo España y el Reino Unido (-1,6%), todas las demás flotas comunitarias mostraron aumentos, en general moderados, pero que alcanzan cifras importantes en los casos de Grecia (que subió en 2.231.000 TRB) y Dinamarca (cuya flota aumentó 682.000 TRB). En la práctica, los aumentos registrados por las flotas de países comunitarios (Grecia, Luxemburgo, Dinamarca, Francia, Alemania, Holanda) se basan en la existencia de registros especiales y/o esquemas de subsidios a las empresas navieras, junto con incentivos fiscales a la inversión.

4.2 DESGUACES Y PERDIDAS

Según datos de Fearnleys, durante 1.991, las bajas de buques por desguaces y pérdidas totalizaron 7,5 millones de TPM. Esta cifra, aún siendo superior en un 50% a la registrada en 1.990, supone únicamente un 1,1% de la flota, por lo que hay que calificarla, objetivamente, como una cifra baja. La Tabla resume la evolución de las bajas en la flota en los últimos años, por tipos de buques.

Como puede apreciarse, y sin duda a consecuencia de la negativa tendencia de los mercados de fletes de crudo, el aumento de desguaces registrado en el 91 se concentró principalmente en los buques petroleros (+72%), mientras que este aumento, aunque también notable, fue menor en otros buques (42 %).

En concreto, según Fearnleys, las ventas para desguaces se concentraron principalmente en los buques-tanque entre 100.000 y 200.000 TPM, que totalizaron casi el 25% del tonelaje total desguazado. En los bulkcarriers, dos tercios del total correspondió a buques *handy-size*.

Por su parte, el Instituto de Bremen recoge un total de 183 buques perdidos en el 91, que sumaron 3,06 millones de TPM, así como 445 buques desguazados, con 4,96 millones de TPM, resultando un total de bajas de 8,02 millones de TPM, algo superior, por tanto al que estima Fearnleys.

Analizando los desguaces por países de registro, alcanzan las mayores participaciones Chipre (16,9%), Panamá (13,3%) y Grecia (11,3%). De entre los países de la CEE, sólo Italia, con el 5,2% del total mundial, figura entre los 20 primeros puestos.

4.3 FLOTA INACTIVA

Según Fearnleys, la flota amarrada a finales del 91 había aumentado ligeramente, en un 6%, respecto a la existente en la misma situación, un año antes. La Tabla siguiente

DESGUACES Y PÉRDIDAS EN LA FLOTA
(Miles de TPM)

Año	Tanques y Obos	Otros buques	TOTAL
1.970	1.100	4.200	5.300
1.974	1.800	4.200	6.000
1.978	13.400	5.700	19.100
1.982	25.300	4.600	29.900
1.984	19.300	9.900	29.200
1.986	15.100	18.800	33.900
1.987	9.300	12.900	22.100
1.988	3.600	4.400	8.000
1.989	1.500	2.400	3.900
1.990	1.800	3.100	4.900
1.991	3.100	4.400	7.500

Fuente: Fearnleys

TONELAJE AMARRADO EN LA FLOTA MUNDIAL
(Miles de TPM, al final de cada año)

Año	Tanques y Obos	Otros buques	TOTAL
1.970	210	390	600
1.974	2.250	440	2.690
1.978	23.600	5.300	28.900
1.982	61.800	18.400	80.200
1.984	48.100	11.800	59.900
1.986	14.600	9.100	23.700
1.987	10.300	6.000	16.300
1.988	3.100	3.000	6.100
1.989	2.600	1.900	4.500
1.990	2.700	2.200	4.900
1.991	2.300	2.900	5.200

Fuente: Fearnleys

resume la evolución del tonelaje de la flota inactiva en las dos últimas décadas.

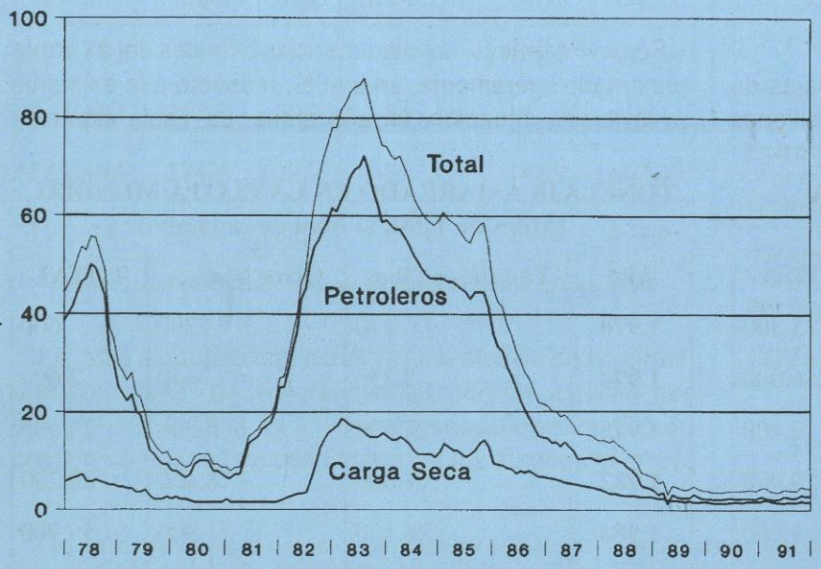
Los datos publicados por el Instituto de Bremen reflejan un tonelaje amarrado, al 31 de diciembre del 91, bastante menor, de sólo 4,3 millones de TPM. Según esta fuente, las variaciones del tonelaje inactivo, a lo largo del 91 no fueron de gran magnitud, siendo octubre, con 4,74 millones de TPM, el mes con más amarre, mientras que el mínimo se alcanzó en mayo, con sólo 3,66 millones de TPM.

Las últimas cifras disponibles, que recogen la situación de la flota amarrada en marzo de 1.992 se resumen en la Tabla siguiente:

FLOTA MUNDIAL AMARRADA (A MEDIADOS DE MARZO DE 1.992)

TIPOS DE BUQUES	No. de buques	Miles TPM	% sobre TPM
Buques - Tanque	22	2.430	57,6
Graneleros	21	1.092	25,9
Carga General	103	613	14,5
Portacontenedores	2	4	0,1
Otros	24	82	1,9

TONELAJE MUNDIAL AMARRADO



5. FLOTA NACIONAL

En el **Anexo Estadístico** se incluye una serie histórica de la evolución reciente de la flota mercante de pabellón español, elaborada por ANAVE, en base a una depuración de los buques contenidos en el Registro Oficial de Buques de la Dirección General de Marina Mercante, con el fin de obtener la flota mercante de transporte realmente operativa, así como sus estructuras por edades, y por tamaños.

5.1 VOLUMEN Y EVOLUCION

El año 90 había supuesto para la flota mercante española una excepción, tras doce años de continuas reducciones de su tonelaje. No obstante, durante 1.991 se retomó esta negativa tendencia, ya que la flota se redujo en 41 unidades y sus TRB en un 13,66%.

Al 1 de enero de 1.991, la flota de buques mercantes de pabellón español estaba integrada por 375 buques, con 2.686.028 TRB y 4.912.658 TPM. Doce meses antes, la flota tenía 416 buques, con 3.110.017 TRB y 5.728.992 TPM.

Durante el 91 se firmaron solamente 3 contratos de nuevas construcciones de buques mercantes para pabellón español, con 16.853 TRB y 7.140 TPM. Se trata de tres buques de pasaje, de los cuales dos, tipo Ro/Pax, corresponden a la Cía. Trasmediterránea.

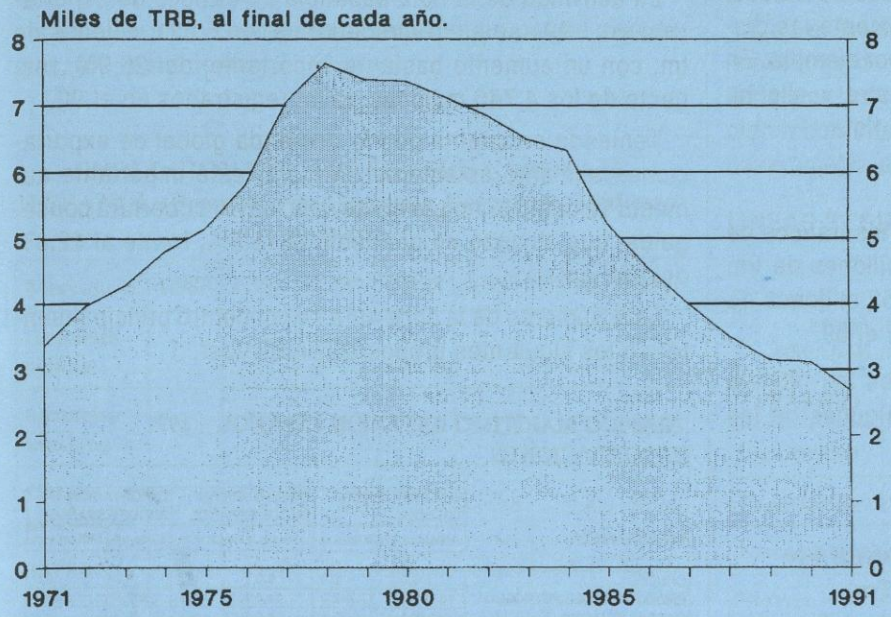
En los primeros meses del 92, se han producido 5 nuevas bajas de buques, que suman 105.522 TRB, principalmente como consecuencia de la entrada en vigor del segundo escalón de liberalización comunitaria, que se produjo el 1.1.92, motivo por el cual varias empresas, que empleaban principalmente sus buques en el transporte de cargas reservadas se vieron obligadas a transferir todas o parte de sus flotas a registros más competitivos y hay otras que se encuentran a punto de realizar una acción similar. No obstante, estas bajas se han visto sobradamente compensadas, al menos en tonelaje, por las importaciones de 2 petroleros de crudo, los buques *Juana Tapias y Sandra Tapias,* que suman 154.379 TRB. En consecuencia, al 1 de junio de 1.992, la flota tenía 372 buques, con 2.734.885 TRB y 4.993.121 TPM.

El tonelaje medio de los buques de la flota española era, al 1/1/92, de 7.163 TRB, habiendo disminuido un 4,2% respecto a las 7.476 TRB del año anterior. Como referencia, en 1.981, diez años antes, el tonelaje medio era de 11.032 TRB. Este descenso se debe a que la reducción de la flota se ha producido especialmente en sus buques de mayor tonelaje (petroleros y grandes bulkcarriers).

Sólo el 25,8% del tonelaje de la flota tiene menos de 10 años y ha aumentado hasta el 6,6% la flota que cuenta más de 20 años. El 67,6%, por tanto, se sitúa entre los 10 y los 20 años. El 31,9% tiene entre 15 y 20 años.

En el año se entregaron 8 buques mercantes para pabellón español, totalizando 85.705 TRB y 160.597 TPM, si bien de este tonelaje, 78.425 TRB y 140.000 TPM corresponden a un solo buque, el petrolero de crudo *Butrón.* Al 1 de enero de 1.992, la cartera de pedidos para armadores y pabellón español comprendía solamente 4 buques, 2 de carga general y los 2 citados Ro/Pax, con 19.846 TRB y 12.800 TPM.

FLOTA MERCANTE ESPAÑOLA DE TRANSPORTE



La importante reducción que experimentó la flota mercante española en 1.991, se concentró en los buques tanques de crudo y obos, que perdieron un 17,36% de sus TRB y en los graneleros (-15,36%).

No obstante, la mayor reducción en número de buques la experimentaron los petroleros de productos, que perdieron 9 unidades y el 8,35% de sus TRB.

Asimismo y con menor peso cuantitativo en tonelaje, la reducción más importante, un 23,27% se registró en los buques de carga general y un 22,62% en los cargueros frigoríficos.

El aumento de 2 unidades y un 11,66% en los buques roll-on/roll-off no se debe a la entrega de nuevos buques, sino al retorno al pabellón español de dos buques que habían sido abanderados en el exterior, y que se han dedicado al tráfico regular de cabotaje con Canarias.

En el sub-sector de los gaseros, junto con varias bajas, se registraron las entradas en servicio de dos nuevos LPG, con un total de 8.500 TRB, produciéndose, en conjunto, un ligero aumento del tonelaje.

En algunos buques se han producido rearqueos, que pueden distorsionar ligeramente las cifras en algunos grupos de buques, sin que tengan ninguna repercusión sensible a nivel global.

5.2 ACTIVIDAD DE LA FLOTA NACIONAL

Como viene siendo habitual a partir de 1.988, mediante el proceso informatizado de los datos procedentes del Documento Unico Aduanero (D.U.A.), ANAVE ha obtenido datos bastante completos respecto a la demanda de transporte en los tráficos de importación y exportación, así como de la actividad de la flota española en los mismos.

Uniendo a estos datos los facilitados por la D.G. de Puertos y los pools Copecan y Balcon para los tráficos de cabotaje, los de Aserpetrol respecto a la actividad de la flota petrolera y de las propias empresas navieras en sectores puntuales se ha llegado a evaluar la actividad de la flota nacional en 1.990, que puede analizarse en detalle en los cuadros estadísticos incluídos en el anexo al capítulo 3. **Tráfico Exterior Marítimo Nacional.**

En base a estos datos, cabe resumir la actividad desarrollada en los últimos años por la flota española en la Tabla siguiente.

A la vista de estas cifras caben los siguientes comentarios:

La actividad global de la flota ha aumentado un 2,42% respecto a la del año 90.

Se mantuvo sensiblemente constante (+ l,5%) el tonelaje movido en tráficos de importación de crudos de petróleo. Disminuyó un 5,4% la actividad en otras importaciones. De esta forma, el tonelaje transportado en el conjunto de las importaciones totalizó 30,49 mill. tm, un 1,45% menos que las 30,94 mill. tm. del año anterior.

ACTIVIDAD DE LA FLOTA MERCANTE NACIONAL

Tráfico	1.990		1.991	
	Millones tm	%	Millones tm	%
Importación crudo	17,58	20,55	17,85	20,37
Importación otras mercancias	13,36	15,62	12,64	14,43
Exportación	4,76	5,56	6,02	6,87
Cabotaje	33,04	38,63	34,75	39,66
Extranacional	16,80	19,64	16,35	18,66
TOTAL	85,54	100,00	87,61	100,00

También se redujo, en un 2,7%, el tonelaje en tráfico extranacional.

Aumentaron, sin embargo, muy sensiblemente (un 26,9%) la actividad en exportaciones que, junto con la recuperación del 5,2% de la actividad en cabotaje fueron los responsables del aumento de la actividad de la flota.

No deja de ser llamativo que, habiéndose reducido sensiblemente la flota, su actividad se haya incrementado. Pero ésto puede tener explicación analizando las coberturas obtenidas en los diferentes tráficos (ver anexo del capítulo 3).

Así, por ejemplo, ha aumentado drásticamente la cobertura de las exportaciones de algunos productos claves, como el cemento y han disminuido sensiblemente las distancias medias de otros, como los cereales, por ejemplo. En conjunto, han disminuido los tramos en lastre y ello ha permitido incrementar la productividad de la flota.

IMPORTACION

La actividad global de la flota nacional en los tráficos de importación totalizó en 1.990 unos 31,42 millones de tm. Esta cifra es inferior en un 16,3 % a los 37,52 millones de tm que se transportaron en estos tráficos en el 89.

A continuación se muestra la evolución en los últimos años de la actividad en la importación de algunas de las mercancías más significativas.

EVOLUCIÓN DE LAS IMPORTACIONES EN BUQUE ESPAÑOL (Millones de Tm)

MERCANCÍA	1.987	1.988	1.989	1.990	1.991
Petróleo Crudo	22,18	22,72	21,75	17,58	17,85
Carbón y Petcoke	4,86	3,2	3,45	3,63	3,23
Cereales	1,22	2,56	1,41	1,86	2,15
Oleaginosas	0,88	0,53	0,56	0,22	0,25
Fosfatos	2,2	2,48	2,05	1,83	1,42
Mineral de Hierro	0,98	1,06	0,88	0,54	0,60
Bauxita	0,50	0,27	0,33	0,36	1,14
Gases Licuados	0,78	0,18	0,50	0,69	0,09
Otros	4,56	4,79	6,59	4,23	3,77
TOTAL	38,16	37,79	37,52	30,94	30,50

Como puede apreciarse, en buena medida, el sostenimiento de las importaciones totales en buques español en el año 91 se debió al aumento de la actividad de los graneleros españoles, que aumentaron sus importaciones de cereales, mineral de hierro y, muy especialmente, en las importaciones de bauxita, muy superior a las cifras de años anteriores.

En el 90, por el contrario, se redujo casi a cero la participación de la flota en las importaciones de productos como los gases licuados y oleaginosas. También bajó sensiblemente la actividad en las importaciones de fosfatos, en las que la cobertura se redujo notablemente, ya que fue del 72%, frente al 91% del año 90) y en las de carbón a pesar del fuerte aumento del tonelaje importado.

EXPORTACION

La actividad de la flota española en tráficos de exportación en 1.991 se situó alrededor de los 6,021 millones de tm, con un aumento bastante importante, del 26,9%, respecto de los 4,746 millones de tm registrados en el 90.

Teniendo en cuenta que la demanda global de exportaciones aumentó solamente un 4,4%, este importante aumento se debió principalmente, a la mayor cobertura conseguida, que alcanzó en promedio el 15,5%, frente al 12,8% del año anterior.

Este aumento de la cobertura se concentró principalmente, en los siguientes grupos de productos:

TRAFICO MARITIMO EXTERIOR ESPAÑOL - 1991
EXPORTACIONES

MERCANCIA	EXPORTACIONES TOTALES		COBERTURA EN BUQUE ESPAÑOL		EXPORTACIONES E BUQUE ESPAÑOL	
	Miles tm	Mill tm x m	% tm	% tm x m	Miles tm	Mill tm x m
CRUDO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRODUCTOS DEL PETROLEO	13.190,7	17.742,3	14,0	4,6	1.852,4	809,2
GASES LICUADOS	131,4	75,4	4,0	5,3	5,2	4,0
CEREALES Y SUS HARINAS	1.541,0	2.510,5	8,9	7,0	137,0	174,8
SEMILLAS OLEAGINOSAS	19,9	22,3	23,8	22,6	4,7	5,0
TIERRAS Y MIN. NO MET.	4.107,5	9.836,8	12,8	11,1	523,9	1.091,4
MINERAL DE HIERRO	2.157,0	2.563,0	0,9	0,5	20,4	13,8
MINERALES NO FERROSOS	508,3	1.171,6	12,0	6,4	61,2	75,1
CARBON Y PETCOKE	487,2	514,9	1,8	0,8	8,9	3,9
CEMENTO Y CALES	2.536,1	5.051,2	58,9	50,4	1.492,9	2.545,8
CHATARRA	75,6	103,8	21,7	5,7	16,4	5,9
ABONOS Y PROD. ABONOS	1.120,1	3.167,9	19,6	7,1	219,2	224,3
OTROS PROD. QUIMICOS	2.215,5	6.395,6	15,5	5,5	343,6	348,8
CAUCHO, PLASTICOS, CUEROS	265,5	961,4	18,3	18,7	48,5	180,2
MADERAS Y TEXTILES	212,8	687,3	17,6	5,6	37,6	38,2
VIDRIO Y MAT.CONST.	1.168,1	4.288,0	10,7	6,9	124,4	296,8
HIERRO Y ACERO	33,8	108,9	14,2	9,7	4,8	10,6
PRODUCT. HIERRO Y ACERO	3.725,1	11.752,6	9,2	3,8	344,0	447,1
OTROS ANIMAL Y VEGETAL	3.292,7	7.602,1	9,5	12,3	314,2	936,1
METALES NO FERROSOS	330,8	810,8	7,1	6,4	23,4	51,9
MATERIAL TRANSPORTE	831,5	1.888,8	42,7	28,2	354,7	532,0
MAQUINARIA Y VARIOS	829,6	1.783,3	10,1	9,5	83,6	169,1
Total	38.780,2	79.038,1	15,5	10,1	6.021,1	7.964,1

Fuentes: D.G. Aduanas - D.U.A. Juntas de los Puertos del Estado para los de Ceuta, Melilla y Canarias

- Productos del Petróleo, pasando del 11,4% al 14,0%, un aumento que puede parecer modesto, pero que, dado el gran volumen de la demanda en este grupo (que supuso el 34% del total de las exportaciones), tiene una sensible repercusión en la cobertura global.
- Cemento, aumentando del 26,0% al 58,9%. (Conviene mencionar que la cifra del 26% corresponde a los datos finales corregidos del DUA para 1990. En los datos provisionales, que se tomaron como base para este estudio el pasado año, la cobertura española se indicaba como del 45%).
- Las líneas regulares exteriores aumentaron muy sensiblemente (un 38%) su actividad en las exportaciones que, a pesar de no suponer un tonelaje muy elevado, 908.000 tm, tuvo un efecto sensible en la balanza de fletes, compensando los menores ingresos en otras partidas.

CABOTAJE

Según datos provisionales obtenidos de la Dirección General de Puertos del MOPT, el tráfico de cabotaje nacional español durante 1.991, en el promedio de mercancías cargadas y descargadas, se situó en 35,032 millones de tm,

con una sensible recuperación, del 6%, después de la reducción del 9% que habían experimentado en el año 90.

La distribución y evolución reciente por grupos de mercancías, fue la siguiente:

EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO DE CABOTAJE ESPAÑOL (Promedio de Casrgas y Descargas. Millones de tm)

Mercancia	1.985	1.986	1.987	1.988	1.989	1.990	1.991
Graneles sólidos	22,9	21,8	23,9	19,8	19,4	17,8	18,98
Graneles líquidos	9,0	8,1	7,1	6,9	7,1	5,9	5,92
Carga general	7,3	7,9	8,6	9,5	9,8	9,4	9,94
TOTAL	39,2	37,7	39,6	36,2	36,4	33,1	34,75

Fuente: Dirección General de Puertos. MOPyT

Queda claro en estas cifras que ha comenzado la recuperación del grave descenso sufrido por la demanda en el año 90. Por lo demás, se retoman las tendencias que se venían apuntando en el período 85-89, es decir: reducción de la demanda de transporte de los graneles, tanto líquidos como sólidos, frente al aumento sostenido de la demanda de transporte de carga general. Los datos relativos a la actividad de las líneas regulares de cabotaje se analizan en el apartado 5.3.2 de este mismo capítulo.

TRAFICO EXTRANACIONAL

Esta es una de las parcelas en las que, por no existir otra fuente de información, es preciso habitualmente recurrir a datos directos de las empresas navieras. Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

ACTIVIDAD DE BUQUES ESPAÑOLES EN TRÁFICOS EXTRANACIONALES, EN 1.991

Tráfico	Millones de tm
Crudo de Petroleo	11,83
Otros graneles líquidos	0,52
Graneles sólidos y carga general en régimen tramp	3,48
Servicios regulares	0,52
TOTAL	16,35

Fuente: Empresas navieras

En el apartado de graneles sólidos, merecen mención los transportes de carbón, minerales diversos, grano y cemento, que constituyen alrededor del 90% de las cargas transportadas en este apartado.

5.3 ACTIVIDAD DE LAS LINEAS REGULARES ESPAÑOLAS

Con el fin de analizar con algún detalle este sector tan importante de la flota, se ha evaluado la actividad desarrollada por las líneas regulares españolas, que se contemplan a continuación separadamente, según su actividad se desenvuelva en tráficos de cabotaje o exteriores.

LINEAS REGULARES EXTERIORES

ACTIVIDAD LINEAS REGULARES EXTERIORES ESPAÑOLAS. CARGAS TRANSPORTADAS (Miles de tm)

TRÁFICO	1.991	1.990	1.989	1.988	1.987	1.986	1.985
Importación	878	806	1.029	1.043	861	921	1.119
Exportación	909	657	931	1.006	883	1.059	617
Extranacional	521	387	437	447	701	471	622
TOTAL	2.307	1.850	2.397	2.495	2.445	2.451	2.358

Fuente: Datos directos de las propias empresas navieras

Hay que tener en cuenta que estas cifras incluyen no sólo la actividad de las líneas dedicadas al transporte de carga general, sino también la de los servicios regulares de transporte de automóviles y madereros. De hecho, hasta 1.989, inclusive, englobaban también la actividad de una empresa española dedicada fundamente al tráfico de importación de pescado congelado, en régimen regular. Esta empresa cesó en su actividad, como naviera española, desde 1.990.

En la edición de este estudio correspondiente al pasado año ya se indicaba que el 90 había supuesto para nuestras líneas exteriores el peor año en el último decenio.

También se aprecia perfectamente que en el 91 se registró una importante recuperación de la actividad de nuestros servicios regulares exteriores, si bien hay que indicar que en la actualidad todos los servicios transoceánicos se prestan con buques de pabellón extranjero.

Las cargas transportadas en el conjunto de los tráficos aumentaron un 25%, alcanzando casi los niveles del año 89. Este aumento fue especialmente importante en los servicios de exportación (+38%) y extranacionales (+35%), mientras que el aumento de las importaciones fue mucho más moderado (9%)-

No deja de sorprender que, con la excepción del año 90 y a pesar de los diferentes avatares que viene atravesando, a lo largo de los últimos 7 años las líneas exteriores españolas vienen manteniendo un nivel global de actividad muy estable.

Sobre la base de la estimación de las cargas de línea regular se ha evaluado la cobertura directa realizada de esta demanda por los servicios regulares españoles (con buques de cualquier pabellón), que se resume en la tabla siguiente:

COBERTURA DE LAS CARGAS DE LINEA REGULAR GENERADAS POR ESPAÑA

Tráfico	1.991	1.990	1.989	1.988
Importación	11,7 %	11,6 %	14,9 %	15,1 %
Exportación	15,7 %	12,8 %	17,9 %	18,6 %
TOTAL	13,4 %	12,1 %	16,2 %	16,7 %

Fuentes: D.U.A. y Empresas navieras

Por lo tanto, la cobertura de la demanda de transporte en línea regular generada por nuestro comercio exterior se ha recuperado bastante respecto de las bajísimas cifras alcanzadas en el año 90 en el tráfico de exportación, mientras que en las de importación se han mantenido prácticamente las cifras de participación del año anterior. Continúa, en cualquier caso, la tendencia a la reducción, a largo plazo, de esta cobertura.

LINEAS REGULARES DE CABOTAJE

Los servicios regulares, tanto de carga como de pasaje, han desaparecido hace ya años en el tráfico de cabotaje peninsular, ante la competencia de otros medios de transporte, tales como carretera y ferrocarril.

Las empresas españolas continúan prestando, sin embargo, servicios regulares de cabotaje de importancia vital para el abastecimiento de los territorios insulares y las plazas en el Norte de Africa. La tabla resume la evolución reciente de la actividad en estos tráficos.

TRÁFICO REGULAR DE CABOTAJE Miles de tm netas transportadas

Tráfico	1.985	1.986	1.987	1.988	1.989	1.990	1.991
Baleares	1.612	1.703	1.968	2.184	2.330	2.225	2.155
Canarias	2.250	2.095	2.340	2.493	2.589	2.310	2.479
Estrecho	n.d.	394	418	n.d.	n.d.	850	880

Fuente: Compañias navieras

5.4 BALANZA DE FLETES MARÍTIMOS

Por su interés, de cara a valorar la importancia económica del sector marítimo, en la tabla adjunta se incluye la evolución de la balanza de Fletes Marítimos, según los datos de la Balanza de Pagos de España, elaborados por el ministerio de Economía y Hacienda.

Se aprecia en las cifras de la mencionada tabla que el saldo global (negativo), que fue en 1.991 de 94.787 millones de ptas, se mantuvo en una cifra muy similar a la del año precedente, en que había sido de 94.464 millones.

También resulta llamativo el descenso que sufrió el saldo en el año 90 respecto al precedente, pero ello se debe principalmente a la brusca reducción experimentada por la cotización del dólar, cuyo cambio medio pasó de 118,4 pts/$ en el 89 a 101,94 pts/$ en el 90. Lógicamente y dado que una parte muy importante de los fletes se cotizan en dólares, una reducción de la cotización Pts/$ se traduce en una reducción del flete en pesetas.

En el 91, con 103,9 pts/$, no hubo una variación tan sensible. El mantenimiento del déficit, habiéndose incrementado sensiblemente el tráfico se debe, pues, principalmente al descenso generalizado de los niveles de fletes en los mercados internacionales.

En cualquier caso, lo más interesante y preocupante es la tendencia claramente negativa que viene experimentando a largo plazo el saldo de la balanza de fletes, que ha hecho que, de una situación prácticamente equilibrada, se haya pasado en 5-6 años a un déficit del orden de los 100.000 millones de pts.

EVOLUCION DE LA BALANZA DE FLETES MARITIMOS

		Millones de pts. de cada año			Mill.pts. constantes	
		Ingresos	Pagos	Saldos	Saldos (1)	Indice
1970		4.715	17.195	-12.480	-12.480	100,0
1971		5.669	18.668	-12.999	-12.011	96,2
1972		6.356	21.894	-15.538	-13.253	106,2
1973		8.326	28.265	-19.939	-15.254	122,2
1974		13.259	40.094	-26.835	-17.735	142,1
1975		15.172	32.340	-17.168	-9.718	77,9
1976		17.384	38.446	-21.062	-9.709	77,8
1977		22.830	37.354	-14.524	-5.616	45,0
1978		25.261	37.924	-12.663	-4.088	32,8
1979		34.598	38.415	-3.817	-1.065	8,5
1980		56.081	64.388	-8.307	-8.308	100,0
1981		67.816	74.240	-6.424	-5.613	67,6
1982		66.175	82.021	-15.846	-12.087	145,5
1983		79.009	103.066	-24.057	-16.370	197,0
1984		95.569	114.333	-18.764	-11.472	138,1
1985		104.388	117.255	-12.867	-7.277	87,6
1986		78.604	89.050	-10.446	-5.643	67,9
1987		68.782	130.828	-62.046	-30.465	366,7
1988		74.930	154.353	-79.423	-37.170	447,4
1989		68.845	186.497	-117.652	-51.532	620,3
1990		60.755	155.219	-94.464	-38.686	465,6
1991	prov	68.482	163.269	-94.787	-36.683	441,5

Fuente: Ministerio de Economía y Hacienda. Balanza de Pagos de España.
(1): Millones de pesetas constantes de 1.970 para la serie 1.970 - 79
Millones de pesetas constantes de 1.980 para la serie desde1.980
A partir de 1.980 cambió el sistema de elevoración de la balanza de fletes por lo que la comparación respecto a años anteriores no es homogénea.
A partir de 1.989 se introdujo un nuevo procedimiento, habiéndose recalculado los datos de 1.987 y 88 con la nueva metodología.

7. POLITICA SECTORIAL

La política de marina mercante, a nivel nacional, estuvo presidida en el año 91 por dos importantes iniciativas legislativas del Gobierno:

- El Proyecto de Ley de Puertos y Marina Mercante, actualmente en trámite de debate parlamentario.
- El Anteproyecto de Ley de creación de un Registro Especial en las Islas Canarias.

Estas dos normas, junto con la liberalización de los

tráficos internacionales, aprobada por la CEE ya en 1986 y que culminará en el 93, vienen a definir un nuevo marco de operación de nuestras empresas navieras, presidido por criterios de libertad de mercado.

Así, mientras que la Ley de Puertos y Marina Mercante introduce aspectos como el libre acceso a los mercados internacionales de compra-venta de buques, la creación del Registro Especial viene a reconocer para los buques españoles las modalidades de contratación laboral que son el estandar en el mundo marítimo y de que ya disponen nuestros vecinos comunitarios a través de registros análogos. Todo ello acompañado por el incentivo de la contratación de nacionales de la CEE, mediante bonificaciones en los impuestos y en la Seguridad Social.

Dado que la liberalización de los mercados es ya un hecho, es preciso instrumentar con la máxima urgencia estos dos proyectos de Ley, con el fin de que las navieras españolas puedan mejorar, en el plazo más breve posible, su flexibilidad operativa y sus niveles de costes.

De hecho, no sólo los buques de navegación internacional, sino la totalidad de la Marina Mercante española va a verse obligada a operar, a medio plazo, en un marco radicalmente nuevo. En efecto, como es sabido, el único sector en el que persiste una reserva plena en favor del pabellón español son los tráficos de cabotaje nacional. Pues bien, tras largas y laboriosas negociaciones, podría estar ya muy próxima la adopción por el Consejo CEE de un Reglamento que establezca su liberalización.

A lo largo de estas negociaciones se han ido perfilando una serie de plazos transitorios, condiciones, beneficiarios y salvaguardias que resultan aceptables para los países mediterráneos en general y para España en particular. De hecho, cabría calificar de satisfactorio el resultado si no fuese porque hasta el momento no se ha aceptado la petición española de que se instrumente un mecanismo que permita retrasar la apertura de nuestros tráficos de cabotaje continental, al menos dos años respecto de la fecha de enero de 1.993. España continúa, sobre la base de razones económicas y geográficas, defendiendo esta posibilidad, que resulta absolutamente necesaria para hacer posible la reestructuración de las empresas españolas que participan en estos tráficos y que no tuvieron acceso al esquema de los Planes de Viabilidad, ya que éstos, como es sabido, estuvieron restringidos a los tráficos internacionales e, incluso en este ámbito no dieron cobertura a todas las empresas.

Por tanto, el futuro del sub-sector de nuestra Marina Mercante que opera en cabotaje depende en igual medida de la capacidad negociadora de nuestra Administración, del apoyo que, con fondos nacionales y/o comunitarios se conceda a su reestructuración y de la capacidad de las propias empresas para realizar ésta en los plazos establecidos, con el fin de alcanzar la competitividad requerida.

Con fecha 17 de marzo de 1992, se publicó una Orden Ministerial sobre Tarifas de Puertos, en la que se introduce un mecanismo gradual, de cuatro años de duración, durante el cual las tarifas de cabotaje se irán incrementando hasta, en el caso de la G3, equipararse a las internacionales. Esta modificación tiene su origen en la obligación de no discriminar entre las cargas procedentes de distintos orígenes comunitarios. A pesar de que este incremento se traduce en un sensible perjuicio económico para las empresas españolas, teniendo en cuenta la ineludible obligación de aplicar la normativa comunitaria y que la propuesta inicial de la DG de Puertos preveía la equiparación inmediata de las tarifas, ya en el año 92, sin ningún mecanismo de adaptación gradual, hay que concluir que el procedimiento finalmente instrumentado resulta aceptable, como mal menor, para las navieras españolas.

A nivel comunitario, aparte del ya mencionado asunto del cabotaje, cabe mencionar:

El 1 de enero de 1992 entró en vigor el segundo escalón de la liberalización prevista en el Reglamento CEE 4055/86, en virtud del cual las reservas de cargas al pabellón español, establecidas en el RD 990/86 no son ya aplicables para los beneficiarios de dicho Reglamento incluso en tráficos con origen o destino en países no miembros de la CEE, siempre y cuando sean realizados en buques de pabellón de los Estados miembros. Cabe recordar que el RD 990/86 fue modificado y precisado por el R.D. 1577/ 89, de 22 de diciembre, en que se reconocía expresamente la mencionada liberalización y por la Circular 1/1990, de 4 de enero de la Dirección General de la Marina Mercante.

El próximo 1 de Enero de 1993 culminará dicha liberalización, puesto que, a partir de esta fecha, las empresas comunitarias podrán utilizar incluso buques registrados fuera de la Comunidad para participar en los transportes de las cargas españolas hasta ahora reservadas.

Los asuntos relacionados con las normas sobre la competencia van cobrando una relevancia cada vez mayor en la política marítima comunitaria. A este respecto puede citarse:

a) La sanción de 1.900 millones de pts, junto con otras duras obligaciones complementarias, impuestas por la Comisión a la naviera francesa Delmas-Vieljeux, como consecuencia de una denuncia presentada por Dinamarca en relación con los tráficos con Africa Occidental (caso Secretama).

b) La existencia de varios contenciosos que plantean la necesidad de clarificar si el establecimiento, por parte de las Conferencias, de tarifas comunes en el transporte terrestre (algo habitual en el transporte multimodal) queda o no cubierta bajo la exención de grupo concedida a las Conferencias en el Reglamento 4056/86.

c) La adopción, en diciembre de 1991, por el Consejo CEE, de un Reglamento de Apoderamiento, que faculta a la Comisión para conceder a los Consorcios una exención de grupo, similar a la de las Conferencias, pero con carácter temporal, en principio por cinco años. No obstante, la Comisión no ha emitido aún el Reglamento por el cual se debe instrumentar dicha exención, existiendo varios aspectos en los que la Dirección General de Transportes de

la Comisión (DG VII), que mantiene puntos de vista bastante próximos a los del sector, discrepa del planteamiento de la Dirección General de la Competencia (DG IV). Así pues, no se ha clarificado aún por completo la problemática derivada de la aplicación de las disposiciones del Tratado de Roma sobre la competencia (art. 85 y 86) a los Consorcios de líneas marítimas y, en general, a acuerdos distintos de las Conferencias.

Por iniciativa, principalmente, del Comisario de Industria de la CEE, se ha organizado un Foro de Industrias Marítimas, que pretende ser un instrumento para el debate de una gran variedad de temas relacionados con los distintos sectores del mundo marítimo: administraciones, empresas navieras, astilleros, industrias auxiliares, usuarios del transporte, etc.

Las discusiones de este Foro se han extructurado en cuatro grupos de trabajo: Análisis Económico; Investigación y Desarrollo; Seguridad Marítima y Medio Ambiente y Transporte Marítimo, estando, en principio, previsto que cada uno de los grupos produzca un informe de conclusiones en otoño próximo

El Consejo de Ministros de Transportes de la CEE tiene aún sobre su mesa las propuestas de la Comisión sobre la creación de un registro comunitario de buques (EUROS). Aunque la mayor parte de los Estados miembros no acogieron esta propuesta con gran entusiasmo, la DG VII viene trabajando activamente sobre la misma en los últimos meses.

Los armadores europeos habían opinado que este registro no sería útil, y, por tanto, no tendría el éxito deseado, si no aliviaba suficientemente las cargas fiscales y de seguridad social, de tal forma que aportase una economía substancial, similar a la que proporcionan varios registros especiales europeos. Asumiendo esta realidad, la DG VII hizo pública en febrero de 1992 una propuesta revisada, cuya principal innovación era la introducción de un mecanismo de devolución a las empresas navieras de los impuestos sobre la renta abonados por los tripulantes de los buques EUROS. Ya en aquella fecha, la Comisión reconoció que se trataba de un primer paso y que preveía presentar en breve una nueva propuesta, en la que se incluirían bonificaciones en la Seguridad Social y, eventualmente, en la fiscalidad sobre los beneficios de las empresas navieras.

Los navieros europeos, a través de ECSA, han valorado positivamente los esfuerzos de la Comisión por diseñar un marco competitivo, a nivel comunitario, para la operación de las empresas navieras. No obstante, al mismo tiempo, y junto con detallados comentarios puntuales, ECSA ha hecho dos matizaciones de carácter general a la propuesta EUROS:

a) La creación de un registro comunitario no debería menoscabar las medidas y los avances en materia de competitividad que ya han sido instrumentadas, o puedan serlo en el futuro, a nivel nacional, por los diferentes Estados miembros. En su caso, el EUROS no debería ser sino una opción más para el naviero europeo, que, lógicamente, sería tanto más utilizada cuanto más atractivas fueran sus condiciones, en materia de competitividad.

b) Si bien un EUROS "incompleto", que no contemple todos los aspectos necesarios (y que, por tanto, no ofrezca términos suficientemente competitivos) no tendría éxito, cualesquiera medidas parciales que la CEE pudiera ir instrumentando, resultarían muy útiles, siempre que contribuyesen a la reducción de los costes de la flota europea en su conjunto, sin estar limitadas a los buques inscritos en un registro determinado.

En el ámbito internacional, los Gobiernos y la comunidad marítima en general vienen poniendo cada vez más atención en la defensa de la seguridad y la lucha contra la contaminación. La legislación sobre la materia está evolucionando de una forma cada vez más rigurosa y exigente. Existen, no obstante, dos vías para este avance: la imposición unilateral, por parte de Estados individuales, de normativas aisladas y no coordinadas entre sí, frente al establecimiento coordinado de una normativa de ámbito internacional, a través del mecanismo de los Convenios Internacionales. Frente a ejemplos desafortunados de la primera vía, como el caso de la Oil Pollution Act de los EE.UU., hay que apoyar decididamente los acuerdos alcanzados en la OMI en marzo del 92, por tratarse del foro más adecuado para el estudio y regulación de estas materias.

Otros asuntos, relacionados con estos mismos temas, fueron:

- La entrada en vigor, el 1 de febrero de 1992, de las enmiendas al Convenio Solas realizadas en 1.988 por la Conferencia sobre el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos.
- La aprobación, en abril del 92, por el Comité de Seguridad Marítima de la OMI de una serie de enmiendas al Solas, que entrarán, en principio, en vigor el 1 de octubre de 1994, en relación con:

a) Nuevas normas sobre la estabilidad después de avería, para buques de pasaje ro-ros.

b) Mejoras en los servicios contraincendios para los buques existentes.

c) Protección contra el fuego, en buques de pasaje de nueva construcción.

- En la misma reunión del Comité de Seguridad Marítima de la OMI se aprobó igualmente el objeto de desarrollar un Código Internacional obligatorio para la Segura Gestión Naviera. Queda aún pendiente de determinar el texto final del mismo y el procedimiento por el que se hará efectiva su obligatoriedad.

Entretanto, apoyando plenamente la necesidad de poner cada vez un mayor énfasis en todas las materias relacionadas con la seguridad, ANAVE ha publicado unas "Directrices para la confección de un manual sobre la buena gestión naviera", que, cumpliendo con creces el contenido del proyecto de Código de IMO, tiene por objeto facilitar, incluso con antelación, a las empresas navieras españolas, su posicionamiento en vanguardia de la observación de la normativa internacional sobre seguridad marítima.

EJEMPLO DE PRODUCTOS INTERMEDIOS
(para un tanque de carga)

ETAPA		ARMAMENTO / MODULOS	ESTRUCTURAS
A9		----	----
A8		REPASO GENERAL	----
A6/A7		----	----
A5		COLOCAR TUBOS+OTROS	
E7			MONTAJE DIQUE
A4		---	
E6			MONTAR UNIDADES
A3		PREARMANENTO 2	
A2		CHORREAR+PINTAR	
E5	M4	GRANDES MODULOS	MONTAR BLOQUES
A1		PREARMAMENTO 1	
E4			FABRICAR PANELES
E3	M3	PEQUEÑOS MODULOS	FABRICAR PREVIAS
E2	M2	TUBOS Y PIEZAS	PIECERIO

FIG.8

sobre el que se puede ejecutar una operación que ponga valor añadido en el producto. Durante el anteproyecto de cada buque se definirán unas zonas determinadas que servirán para analizar el proceso de diseño y fabricación. Los bloques y subconjuntos estructurales, así como los módulos y elementos de armamento, deben respetar la división en zonas y dentro de lo posible evitar cabalgar sobre más de una zona.

La etapa es una división temporal, que representa una oportunidad para efectuar un trabajo sobre una zona determinada, para añadir valor al producto. Las etapas, por lo tanto, tienen una estrecha relación con el proceso de fabricación y cada astillero tendrá una serie de etapas estandarizadas que representan dicho proceso. Las zonas de un mismo tipo tendrán una secuencia de etapas similar. Por ejemplo, etapas para fabricación de bloques estructurales, etapas para módulos de armamento y etapas para armamento suelto. Ver fig. 7. Hay que evitar la tentación y definir muchas etapas y llegar poco menos que al nivel de operaciones elementales. Los astilleros líderes tienen quizás 8 ó 10 etapas para cada tipo de zona, a veces muchas menos. En total, agrupando etapas similares conceptualmente para varios tipos de zonas, puede llegarse a definir la fabricación completa de un buque en no más de 15 etapas. Ver fig. 8. La definición correcta de etapas requiere aplicar el concepto de *tipo de trabajo*, como subdivisión del proceso de elaboración de un producto intermedio. Para que las etapas tengan sentido, deben definir procesos con una cierta homogeneidad en el tipo de trabajo, pero sin llegar a la división del trabajo por gremios. Se requiere una cierta polivalencia de los operarios.

La fabricación del casco de un buque de carga típico se organiza en dos grandes fases: prefabricación y montaje. Dentro de cada fase se distinguen procesos distintos según el tipo de producto; la fabricación de subconjuntos, bloques planos, bloques curvos, bloques especiales y superestructuras, por ejemplo. Lo mismo ocurre con el montaje. Cada proceso se organiza en una línea de fabricación optimizada para el producto en cuestión. Respecto del armamento, tenemos también una fase de fabricación de elementos, tuberías y módulos, seguida de una fase de montaje. El trabajo de montaje se organiza en tres grandes zonas: la cámara de máquinas, la superestructura y el resto del buque. Cada zona se subdivide a su vez en subzonas, dentro de las que el trabajo se organiza por etapas estandarizadas. Todo lo anterior nos lleva a un sistema de fabricación plenamente controlado, basado en líneas de proceso que lo serán en sentido totalmente físico cuando nos referimos a la fabricación de componentes, módulos prefabricados y bloques con armamento. En fase de armamento, especialmente a bordo, el concepto de línea de proceso tiene un sentido virtual, mantenido gracias a la organización del trabajo en paquete de trabajos.

EL PAQUETE DE TRABAJO O PALLET

Desarrollando las ideas anteriores, llegamos a la actividad planificable tipo; en construcción naval, se ha convenido denominarla *"pallet" o paquete de trabajo*. En realidad, un paquete de trabajo es una combinación de actividad que añade valor a la obra, *en una zona y en una etapa*. El paquete de trabajo, por lo tanto, es la unidad de trabajo que nos lleva de un producto intermedio a otro de nivel más elevado. Ver fig. 9. Podemos hacer una especie de matriz con las zonas y etapas de un buque; a cada combinación de zona y etapa le corresponderán uno, varios o ningún paquete de trabajo. No habrá ninguno si no hay posibilidad o necesidad de efectuar una operación productiva sobre esa zona y en esa etapa. Habrá un paquete de trabajo si hay cierta cantidad de trabajo a efectuar, y varios paquetes de trabajo si la cantidad de trabajo es mayor o si no se puede organizar el trabajo en un solo paquete de trabajo por no ser todo él del mismo tipo.

Cada paquete de trabajo correctamente definido debe responder a una serie de condiciones mínimas. Si un trabajo no se ajusta a la definición de paquete de trabajo, o está mal planificado o debe descomponerse en subconjuntos que sean a su vez paquetes de trabajo. Ver fig. 10. Las condiciones son:

1. Que se pueda ejecutar en un solo lugar.
2. Que se pueda ejecutar sin interrupciones debidas a causas ajenas al paquete de trabajo.
3. Que se pueda ejecutar por un equipo de trabajo, en sentido amplio.
4. Que el contenido de trabajo esté dentro de límites adecuados al estado de desarrollo de la tecnología de zonas y etapas en el astillero.

FIG.9 - PAQUETE DE TRABAJO

ZONA "Z"

ETAPA "N" — PRODUCTO INTERMEDIO "X"

+

PAQUETE DE TRABAJO

=

ETAPA "N+1" — PRODUCTO INTERMEDIO "X+1"

FIG.10 - PAQUETES DE TRABAJO
CONDICIONES DE EXISTENCIA

1. QUE SE PUEDA EJECUTAR EN UN SOLO LUGAR
2. QUE SE PUEDA EJECUTAR SIN INTERRUPCIONES
3. QUE LO PUEDA HACER UN EQUIPO DE TRABAJO
4. QUE EL CONTENIDO DE TRABAJO ESTE ACOTADO (ENTRE VALOR MINIMO Y MAXIMO ACEPTABLES)

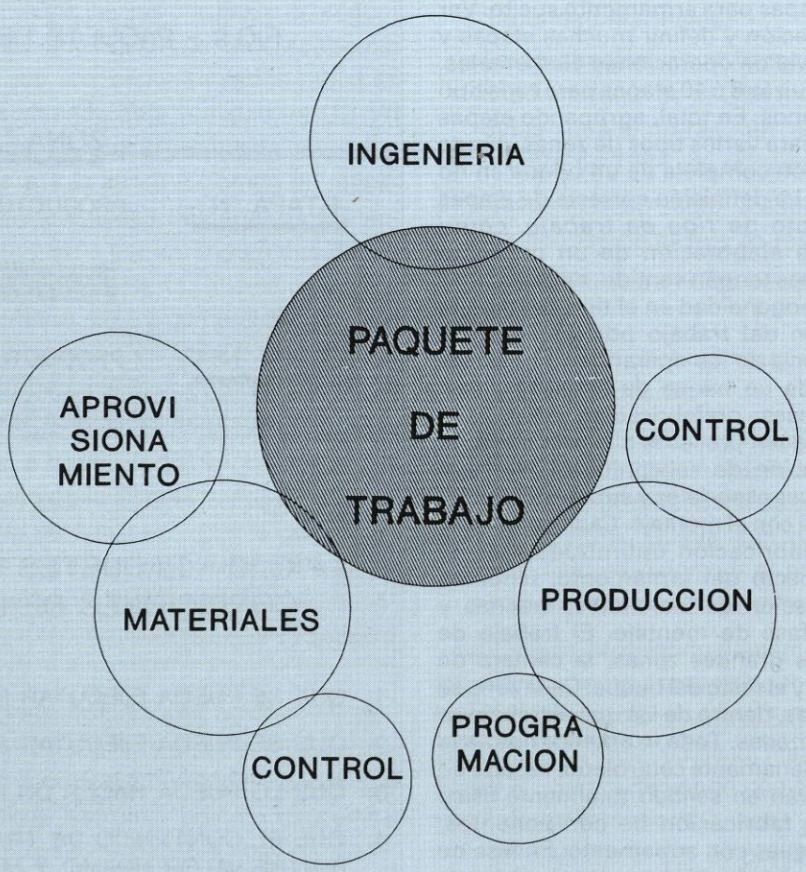
Es importante que el astillero disponga de datos fiables sobre los recursos necesarios para ejecutar un paquete de trabajo en función de los materiales que lo compongan. De este modo la planificación resultante es absolutamente fiable y cumplible. Esto de por sí es ya una revolución en la construcción naval. El número de paquetes de trabajo en que se descompone la construcción de un buque es variable, dependiendo de su complejidad y de la sofisticación del sistema de planificación del astillero. Si el buque es complejo, naturalmente tendrá más paquetes de trabajo que si es sencillo. Por otro lado, si el astillero está empezando con el sistema de paquetes de trabajo, le convendrá simplificar la planificación usando un número reducido de paquetes de trabajo grandes. En la medida en que el astillero dispone de más datos y más experiencia con el sistema de paquetes de trabajo, se puede permitir disminuir el tamaño unitario aumentando el número de los paquetes de trabajo. Los astilleros japoneses recomiendan empezar con paquetes de unas 500/1.000 horas, para irlo reduciendo hasta unas 40 horas cuando el sistema de control de procesos está plenamente consolidado.

El paquete de trabajo es la unidad básica de medida para todos los aspectos esenciales de funcionamiento del astillero; instrucciones de trabajo, planos constructivos, planificación y programación, control de materiales y control de avance de obra. Con el paquete de trabajo se sincronizan las actividades del astillero facilitando el funcionamiento tipo "just-in-time" con el correspondiente acortamiento del período de fabricación. Es como el módulo de engranaje de una caja reductora; la medida que permite engranar correctamente todas las ruedas dentadas. Ver fig. 11.

LA INGENIERIA Y LA CONSTRUCCION POR ZONAS Y ETAPAS

El proyecto es parte integrante del proceso de producción. Esto nos indica que el diseño debe tener como mira la construcción del buque, único fin para el que se realiza. Para poder sacar fruto a la Tecnología de Grupos hay que conseguir que antes de realizar el diseño de un elemento del buque los proyectistas estudien cómo se fabricará dicho elemento. Esto ya de por sí ayudará a facilitar la construcción cuando llegue el momento, puesto que los detalles estarán pensados con vistas a ello. Por tanto, si queremos construir por zonas y etapas, deberemos proyectar también por zonas y etapas. Al diseñar de este modo se puede potenciar el concepto de familias de productos intermedios y por tanto la repetibilidad de los procesos de fabricación con gran efecto sobre la productividad. Es bien sabido que el diseño tiene un enorme potencial de influencia en el coste del producto. Cuanto más se avanza el proceso de diseño, tanto menos margen queda para introducir mejoras que reduzcan el coste. Ya se ha indicado la importancia

FIG.11 - PAQUETE DE TRABAJO



de tener una estrategia constructiva desarrollada desde las etapas más preliminares del proyecto, con lo que primero visualizamos el proceso de construcción para luego rellenar los detalles técnicos de cada uno de los productos intermedios en que se subdivide el proceso de fabricación. En este caso, el diseño es la forma de documentar la estrategia constructiva, y por ello se ha dicho con razón que el diseño es un aspecto de la planificación.

Hay una fase crítica en el proyecto para la correcta aplicación del sistema por zonas y etapas. Al terminarse el desarrollo de todos los sistemas se tiene el buque completamente definido en todos sus elementos. Viene entonces una fase llamada *de transición,* en que cada elemento se sitúa en su verdadera posición y magnitud, en los llamados *planos compuestos.* Luego, con la estrategia constructiva en la mano, se dividen los elementos por zonas y etapas, preparándose para cada combinación zona/etapa un juego de planos e instrucciones de trabajo necesarias y suficientes para ejecutar los paquetes de trabajo previstos en dicha zona y etapa. Si el proceso está correctamente analizado, estos planos serán muy repetitivos, porque también lo serán las operaciones. Esto, combinado con los modernos sistemas de *CAD/CAM,* permite reducir considerablemente la carga de ingeniería, ya que de otro modo el volumen de trabajo podría resultar desorbitado. La ejecución de un diseño por zonas y etapas, con orientación a la producción, requiere una continua realimentación de información entre los departamentos de diseño y producción. Este flujo de información es el aceite que engrasa la maquinaria productiva del astillero.

LA CALIDAD EN EL ASTILLERO MODERNO

Finalmente, hay que resaltar el papel de la calidad en el proceso. La repetitibilidad y estabilidad de los procesos de producción requieren una uniformidad de calidad en todas las etapas del proceso, de modo que se evite la aleatoriedad que introducen los errores, reparaciones y ajustes. Aunque esto no exige automáticamente mayor calidad, pues bastaría con que fuera siempre la misma, en la práctica resulta que *cuanto mayor es la calidad dimensional del trabajo en etapas intermedias, mayor es la productividad global.* El concepto, ampliamente utilizado por toda la industria japonesa, es una buena medida revolucionaria para nuestro entorno. Resulta que no tenemos que buscar la calidad porque lo pida el cliente, sino porque nos conviene a nosotros, porque así ganamos más dinero con el mismo trabajo. Desarrollando más la idea se llega al concepto de *precisión dimensional como base de la estructuración de los procesos.* De este modo, el objetivo principal de todo proceso, taller o factoría será alcanzar niveles altos de precisión dimensional y especialmente de niveles repetitivos de precisión dimensional. Hay toda una ciencia desarrollada alrededor de esta idea, cuyos objetivos son mejorar la precisión de las operaciones de corte, trazado, curvado, ensamblaje y montaje en base a datos fiables del comportamiento de los procesos en nuestras propias instalaciones, datos que son actualizados en base a mediciones continuas que forman parte integrante del proceso productivo.

El aumento de calidad dimensional en cualquier fase de la construcción repercute favorablemente sobre la productividad de todos los procesos situados aguas abajo. Por ello, es esencial mejorar la calidad dimensional de los procesos de cabecera. De todas las operaciones, el corte, el curvado y la soldadura son los más críticos. El corte y la soldadura pueden controlarse directamente por métodos estadísticos, pero el curvado tradicional con prensas tiene tantas variaciones que se resiste a este tratamiento y obstaculiza el alcance de niveles altos de calidad en otros procesos del astillero, incluido el armamento. Los astilleros japoneses han desarrollado el *curvado mediante líneas de calor* como una herramienta de mucha mayor precisión que las prensas, y además que permite poner el proceso bajo control estadístico. Por ello, todo astillero que aspire a posiciones de liderazgo o incluso a la supervivencia a largo plazo debe implantar este método de curvado abandonando lo antes posible los tradicionales.

LOS SINTOMAS EXTERNOS DEL ASTILLERO MODERNO

La implantación de los sistemas de construcción modernos por zonas y etapas con control estadístico de procesos se reconoce fundamentalmente porque en el astillero:

- La obra del buque se comienza a planificar desde las primeras conversaciones comerciales con el cliente en función de las características específicas del astillero, desarrollando una estrategia constructiva que se perfecciona y concreta a lo largo del proceso de diseño para cada una de las etapas de la construcción.
- La información técnica producida durante el diseño se organiza de acuerdo con los productos intermedios, las etapas de construcción y los plazos establecidos en la estrategia constructiva, haciendo amplia utilización de detalles constructivos y módulos de armamento de carácter estándar.
- La definición de materiales y equipos se acomete desde las primeras fases del diseño de forma que cuando se hayan consumido alrededor de 1/3 del presupuesto de horas del proyecto se hayan definido un 70 % de los equipos y materiales y pueda iniciarse su gestión de compra.
- La logística interna de la factoría se organiza sobre la base de una paletización intensiva de los suministros a cada grupo de trabajo.
- Los flujos de producción se equilibran de tal manera que cada etapa establece las condiciones de la demanda a la que deben responder las precedentes que le abastecen, de acuerdo con las previsiones de plazo y cantidad establecidas en la planificación del proyecto y las programaciones que la desarrollan. Esto es el *Just-in Time.*
- Los procesos de fabricación y los productos intermedios resultantes están suficientemente estandarizados y estabilizados para que puedan ser aplicadas técnicas estadísticas al control, seguimiento y corrección de las desviaciones tanto de la productividad de los procesos de fabricación como de la exactitud dimensional de los productos resultantes.
- La programación de los trabajos se hace descentralizada por grupos de trabajo y talleres coordinándose con los hitos, referencias temporales y objetivos de productividad que establece la estrategia constructiva y los programas que la desarrollan.
- La organización del trabajo está centrada en grupos de trabajo estables en los que se prima la polivalencia y se programan y controlan en detalle las operaciones de fabricación.

REFERENCIAS

1. A. Sarabia. *Plan Integral de Mejoras Tecnológicas; Marco de Referencia, Objetivos, Políticas.* AESA, Cuadernos PIMET núm.1, Madrid, 1990.

XXXI SESIONES TECNICAS DE INGENIERIA NAVAL
Puerto Santa María (Cádiz), octubre de 1991

La renovación tecnológica de Astilleros Españoles 1990-1992

Por ANTONIO SARABIA ALVAREZ-UDE y JOSE CARLOS FERNANDEZ VAZQUEZ

1. EL CONTEXTO

Los objetivos básicos de la reconversión de los astilleros iniciados en 1984 se concretaron en:

- Adecuar su estructura empresarial.
- Lograr una cuota significativa de participación en el mercado internacional.
- Incentivar la construcción de buques de alto contenido tecnológico.

El balance de lo realizado entre 1984 y 1987, aunque muy positivo en su conjunto, dejó clara la necesidad de continuar el ajuste de la estructura industrial del sector naval, para llevarlo a una dimensión acorde con las previsiones del mercado en el contexto establecido por las regulaciones de la **C. E.** Mas allá de los problemas sociales con que se enfrentó el sector, el cumplimiento de estos objetivos se vio limitado tanto por la recesión de la demanda como por la fuerte competencia desarrollada por los constructores navales del Lejano Oriente.

En los años siguientes, entre 1987 y 1990 el proceso de ajuste continúa bajo el signo de la reorganización y modernización. La normalidad laboral vuelve a reinar en las factorías tras unos acuerdos con los sindicatos en los que se establece el consenso sobre la continuación del ajuste de plantillas por medios no traumáticos. La actividad productiva se relanza apoyada en nuevos contratos y con ello se pone de manifiesto en su verdadera magnitud la problemática subyacente a la reconversión iniciada en los años anteriores: en adelante los astilleros han de competir en un mercado globalizado y su supervivencia pasa por dotarse de los medios financieros, organizativos, tecnológicos y de gestión necesarios para ser homologados como de clase mundial (world-class).

El desplazamiento del liderazgo del sector hacia los países de Extremo Oriente: Japón a partir de los años cincuenta, acompañado de Corea del Sur a partir de mediados de los años 70, ha incluido cambios estructurales drásticos que, de hecho, condicionan la posición competitiva de la industria naval europea y por ende de la española.

El desarrollo e implantación de *sistemas avanzados de gestión, diseño y producción* ha venido a demostrar que en una coyuntura expansiva del mercado la construcción naval no es un sector industrial cuya viabilidad esté ligada a situaciones de subdesarrollo económico y mano de obra barata.

Por otra parte, los *sistemas tecnológicos y de gestión* puestos a punto han mostrado toda su potencia competitiva al permitir a la industria naval japonesa mantener una tasa elevada y continuada de mejora de la productividad que todavía hoy es una referencia obligada del entorno en que nuestros astilleros tienen que competir, a pesar de las condiciones adversas del mercado y de la recesión económica mundial.

La incorporación de España a la **C. E.** ha venido a reforzar con carácter definitivo el carácter internacional del negocio de la contrucción de buques mercantes al imponer una regulación de los subsidios públicos en función de las estructuras de productividad y costes establecidos por los líderes mundiales del sector. La política básica de los socios comunitarios de ir progresivamente acercándose la desaparición de tales ayudas directas a los astilleros constituye el elemento más dinámico en el lanzamiento y desarrollo de las iniciativas de mejora en Astilleros Españoles.

En este contexto la tarea básica a que se enfrentan los astilleros públicos en el umbral de los años 90 es, sin duda alguna, la implantación de un nuevo modelo industrial avanzado, a la mayor velocidad posible, en la implantación y perfeccionamiento de *nuevos sistemas tecnológicos de fabricación, diseño y planificación* para equiparar nuestra productividad a las de la competencia, estableciendo así una base cierta para desarrollar *sistemas de gestión y estructuras de empresa* capaces de garantizar los niveles de resultados positivos necesarios para *asegurar la supervivencia de nuestros astilleros en el mercado mundial.*

2. LA ESTRATEGIA

Las bases de la reindustrialización de los astilleros de la DCN se establecen en 1990 con la formulación de un Plan de Actuación Industrial (P.A.I). Este Plan considera tres frentes de actuación diferenciados:

- La mejora de las condiciones de trabajo y capacitación de las plantillas en el que las iniciativas se coordinan a través del Plan de Salud Laboral (P.S.L.).

• La modernización de las estructuras y capacidades de gestión, para el que se prepara el *Plan de Mejora de la Gestión,* y.

• El cambio de modelo industrial de organización del diseño y la producción cuya formulación y desarrollo se estructura con el *Plan Integral de Mejoras Tecnológicas* (PIMET).

EL PLAN INTEGRAL DE MEJORAS TECNOLOGICAS (PIMET)

OBJETIVO:

El PIMET es presentado en mayo de 1990 por el Comité de Dirección de la DCN con el objetivo básico de "organizar", impulsar y coordinar los proyectos tecnológicos de las Factorías y de la Oficina Central encaminados a mejorar radicalmente, a corto y medio plazo, la posición competitiva de sus empresas y consolidar a largo plazo los progresos realizados.

ELABORACION:

La presentación del PIMET fue precedida de una fase de elaboración de año y medio de duración. Durante este tiempo el equipo de la Dirección de Desarrollo junto con los equipos técnicos de las Factorías de Sestao y Puerto Real acometieron un largo trabajo de análisis encaminado a establecer, con la mayor precisión posible, el diagnóstico de la situación tecnológica de los dos principales astilleros de la División.

El resultado inicial de estos trabajos quedó sintetizado en una comparación de la productividad de los procesos de fabricación en ambos astilleros frente a un astillero japonés: el astillero de Koyagi de M.H.I. La fiabilidad de los resultados obtenidos fue muy elevada. Se estudiaron en detalle cada una de las áreas funcionales y los detalles de Puerto Real y Sestao conjuntamente con sus responsables técnicos y se analizaron todos los datos disponibles. La información sobre Koyagi, por su parte, fue tomada por un equipo formado por los señores **R. Ales, C. Puig** y **M. Herrero,** que se desplazó a Japón y pudo visitar y entrevistar a los técnicos del astillero más moderno de **MITSUBISHI** a lo largo de varias semanas.

CONCLUSIONES:

La primera y más evidente conclusión de este trabajo fue que para lograr unos niveles de eficiencia que permitiesen competir con los astilleros líderes del sector *no era suficiente con perfeccionar los sistemas de diseño y fabricación* utilizados en nuestras factorías. El elevado *nivel de integración* de los procesos de fabricación del casco y el armamento, la *precisión dimensional* lograda en la fabricación de los bloques o el *cumplimiento estricto* de las *planificaciones* en el astillero japonés no eran imputables ni a los medios e instalaciones utilizados ni a la ideosincrasia cultural de los japoneses. La eficiencia de la *retroalimentación* de fabricación a diseño y la capacidad demostrada de *mejorar de forma continuada* la productividad de los procesos, indicaba claramente que sólo podían ser el resultado de unos sistemas de organización y gestión notablemente diferentes de los nuestros, sin olvidar desde luego que a través de los años de aplicación de estos sistemas también se habían producido *avances tecnológicos* importantes cuya incidencia en la productividad no podía ser olvidada en ningún caso.

CONTENIDO:

A partir de este momento los trabajos del PIMET tomaron una orientación decidida hacia la definición de la lógica y las tecnologías clave para organizar los procesos productivos y los sistemas de diseño, planificación y control en línea con los resultados observados. En este proceso de definición fue de la máxima utilidad el estudio de los trabajos realizados a finales de la década de los setenta y principios de los años 80 en el marco del Programa de Investigación para Construcción Naval (NSRP) en los EE.UU. A través de ellos se tuvo acceso a una descripción sistemática de los sistemas de organización de los astilleros I.H.I., que durante años han liderado el desarrollo tecnológico en la industria naval japonesa.

El Plan Integral de Mejoras Tecnológica propone cuatro líneas fundamentales de actuación:

• Avanzar en la *integración del diseño y la producción* estableciendo un sistema eficiente de *freed-back* entre los departamentos técnicos y de producción que garantice la fabricabilidad de los diseños y el desarrollo de instrucciones de trabajo adecuadas a la organización de los talleres.

• *Integrar la construcción del casco, el armamento y la pintura* a través de la organización de las operaciones de fabricación según líneas de proceso específicas para la construcción de la zona de carga, la cámara de máquinas, las zonas extremas de popa y proa y la superestructura; incorporar el armamento y aplicar la pintura en etapas anteriores al montaje final del buque buscando la oportunidad en que estas operaciones pueden realizarse con mayor eficiencia.

• Organizar *la planificación y el control* de acuerdo a los productos intermedios de fabricación y a la organización por líneas de proceso, implicado y coordinado a todas las fuentes afectadas: diseño, compras y producción.

• Fomentar la *mejora continua de los sistemas de fabricación* a través de la *implantación de sistemas de control dimensional estadístico* y el desarrollo de la organización de la ingeniería de producción.

• Es evidente que este enfoque de la *organización de las factorías* implica a su vez un cambio importante en la *organización de los recursos humanos,* ya que en estas nuevas condiciones es fundamental el trabajo en equipo, en grupos de tamaño reducido que toman a su cargo las tareas incluidas en un paquete de trabajo y las ejecutan poniendo especial énfasis en el cumplimiento de los plazos de entregas establecidos. La relación entre los trabajos de los distintos grupos está claramente regulada por la planificación general del taller en que están incluidos, con amplia flexibilidad para programar internamente su trabajo. Cada grupo de trabajo elabora un producto a partir de otros previamente fabricados. Las relaciones entre los grupos de trabajo se adaptan muy claramente a las que se establece entre proveedor y cliente, lo que significa que cada producto debe estar completamente acabado de acuerdo con la instrucción de trabajo correspondiente y ejecutado con calidad suficiente para poder ser aceptado. La eficiencia del sistema está ligada lógicamente a la descentralización conseguida, lo que por su parte implica hacer más efectivos los sistemas de coordinación y retroalimentación para poder corregir las desviaciones de forma ordenada a priori y a medida que se producen.

IMPLANTACION

La implantación práctica de las políticas de actuación en los distintos astilleros se ha organizado a través del *Programa de Actuación para los Astilleros Públicos 1990-1992 (PAAP).* La elaboración de este Programa se llevó a cabo en la segunda mitad de 1990 y fue desarrollado en dos fases: en la primera se estableció un marco general de referencia para cada astillero y en la segunda cada astillero definió los proyectos específicos a desarrollar a lo largo de los años de vigencia del Programa. El *objetivo general establecido* para guiar la elaboración de

los proyectos quedó establecido en *duplicar la productividad de 1990 en el año 1995.*

El Programa está organizado agrupando las actuaciones en tres grupos de acuerdo con los objetivos perseguidos y las formas específicas de gestionar los proyectos:

- Actuaciones horizontales, designando así las encaminadas a mejorar la competitividad a través del desarrollo de métodos y sistemas, el fomento de tecnológias innovadoras y el progreso efectivo en la implantación de la tecnología de construcción por zonas y etapas.

- Actuaciones de choque, que son aquellas que afectan al equipamiento y reorganización de los talleres y que suponen una mejora en la organización del flujo de materiales, la *introducción de nuevas tecnologías* y la capacitación del personal y la mejora de la seguridad.

- Actuaciones de reposición que incluye aquellas destinadas a garantizar la disponibilidad de equipos e instalaciones.

En total *el Programa prevé una inversión de 12.875 millones* de pesetas, de los cuales 1/3 están destinados a la adquisición de equipamiento y 2/3 al desarrollo con medios propios y recursos externos (aprox. 10 %) de proyectos de mejora de los sistemas de organización y control. La ingente tarea de coordinación y seguimiento de los proyectos particulares de cada astillero ha hecho necesario crear en los astilleros de nuevas construcciones la figura del Subdirector con la misión específica de impulsar la implantación de los nuevos sistemas de trabajo promovidos por el PIMET y desarrollados a través del PAAP.

APOYOS ESPECIFICOS:

A partir de este año un nuevo elemento a venido a apoyar el proceso de renovación tecnológica en la DCN: la colaboración directa con los astilleros japoneses. Por una parte, el astillero de Sestao ha suscrito un acuerdo de colaboración con **MARITECH ENGINEERING JAPAN LTD,** una empresa de tecnología de construcción naval respaldada por IHI, que cooperará con el astillero en la reorganización de sus procesos productivos mediante el envío de técnicos altamente cualificados a Bilbao de acuerdo con un programa cuyos detalles se están ultimando en estos momentos. En este marco se ha organizado el pasado mes de julio unas sesiones de formación en las técnicas de conformado por calor y se ha comenzado a trabajar en la implantación del control dimensional estadístico. Por otra, el astillero de Puerto Real está comenzando un proyecto a cinco años en colaboración con el astillero de **KOBE** de **MHI** para la implantación y desarrollo de los sistemas de *Control de la Calidad Total* (TQC). Hasta la fecha dos equipos de gestores y mandos han seguido sendos cursos de formación en Japón y durante dos meses un equipo de instructores han cooperado en el astillero a la formulación de planes de actuación a corto y medio plazo con los responsables de la gestión de la factoría a todos los niveles.

La difusión de los resultados al conjunto de los astilleros de la DCN es una preocupación fundamental de la Dirección de la DCN y desde la Dirección de Desarrollo se está trabajando activamente en este sentido como parte fundamental de su misión de conseguir el mayor efecto sinérgico de las iniciativas y proyectos emprendidos en cada factoría.

3. LOS RESULTADOS

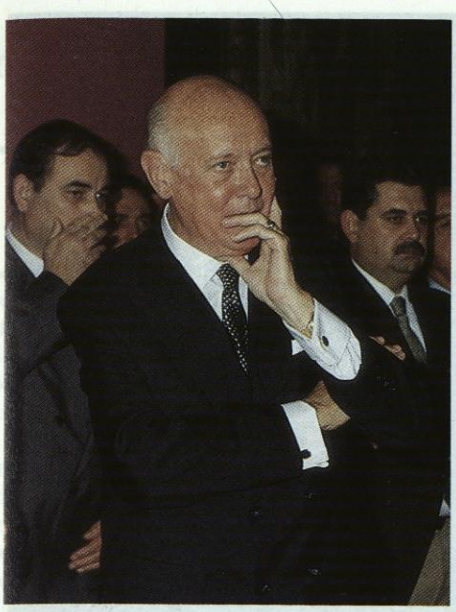
Es innegable que desde 1988, a partir de la normalización de la actividad de las Factorías de la **D.C.N.**, la preocupación por la mejora de la productividad y de la eficiencia de los procesos es una preocupación presente a todos los niveles. La evolución de la cuenta de resultados es una buena muestra de lo que se ha conseguido. Las iniciativas de índole tecnológica emprendidas hasta la fecha deben amplificar y acelerar este proceso ya iniciado. Transcurrido poco más de un año desde la formulación del PIMET, cada astillero ha desarrollado en profundidad un análisis detallado de sus productos intermedios de fabricación, habiendo formalizado los correspondientes catálogos en los que se han cuantificado las variables más relevantes de su fabricación: contenido de trabajo y duración del ciclo de fabricación. Este trabajo lleva consigo la utilización y revisión de un gran número de datos de inapreciable valor para poder continuar los desarrollos sobre bases ciertas.

A lo largo de este tiempo se ha mantenido un elevado nivel de actividades de formación a través de la organización de seminarios impartidos en las Factorías y en Madrid, para hacer llegar a las personas claves en la organización los conceptos y los métodos de trabajo propios de los sistemas que se trata de implantar. Como resultado de todo ello el **P.A.A.P.**, se concreta en 561 proyectos que desarrollan las iniciativas de mejora en las áreas de ingeniería, planificación, aprovisionamientos, recursos humanos y producción.

Estos proyectos están sirviendo, asimismo, para organizar y entrenar los grupos de trabajo necesarios para acometer la transformación de los sistemas.

Un resultado de gran relevancia es, por otra parte, el mejor conocimiento adquirido de la realidad de la industria naval europea, adquirido a través de consultas, visitas y participación en iniciativas de desarrollo tecnológico. De todas éstas, la que ha reportado mejores y más interesantes resultados es la colaboración con **FINCANTIERI** en el Proyecto FASP, con los que se ha abierto una vía de franca colaboración en el desarrollo de propuestas de organización flexible en los procesos de fabricación.

En cualquier caso, el resultado más importante de estos años de trabajo es haber comprobado, que el proyecto de reindustrialización emprendido es viable porque los presupuestos teóricos y conceptuales sobre los que se apoya son correctos, los objetivos que propone son verosímiles y razonables y está aceptado y soportado por las mismas personas que tienen que aplicarlo en la práctica.

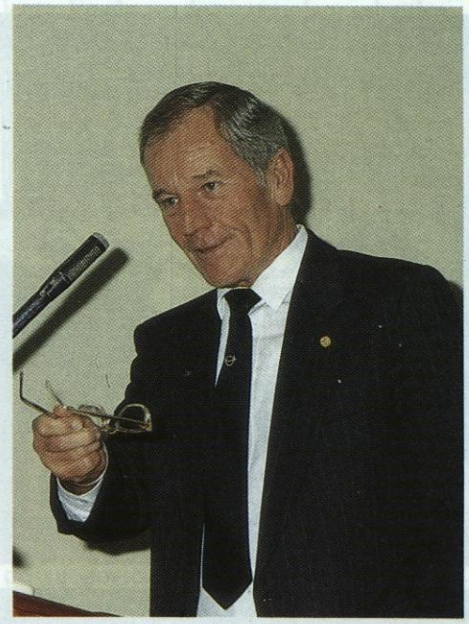


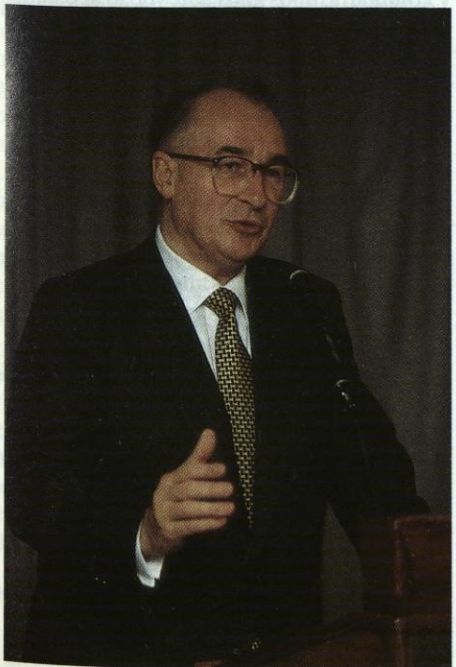
Germanischer Lloyd cumple 125 años

EL pasado día 6 de octubre se reunieron, en el Hotel Meliá Castilla de Madrid, más de 100 representantes de organizaciones marítimas y de la industria del sector, en una recepción homenaje celebrada por la Sociedad de Clasificación de buques GERMANISCHER LLOYD, con motivo de su 125 aniversario. El acto —que había sido festejado anteriormente en Hamburgo— fue presidido por el ex-embajador de Alemania en España, Guido Brunner.

Entre los invitados se encontraban altas personalidades vinculadas al negocio de la navegación y la construcción naval, así como aseguradores marítimos y representantes de Autoridades Marítimas. Destacó la presencia de Rafael Lobeto, Director General de la Marina Mercante; Juan Antonio Sopelana, Inspector General de Buques; Juan Antonio Alcaraz, Presidente de la Asociación de Ingenieros Navales; Fernando Casas, Director General de Anave; Helmuth Treiber, Director General de la Cámara de Comercio Alemana; además de los miembros del Comité Español de GERMANISCHER LLOYD, los inspectores en España de la compañía, representantes de las navieras, astilleros de la industria y auxiliar y de los seguros marítimos de nuestro país.

El acto comenzó con una actuación musical del «Cuarteto Harmonía», que interpretó «La doncella y la muerte» —cuarteto de Shubert—, «Pequeña serenata nocturna» de Mozart y «El americano» —cuarteto de Dvorak—. A continuación, Manuel García Gil de Bernabé tomó la palabra y saludó a los invitados.





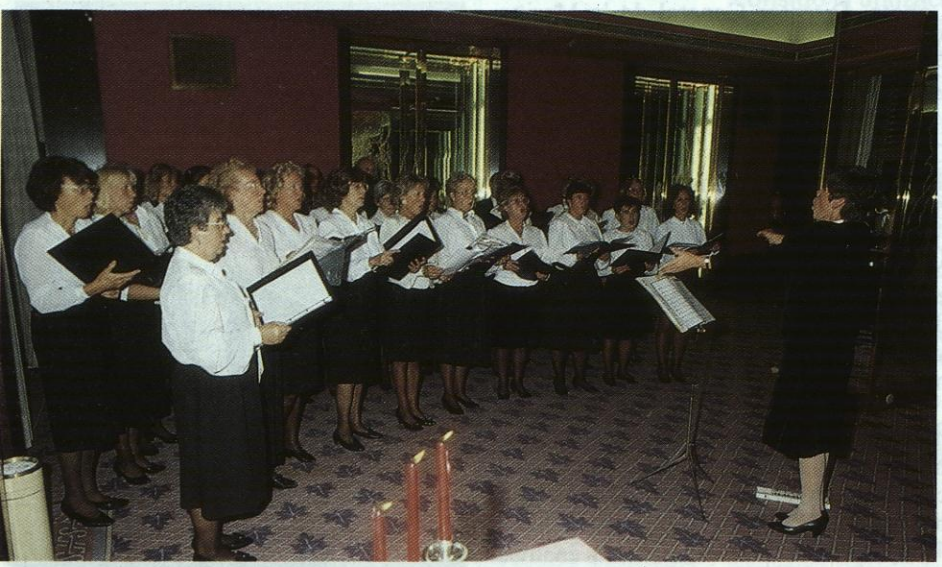
El acto fue presidido por el ex-embajador de Alemania en España, Guido Brunner.

Entre los invitados se encontraban altas personalidades vinculadas al negocio de la navegación y la construcción naval, así como aseguradores marítimos y representantes de Autoridades Marítimas.

Gil de Bernabé —Presidente del Comité Español de la GERMANISCHER LLOYD— destacó, en su intervención, la larga tradición de las actividades desarrolladas por la compañía para la marina mercante española. Ya en 1868, un año después de la fundación de GERMANISCHER, figuraban dos buques veleros españoles en su registro. Hoy día la sociedad alemana trabaja en estrecha colaboración con la Sociedad de Clasificación FIDENAVIS, y está representada en nuestro país por 16 oficinas de inspección entre exclusivas y no exclusivas.

Los actos fueron amenizados por el «Cuarteto Harmonía» y el «coro Alemán Ecuménico de Madrid».

Posteriormente, se dirigió a los asistentes Robert Kruse, Miembro de la Junta Directiva del GERMANISCHER LLOYD, quien evocó la trayectoria de los 125 años de la clasificadora. Kruse puso de relieve que la exigencia, al más alto nivel, en el rendimiento de la ingeniería y en el afán por la innovación y la calidad, habían hecho posible el nivel actual de la seguridad marítima e ingeniería naval. «GERMANISCHER LLOYD», dijo Kruse, «ha sido la primera sociedad en darse cuenta de la importancia de la tecnología computerizada para los buques modernos. Por esta razón, un 25% de los buques contenedores poseen en la actualidad el Certificado de Clase de GERMANISCHER LLOYD». Según subrayó Robert Kruse, la actividad empresarial de las Sociedades de Clasificación y la necesidad de una rápida asimilación y adaptación al desarrollo técnico constituyen un interés primordial para la seguridad de un buque. «Todas las Sociedades de Clasificación», terminó Kruse, «deben aceptar este reto y garantizar a sus clientes que su integridad y competencia técnica están fuera de toda duda».



«Cuarteto Harmonía» y «Coro Alemán Ecuménico» de Madrid.

En su intervención, el ex-embajador Guido Brunner manifestó que la Sociedad GERMANISCHER lleva clasificados buques de más de 100 pabellones distintos. Este hecho lo evaluó Brunner como una muestra de su reputación como colaborador competente y serio de la navegación internacional.

Finalmente, con motivo de esta reunión, Arnfried von Thun —delegado de la compañía en España en los últimos 28 años— se despidió de los asistentes, tras su larga y meritoria actividad. En su discurso de despedida von Thun dijo con gran sentido del humor que «me retiro de forma anticipada y voluntaria, unos años antes de lo acostumbrado, porque no quiero llegar "listo para el desguace" cuando tenga la edad de la jubilación. Quiero disfrutar algunos años con los Certificados de Clase en orden; es decir, en un buen estado de mantenimiento. Ahora podré dedicarme a mis hobbies preferidos que son la cocina, el esquí, el golf, etc.». Von Thun deseó mucha suerte y éxitos a la compañía, «espero haber aportado mi granito de arena al alto nivel técnico a que ha llegado la construcción naval y la navegación en España».

Tras la intervención de von Thun, el «Coro Alemán Ecuménico de Madrid» ofreció un pequeño recital al que siguió un cocktail.

Cristina Larraondo
Fotos: Javier Pavía

¿Es competitiva la propulsión diesel-eléctrica?

EL mayor coste inicial que se atribuye a las instalaciones propulsoras diesel-eléctricas en comparación con sistemas de propulsión convencionales se ha citado frecuentemente como una de las causas que han impedido una mayor difusión de dicho tipo de propulsión, a pesar de sus evidentes ventajas en otros aspectos.

En plena discusión de las ventajas e inconvenientes de la propulsión diesel-eléctrica para diferentes tipos de buques, una firma consultora independiente, con sede en Finlandia, ha hecho públicos los resultados de un estudio en el que se demuestra que los sistemas diesel-eléctricos integrados pueden ser totalmente competitivos con la propulsión por motor diesel de baja velocidad directamente acoplado.

El estudio comparativo realizado por la firma Deltamarin por encargo de la firma ABB Marine (destacado suministrador de sistemas de propulsión diesel-eléctrica, dicho sea en honor a la verdad) sugieren que ciertos tipos de petróleo propulsados por sistema diesel-eléctrico pueden tener un coste inicial menor al del buque correspondiente propulsado por motor diesel de baja velocidad.

La citada firma consultora ha valorado sistemas de accionamiento de corriente alterna, como punto de partida para analizar dos tipos de buque muy concretos: un petrolero «shuttle» de 125.000 tpm y un petrolero de productos de 30.000 tpm. Del estudio se deduce un ahorro en coste inicial de 1.000.000 de dólares en el primer caso y 2,5 millones de dólares en el segundo caso.

Con sus características inherentes de control del par, especialmente a baja velocidad, los sistemas de proipulsión diesel-eléctrica gozan de una excelente reputación entre los operadores de rompehielos, cableros, buques para el tendido de tuberías y ciertos tipos de buques para la industria «offshore». Por otra parte, en los últimos años el desarrollo de la tecnología de CA para este tipo de propulsión la ha hecho más rentable para buques de pasaje y otros tipos de buques mercantes.

En comparación con los sistemas de CC de alta potencia, controlados por tiristores, los sistemas de CA requieren menos mantenimiento, siendo al mismo tiempo de menor tamaño y peso. La flexibilidad en cuanto a situación a bordo de los diferentes elementos de la planta se complementa con la posibilidad, prácticamente ilimitada de conexión entre los generadores y los motores de propulsión y otros consumidores de energía.

Puesto que los componentes de un sistema diesel-eléctrico no deben estar necesariamente contiguos, Deltamarin ha sugerido una configuración para el proyecto de petroleros que reduce de manera notable la longitud de la cámara de máquinas y, con ello, la eslora del buque, que es la dimensión más «cara» en la construcción del buque.

El estudio que comentamos ha llegado a cuantificar esta reducción de eslora, para una capacidad de carga dada que supone la propulsión diesel-eléctrica frente al motor lento. En el caso de un petrolero «shuttle» es posible conseguir un casco 7,4 metros más corto, con los mismos valores de manga y calado. En el caso del «product carrier» la reducción de eslora podría llegar a los 10 metros.

El imparable ascenso de la Construcción Naval Coreana

EN marzo de 1972, durante el «boom» de la construcción naval que precedió a la crisis del petróleo de finales de 1973, Corea del Sur tenía en cartera de pedidos un total de tres buques, que sumaban en conjunto 24.400 TRB, o lo que es lo mismo, el 0,1% del total mundial. A finales de marzo de 1992, los cinco grandes astilleros acaparaban en su conjunto el 21% de la cartera de pedidos mundial, con 9.055.493 TB, según el Lloyd's Register. Para alcanzar este prodigioso crecimiento, Corea del Sur ha tenido que importar casi el 100% de su materia prima, construir una infraestructura capaz de soportar esta industria, y adiestrar a sus técnicos y trabajadores.

Los tres mayores astilleros de Corea del Sur se construyeron en un período caracterizado por las fuertes inversiones en construcción naval durante la primera mitad de los años 70. Como resultado, todos estos astilleros disponen de instalaciones diseñadas para la moderna práctica de la construcción naval.

La construcción naval coreana se ha caracterizado por un empleo masivo de mano de obra. En términos comparativos, Japón produjo en 1991 7,2 millones de TB con un número total de empleados de 28.000, mientras que Corea produjo 4,2 millones de TB, con una plantilla total de 36.600 personas. El salario medio se ha multiplicado por más de dos en los cinco últimos años, reduciendo así el margen de beneficio de los constructores navales. A pesar de ello, los astilleros coreanos con todavía rentables y competitivos.

Los constructores coreanos no se han sentido obligados a seguir la carrera de la automación de la producción tan a rajatabla como han hecho los Japoneses. Ello no es obstáculo para que en los últimos años se hayan hecho fuertes inversiones en sistemas CAD/CAM y de automoción limitada de la fabricación. Según opinión del Presidente de Samsung, recogida por Lloyd's Register, éste astillero se encuentra en buena situación para sacar fruto de los grandes aumentos de producción conseguidos mediante entrenamiento de directivos y trabajadores, sin necesidad de realizar costosas inversiones. El Vicepresidente Ejecutivo de Hyundai, señala que estas medidas podrían producir ahorros del 20-25% del coste total del buque a lo largo de los próximos cinco años. Este aumento de productividad permitirá a los astilleros hacer frente al esperado auge en la demanda mundial de petroleros.

En cuanto al mantenimiento y mejora de su posición competitiva sobre los japoneses, el Presidente de Samsung estima que, en tanto los japoneses se proponen como objetivo aumentar su productividad en 5% anual, los coreanos están en condiciones de conseguir mejoras anuales del orden del 15%.

Los directivos de los astilleros coreanos se muestran prudentes en sus predicciones sobre el calendario y el alcance del largamente esperado «boom» de pedidos de petroleros. El reglamento 13 G de IMO no ha sido tan draconiano en sus requisitos como algunos astilleros habían previsto, y la OPA'90 contempla un largo período para la entrada en vigor de la obligatoriedad de los buques de doble casco. Según la opinión generalizada de los portavoces de esta industria, la supuesta avalancha de pedidos, si es que se produce, se hará esperar al menos otros dos años.

Nuevas reglas de Seguridad contra Incendios afectan a los Buques Ro-Ro mixtos en servicio

EN su reunión del pasado mes de abril, el Comité de Seguridad Marítima de IMO adoptó importantes decisiones en relación con la seguridad en caso de incendio, que afectan de manera especial a los buques ro-ro de carga y pasaje. Como consecuencia de los estudios realizados a raíz de algunos graves incendios ocurridos en buques de este tipo, se ha adoptado esta normativa, en forma de enmiendas al convenio SOLAS, referente a la estabilidad en avería para buques ro-ro de carga y pasaje en servicio, así como para la seguridad en caso de incendio para todos los buques de pasaje existentes, tanto cruceros como ro-ro's.

Las enmiendas entrarán en vigor el 1 de octubre de 1994 y se aplicarán a los buques construidos antes de esta fecha y, por tanto, también a los buques que actualmente se construyen. La mejora de la seguridad contra incendios se alcanzará gradualmente en el período 1994-2010. Algunos de los nuevos equipos deberán llevarse a bordo a partir del 1 de octubre de 1994. Los requisitos que implican ciertas modificaciones constructivas (instalación de sistema detector de humos, exclusión de espacios con riesgo de incendio, etc.) deberán cumplirse a partir del 1 de octubre de 1997.

Otros requisitos que necesitan modificaciones estructurales más importantes (integridad de troncos de escaleras, modificación de puertas C. I., etc.) serán obligatorios a partir del 1 de octubre del año 2000. A partir del 1 de octubre de 1997 será obligatorio instalar rociadores automáticos en todos los buques previos al convenio SOLAS 74, y, a partir del 1 de octubre del año 2.005, en todos los buques que cumplen dicho convenio.

Estas medidas harán necesaria la realización de importantes cambios en los buques actualmente en servicio. Por ejemplo, el requisito relativo a materiales no combustibles, que comenzará a aplicarse el año 2010 puede significar la reconstrucción completa de todos los espacios de alojamiento de numerosos buques. Teniendo en cuenta la edad de dichos buques y la fecha de entrada en vigor de estas medidas, es muy probable que el año 2010 sea la fecha de desguace para un gran número de buques de pasaje y mixtos.

Junto con las anteriores medidas para buques en servicio, el Comité está preparando los requisitos que se aplicarán a los buques construidos a partir del 1 de octubre de 1994, y que con toda probabilidad se adoptarán en la próxima reunión del Comité, a finales de este mismo año.

Todos los buques de pasaje y mixtos deberán ir provistos de rociadores automáticos y de sistemas de detección de humo.

El Comité de Seguridad Marítima ha dado por finalizado también el estudio sobre las enmiendas al Convenio SOLAS relativas a la estabilidad en avería. Según la decisión adoptada, la normativa sobre esta materia conocida como SOLAS'90 entrará en vigor de manera escalonada en el período 1994-2005. La fecha concreta para cada buque se fijará de acuerdo con el valor del denominado «índice de no cumplimiento» que varía de cero a uno y se calcula usando una versión simplificada de la resolución A.265 de IMO, que proporciona un método probabilístico para valorar la capacidad de supervivencia de un buque en avería.

Software de estabilidad «Made in Australia»

MACSURF es probablemente uno de los más utilizados programas de diseño de buques con ayuda de ordenador en todo el mundo. Con más de 300 usuarios en los cinco continentes, se ha convertido en uno de los principales productos australianos de exportación. De las ventas del último año, un 40% corresponde a Japón y un 25% a Estados Unidos.

Este programa se complementa ahora con un nuevo producto de la misma firma denominado MacHydro. Se trata de un programa para cálculo de hidrostáticas y estabilidad para grandes ángulos, que trabaja en completa armonía con el MacSurf y proporciona una herramienta aún más poderosa y rápida.

El programa lee los datos de un sistema de diseño, el MacSurf, que forma los cascos «tirando» de ellos, igual que se hace con los modelos plásticos.

El programa puede producir, dibujos a línea bajo demanda del usuario, o puede dibujar plantillas a tamaño real para comprobar la exactitud de las secciones soldadas.

Como es lógico, MacSurf no sustituye la capacidad de diseño, pero permite materializar los proyectos de manera más rápida, o ejecutar diversas «variaciones sobre un mismo tema», el sistema ajusta automáticamente las variaciones de área de flotación, desplazamiento, superficie mojada, etc. al variar uno o varios parámetros.

El programa cumple todos los criterios de estabilidad de IMO, predice la estabilidad tras la inundación de diferentes compartimentos, resuelve el problema de las formas asimétricas del casco, analiza el comportamiento con diferentes modelos de olas y efectúa predicciones sobre el efecto de superficie libre.

MacHydro registra las dimensiones de los tanques y las aplica a los correspondientes cálculos para la medición de su volúmen, presentando entonces la opción entre la simulación del desplazamiento del contenido del tanque al escorarse el buque o bien una aproximación de la variación del centro de gravedad del buque. Esta última opción tiene de resultar familiar a todos aquellos que hasta ahora han proyectado «con lápiz y papel».

Para cálculos de estabilidad a grandes ángulos, se introducen como datos de entrada una serie de valores de la escora, desplazamiento y posición del C. de G. El programa se encarga entonces de escorar el casco hasta la posición de equilibrio y calcula los datos hidrostáticos. Asimismo presenta en la pantalla secciones o dibujos en perspectiva, como el de la figura, mostrando áreas sumergidas, líneas de flotación con el buque escorado así como centros de flotación, empuje y gravedad.

Es muy probable que la estabilidad en avería ocupe gran parte de los cálculos necesarios para las nuevas generaciones de petroleros de doble forro. En caso de colisión o varada, con inundación de los compartimentos situados entre ambos forros, el capitan del buque tendrá que decidir qué compartimentos lastrar o cuáles bombear para mantener la estabilidad. Existe una versión simplificada de MacHydro, programada para adaptarse a las características de cada buque, que proporciona al capitán una información rápida que le facilita la toma de decisiones.

Un nuevo concepto en transporte marítimo a alta velocidad

La empresa francesa Ateliers et Chantiers du Havre ha presentado muy recientemente un desarrollo de su departamento de Diseño e Ingeniería, consistente en un buque sumamente innovador para transporte de pasajeros, coches e incluso mercancías a alta velocidad.

El buque prototipo, un monocasco de gran eslora y líneas altamente currentiformes, dotado de pequeñas alas laterales, está diseñado en principio para transporte de pasajeros, con o sin vehículos.

Este prototipo inicial se desarrolla en una completa gama de buques, capaces de transportar entre 50 y 2.200 pasajeros, y entre 20 y 550 coches, con esloras altas en la flotación que van desde 25 a 150 metros, con velocidades de crucero a plena carga de hasta 50 nudos, en un intento por parte del astillero de «despegarse» de la actual gama de velocidades de 20-22 nudos típica de los car-ferries.

El proyecto, que fue presentado oficialmente el pasado 13 de Mayo viene estudiándose en el Departamento de Diseño del astillero francés en 1990, y fue patentado en Enero de 1991, antes de iniciar unprograma de desarrollo y pruebas financiado parcialmente por el Ministerio de Industria francés.

Como hemos señalado, no se trata de un sólo buque sino de una amplísima familia de buques, pero todos ellos tienen en común las siguientes características:

— Embarcaciones de alta velocidad diseñadas para el transporte de pasajeros y cargas ligeras.

— Monocasco de líneas altamente currentiformes con dos alas laterales para estabilidad transversal.

— Geometría y situación de las alas diseñada especialmente mediante programas propios de ordenador y ensayos en canal hidrodinámico.

— Excelente rendimiento de la propulsión en una amplia gama de velocidades.

— Relación eslora/manga del casco principal mucho mayor que en cualquier otro concepto de buque de alta velocidad que, junto con las formas de proa permiten obtener un resistencia muy reducida, con velores muy bajos del cabeceo y práctica inexistencia de «slamming».

Las características de estabilidad y comportamiento en la mar en cuanto a desplazamientos laterales pueden regularse con precisión a los valores de máxima seguridad y confort actuando **únicamente** sobre la posición y dimensiones de las alas, con independencia de la arquitectura general del buque y de la posición de su carga.

— El comportamiento hidrodinámico del casco, de tipo «desplazamiento» es menos sensible a las variaciones de carga: un mayor peso muerto producirá sólo una ligera reducción de la velocidad.

— Estas características permiten el empleo de acero en la estructura del buque, principalmente en las unidades de mayor tamaño de la gama.

— A diferencia de los buques basados en las tecnologías SES, SWATH e Hydrofois, el nuevo concepto presentado por el astillero francés no requiere ningún sistema activo de control de elevación, estabilización o movimiento.

«Atlantic Lady», portacontainers de 1.472 TEU's, sin escotillas

La reciente extensión de la «moda» de los portacontainers sin escotillas a toda la gama de tonelajes de este tipo de buque tiene un buen representante en esta unidad construida por el astillero holandés Verolme Heusden para el armador Oost Atlantic Lijn, también holandés.

El «Atlantic Lady» es, un buque portacontainers, de una sola hélice, construido según las reglas del Lloyd's Register y las de la Inspección Marítima de los Países Bajos para servicio de alta mar no restringido y operación con cámara de máquinas sin personal de guardia. Sin embargo, la característica más destacada de este buque es la ausencia de tapas de escotilla.

Con un centro de gravedad de 1,17 m. sobre el fondo de cada container de 8'6'' y 1,30 m. sobre el fondo de cada container de 9'6'', la estabilidad del buque es suficiente para una carga uniforme de 1.282 TEU's de 14 toneladas o 1.472 TEU's de 11 toneladas. Para evitar excesivos ángulos de balance en condiciones de olas desfavorables, el valor mínimo de GM se ha establecido tras las pruebas en 0,7 m.

Las características principales del buque son las siguientes:

Eslora total	173,62 m.
Eslora entre pp	160,00 m.
Manga de trazado	28,80 m.
Puntal de trazado	16,80 m.
Calado de proyecto	8,00 m.
Peso muerto correspondiente	16.570 t.
Calado de escantillonado	9,00 m.
Peso muerto máximo	20.380 t.

El buque tiene capacidad para transportar 1.472 TEU's, distribuidos en cinco bodegas de la manera siguiente:

Bodega número 1:	dos zonas de TEU's y una zona de FEU's.
Bodega número 2:	una zona de FEU's y dos zonas de TEU's.
Bodega número 3:	cuatro zonas de TEU's.
Bodega número 4:	una zona de FEU's y dos zonas de TEU's.
Bodega número 5:	cuatro zonas de TEU's.

SISTEMA DE SENTINAS/LASTRE

Puesto que se trata de un buque sin escotillas, una de sus peculiaridades más acusadas es el sistema de lastre y sentinas. La capacidad del sistema de achique de sentinas ha tenido que aumentarse para hacerla capaz de sacar al exterior el agua de lluvia correspondiente a los más caudalosos chaparrones tropicales, así como el

agua que penetra en el buque en las más desfavorables condiciones operativas. Para la cámara de máquinas se ha instalado un sistema de achique de sentinas independiente, junto con su correspondiente eyector.

Para las bodegas se ha instalado un eyector especial de sentinas, con su bomba instalada en el compartimento de la hélice transversal de proa. El buque va dotado adicionalmente de un sistema de agotamiento de sentinas con funcionamiento automático. Este sistema descarga directamente al mar, para evitar la contaminación con cargamentos peligrosos.

La capacidad del sistema es tal que puede expulsar el doble de la cantidad de agua embarcada correspondiente a los ensayos de comportamiento en la mar, en una bodega vacía, con la bomba y el eyector, trabajando simultáneamente. Un embarque de agua correspondiente a una precipitación de 9 cm/h es neutralizado por el eyector. La bomba de sentinas de la zona de bodegas de carga tiene una capacidad de 442 m³/hora, mientras que la del eyector de la misma zona es de 334 m³/hora.

El sistema tiene también capacidad suficiente para expulsar 4/3 del agua liberada por el sistema de inundación instalado para protección contra incendios en la bodega de mayor tamaño.

«Eliza PG», un transporte de productos que cumple estrictas normas medioambientales

El buque «Eliza PG», construido por el astillero británico Cochrane, es un petrolero para el transporte de productos limpios, de 5.440 tpm. y 90 m. de eslora entre perpendiculares que se caracteriza por rebasar el cumplimiento de las más recientes normas anti-contaminación. Su doble forro y un sistema cerrado de venteo de gases son sus características más destacadas.

Se trata de un buque proyectado y construido para navegación de alta mar no restringida, dotado de doble forro en la zona de los tanques de carga y un sistema de lastre totalmente segregado.

Su maniobrabilidad está asegurada por una hélice de paso variable, un timón de aleta articulada de alta sustentación y un impulsor lateral de proa de gran tamaño.

Dispone el «Eliza PG» de 10 tanques principales de carga, con una capacidad total de 6.625 m³, separados por cuatro mamparos transversales y un mamparo longitudinal. Cada tanque está recubierto de un sistema epoxy de alto espesor y dotado de una bomba de carga de accionamiento eléctrico con un caudal de 125 m³/h y una altura manométrica de 90 m. Completan el equipamiento de cada tanque serpentines de calefacción de acero inoxidable y un sistema de lectura y control remoto de niveles y temperaturas.

Las tuberías de carga en cubierta, construidas en acero inoxidable, disponen de colectores individuales para cada par de tanques, permitiendo el transporte simultáneo de hasta cinco tipos diferentes de carga. Las líneas transversales, con doble válvula de segregación entre los tanques, se activan en el colector principal. A popa de los tanques de carga existe un tanque de residuos con una capacidad de 138 m³.

El buque está asimismo preparado para descargar su cargamento a una instalación receptora en alta mar, mediante un sistema de mangueras controlado neumáticamente.

Como medida de seguridad anti-contaminación, el «Eliza PG» está dotado de un sistema de venteo a la atmósfera en circuito cerrado. Para realizar dicha operación, cada tanque de carga está dotado de una válvula de presión/vacío de alta velocidad situada sobre la cubierta principal. Alternativamente, puede expulsarse el gas a tierra mediante un ramal de tubería. El sistema comprende alarmas por alta y baja presión, y cumple todos los requisitos del servicio de guarda-costas norteamericano.

Un sistema de fluido térmico, utilizando MDO como combustible, calienta la carga en los 10 tanques independientes y en los tanques de HFO. El sistema incluye intercambiadores para recuperación de calor.

El agua de lastre se transporta en tanques laterales altos a lo largo de toda la eslora, y en tanques de doble fondo situados a proa del mamparo de cámara de máquinas lo que proporciona a los tanques de carga la protección requerida para satisfacer los más recientes requisitos del servicio de guardacostas norteamericano. También llevan agua de lastre los piques de proa y un tanque profundo de proa situado sobre el túnel del impulsor lateral.

El buque está propulsado por un motor diesel de velocidad media que desarrolla 2.955 bhp. a 600 rpm., y acciona una hélice de cuatro palas de paso variable. Con este sistema propulsor el buque ha alcanzado en pruebas una velocidad de 13,5 nudos.

La disposición del puente permite la operación del buque por una sola persona. El equipamiento electrónico cumple las reglas del recientemente entrado en vigor sistema GMDSS. Las restantes características principales del buque son las siguientes:

Eslora total	96,20 m.
Eslora entre pp	90,00 m.
Manga de trazado	16,00 m.
Puntal a cubierta principal	9,00 m.
Calado de verano	6,20 m.
Peso muerto correspondiente	5.440 t.
Tonelaje bruto	338 t.
Capacidad de carga	6.625 m³.

En breve

■ **Sobrecapacidad de la flota petrolera.—** Las más recientes previsiones de demanda de buques de petroleros a corto plazo contrastan fuertemente con las previsiones a medio efectuadas en la presentación que hemos citado en la anterior noticia: según un reciente estudio publicado por Petroleum Economics, la sobrecapacidad de la flota petrolera mundial ha crecido fuertemente durante el primer semestre de este año. Las cifras son: de 10 millones a 61 millones de tpm.

■ **Futura expansión de la flota de LNG.—** Un tipo de buque que presenta un panorama totalmente opuesto es el de los transportes de gas natural licuado. Un estudio sobre los proyectos de transporte de gas a larga distancia actualmente en fase de aprobación revela que, de ponerse en marcha los proyectos más probables, se produciría una demanda de 40 o más buques LNG, por un importe superior a los 10.000 millones de dólares. La firma naviera noruega Gotaas-Larsen, destacado especialista del sector, ha identificado once proyectos principales con posibilidades de convertirse en realidad en los años que quedan de la presente década.

■ **Más portacontainers sin escotillas.—** El astillero alemán HDW ha hecho público un nuevo proyecto de portacontainers sin escotillas, de 40.300 tpm y 2.784 TEU's de capacidad, de los cuales podría construir próximamente cuatro unidades por encargo de Norasia Lines.

Buque de trabajo «Pegasus», múltiples funciones en sólo 20 metros de eslora

Los requisitos de proyecto para un nuevo buque de trabajo encargado por la Compañía Petrolífera Mobil para servicio en su refinería de Port Stanvac, al sur de Australia han supuesto un imporante reto para la oficina técnica Burness Corlett Australia (BCA). El resultado, sin embargo, difícilmente podría ser más brillante, convirtiendo a este «caballo de batalla» de sólo 20 metros de eslora en una embarcación polivalente que ha llamado la atención a técnicos y usuarios de todo el mundo.

El principal condicionamiento en el diseño era la eslora. La embarcación de 17 metros a la que «Pegasus» había de sustituir apenas tenía cabida en el dique situado en el extremo de tierra del muelle de carga de productos refinados de esta planta. Aunque estaba previsto aumentar el tamaño de este dique para adaptarlo a la eslora del nuevo buque, las limitaciones de espacio todavía fueron suficientes para fijar la eslora máxima en 20 metros.

En esta eslora, la firma BCA tenía que diseñar un buque de trabajo que no solamente pudiese asistir en las operaciones de atraque de los petroleros de productos en el muelle, así como al de los transportes de crudo en una instalación de «fondeo a punto único (SPM)» en alta mar, sino que debía también estar preparado para realizar otras funciones.

Entre estas funciones adicionales hay que citar la capacidad contra-incendios, el transporte y despliegue de un equipo de control de contaminación, el suministro de un gran volumen de aire comprimido para accionamiento de los chigres de amarre del SPM, así como la actuación como buque de apoyo a las operaciones de buceo.

Por si todo esto fuera poco, existía una limitación de calado a la entrada del dique y la necesidad de conseguir una extraordinaria maniobrabilidad, todo ello en el tamaño de un «buque de bolsillo».

A continuación se describen algunas de las soluciones que se incorporaron a este buque para cumplir todos los requisitos expresados. Se eligió una instalación de doble eje, con dos hélices de paso variable girando en el interior de sendas toberas fijas, con lo que se conseguía la máxima tracción a punto fijo sin rebasar los límites de diámetro de la hélice, consiguiendo al mismo tiempo un alto nivel de protección de la misma.

Se incorporó al buque un sistema de gobierno denominado «New Towmaster», diseñado por la propia oficina técnica Buerness Corlett, consistente en un timón de triple pala a popa de cada tobera,lo que confiere al buque un nivel muy notable de maniobrabilidad: con el timón a la banda (casi a 70°) se consigue un empuje casi transversal lo que permite al buque girar sobre un eje próximo a su centro geométrico bajo la acción exclusiva de los timones.

El servotimón permite accionar los dos triples timones de manera conjunta o independiente. Esta última modalidad permite al «Pegasus» un tipo de desplazamiento que sus proyectistas describieron como «andar de lado» y que quedó patente en las pruebas de mar a pesar de que todavía no se había instalado el impulsor de proa. El buque dispone de una capacidad contraincendios muy por encima de lo requerido por AAPMA para buques contra-incendios de la «clase B». La bomba principal C.I. tiene una capacidad de 6.000 l/min. y abastece un monitor primario, dos secundarios y un sistema de autoprotección por pulverización de agua.

El buque dispone de una cámara de recomprensión para actuación de emergencia en auxilio de dos buceadores. En un tanque de doble fondo se transporta un gran volumen de dispersante para actuar en caso de derrame de productos petrolíferos.

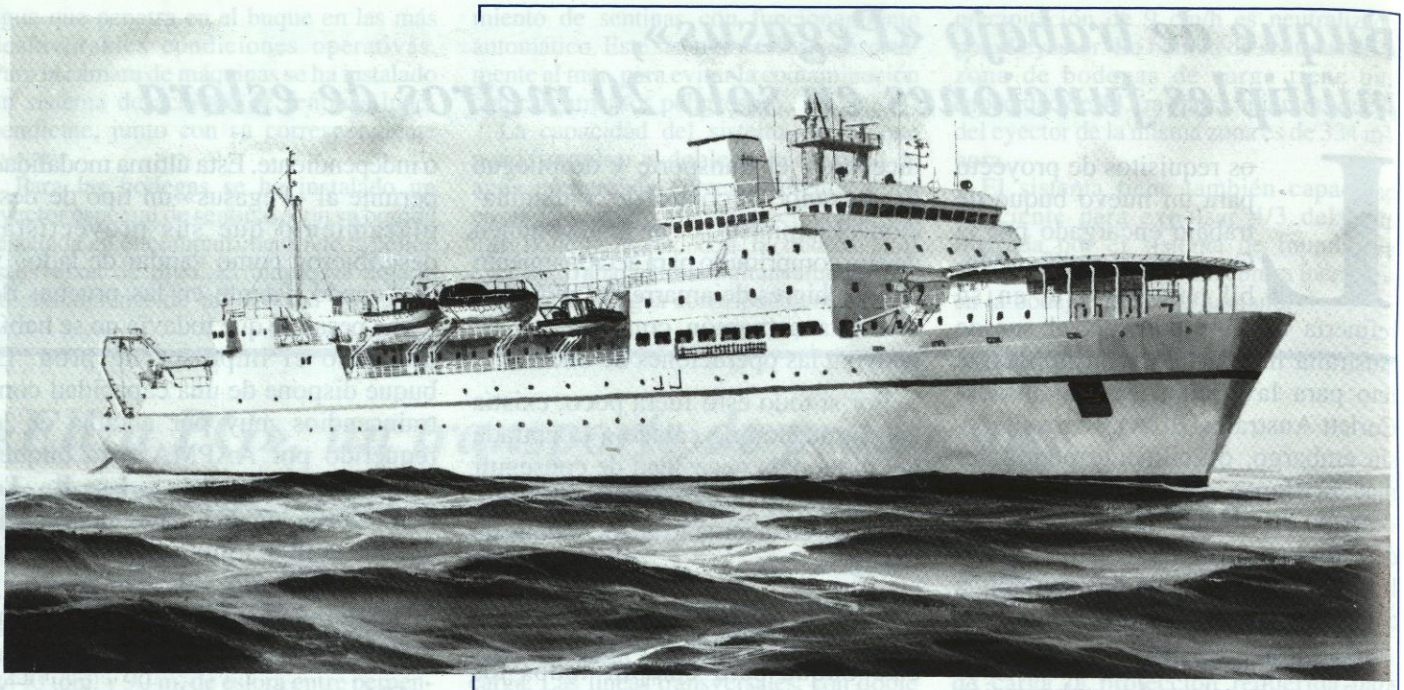
Las características principales del «Pegasus» son las siguientes:

Eslora total	20,67 m.
Eslora entre perpendiculares	19,50 m.
Manga de trazado	8,00 m.
Puntal de trazado	3,40 m.
Calado de proyecto a popa	2,60 m.
Velocidad en marcha libre	11,1 nudos.
Tracción a punto fijo	18 t.
Propulsión	2 x 625 BHP a 1800 RPM.

Otro astillero alemán, Bremer Vulkan, ha anunciado también un nuevo proyecto de portacontainers sin escotillas, denominado BV 3000 OH, que es un nuevo desarrollo de sus conocidas series 1600/1800. El astillero espera conseguir un contrato de tres unidades para este tipo de buque.

Se da la circunstancia de que los dos astilleros que protagonizan estas noticias son socios, junto con Astilleros Españoles, el italiano Fincantieri y el francés Chantiers de L'Atlantique, del proyecto de petrolero E3. Mientras llegan los encargos de este último buque, los alemanes optan por el portacontainers sin escotillas, mientras que italianos y franceses optan a construir LNG y España aspira al mercado de los buques de crucero. Todas ellas alternativas de alta tecnología y con diferentes grados de posibilidad de materializarse.

■ **Las sociedades de clasificación contra las averías en el casco.—** Las principales sociedades de clasificación mundiales, agrupadas en IACS, han desarrollado el denominado «esquema de advertencia rápida» (EWS para facilitar la ayuda en la detección de tendencias marcadas de avería en los cascos de los buques, y la formulación de rápidas y prácticas contramedidas. El sistema sólo cubrirá inicialmente bulkcarriers y petroleros. El sistema contempla la utilización de una base de datos conjunta de todos los miembros de IACS. Las sociedades agrupadas en este organismo clasifican más del 90% de la flota mundial de petroleros y bulkcarriers de más de 20.000 tpm.



En breve

■ **Presentación internacional del petróleo E3.—** Los cinco astilleros europeos que participan en el proyecto del denominado «petróleo E3» (ecológico, europeo y económico), liderados por el socio español, Astilleros Españoles han presentado este buque a nivel internacional en una conferencia de prensa celebrada en Londres el pasado 10 de septiembre. Los astilleros participantes esperan conseguir un 25% aproximadamente del mercado de VLCC de doble casco, es decir, unos 100 buques entre las cinco empresas de aquí al próximo siglo.

■ **Primer buque mercante norteamericano en ocho años.—** El primer buque mercante de gran tonelaje encargado a un astillero norteamericano desde 1984 ha comenzado a navegar recientemente al servicio de la naviera Matson Navigation, con sede en San Francisco. Se trata del «R. J. Pfeiffer» construido en San Diego por National Steel & Shipbuilding y cubrirá la ruta entre la costa oeste norteamericana y Hawai. El proyecto fue desarrollado por el astillero danés de Odense. «R. J. Pfeiffer» puede transportar 1.650 containers de 24 pies en sus bodegas celulares. Tiene 217 metros de eslora total, 32 metros de manga y 10,5 metros de calado. Un motor de 33.680 bhp le permite alcanzar una velocidad de 22,5 nudos. Según los expertos la construcción de este buque ha costado casi el doble de lo que hubiera sido su importe si se hubiese construido siguiendo las reglas del mercado internacional, es decir en Corea o Japón.

Los contratos del mes

Resumen de las contrataciones de buques más importantes anunciadas por astilleros de todo el mundo durante Septiembre de 1992:

Astillero	Armador	N.º y Tipo de Buque	Tamaño	Entrega
Imabari (Japón)	Bright Islands (Liberia)	4 x bulkcarr. panamax	69.000 tpm	94/95
Kanassashi (Japón)	HSH Cougar (Singapore)	Car carrier	5.540 coches 18.500 GT	10-94
Hanjin (Corea)	Corea Gas Corp.	LNG	130.000 m³	9-95
Hyundai (Corea)	Knud Larsen	Quimiquero	8.000 tpm	94
Wenchong (China)	Guangzhou	Portacontainers	14.200 tpm	10-94
Wuhu (China)	—	Carguero polivalente	4.300 tpm	94
Kvaermer Masa-Yards (Finlandia)	Intl. Cableship (Singapore)	2 x buque cablero	120 m	94/97
Ulstein (Noruega)	Grupo Farstad (Noruega)	2 x «anchor handling»	14.400 bhp	9-11/93
IHI Holland	Decloedt (Bélgica)	Draga de succión	17.000 m³	6-94
Vollkswerft (Alemania)	P.T. Persero (Indonesia)	3 x draga de succión	5.400 m³	93/94
Rodríguez (Italia)	Tierania di Navigazione	2 x «fast ferriers»	102 m	93/94

COMENTARIO

En un mes en que escasea la contratación de buques de gran tonelaje destaca el encargo de varias unidades muy especializadas y de alta tecnología, como son el LNG de Hanjin para armador coreano (un paso más de la conquista coreana de este mercado, varias dragas (entre ellas una de las mayores construidas en el mundo), dos avanzados buques de apoyo a operaciones offshore (anchor handling) para armador noruego y, muy especialmente, los dos buques cableros que se construirán en Noruega para armador de Singapore, y a cuyo contrato aspiraba un astillero español altamente especializado.

También optaba un astillero español a la construcción de un buque muy especializado y que no figura en la tabla adjunta. Se trata de un transporte de zumo de fruta a granel en tanques de acero inoxidable, de 18.000 tpm y 173 metros de eslora total, que finalmente construirá otro astillero del mismo grupo noruego (Kvaerner) que construirá los dos citados cableros.

Otro contrato firmado durante el período considerado, pero aún no confirmado, es el conseguido por el astillero danés Danyard para la construcción de cinco buques frigoríficos de 625.000 pies cúbicos de capacidad de bodegas. En este caso había poca opción para otros astilleros, puesto que el armador (j. Lauritzen) es al mismo tiempo el propietario de Danyard.

Convenios de la O.M.I.

Responsabilidad e indemnización

Convenio internacional sobre responsabilidad civil nacida de daños debidos a contaminación por hidrocarburos, 1969

Fecha de aprobación: 29 de noviembre de 1969
Entrada en vigor: 19 de junio de 1975

Otro problema jurídico importante planteado por el siniestro del **Torrey Canyon** se refería al fundamento y al grado de responsabilidad de los propietarios del buque o de la carga nacida de daños sufridos por los Estados u otras personas a consecuencia de un siniestro marítimo que entrañe contaminación por hidrocarburos.

El objetivo del Convenio de responsabilidad civil es garantizar que se otorgue indemnización adecuada a las personas perjudicadas a causa de la contaminación por hidrocarburos resultante de siniestros marítimos en que participen buques transportadores de hidrocarburos.

El Convenio hace responsable de esos daños al propietario del buque del que se haya de derramado o desde el que se haya descargado el hidrocarburo contaminante.

A reserva de un cierto número de excepciones específicas, la responsabilidad es estricta; el propietario del buque está obligado a demostrar, en cada caso, que debe aplicarse alguna de las excepciones. No obstante, salvo en el caso en que el propietario sea culpable de hecho, puede limitar su responsabilidad de un suceso a poco más de 125 dólares de los Estados Unidos por cada tonelada de arqueo bruto del buque, con una responsabilidad máxima en cada suceso de 14 millones de dólares de los Estados Unidos *.

El Convenio exige que los buques por él regidos mantengan un seguro u otra garantía financiera por sumas equivalentes a la responsabilidad total del propietario en un suceso.

El Convenio se aplica a todos los buques de navegación marítima que transporten efectivamente hidrocarburos a granel, pero sólo los buques que transporten más de 2.000 toneladas de hidrocarburos deberán mantener un seguro relativo a los daños debidos a contaminación por hidrocarburos.

Esto no se aplica a los buques de guerra ni a otras naves propiedad de un Estado o utilizadas por éste y que se empleen por el momento para servicio no comercial gubernamental. Ahora bien, el Convenio se aplica respecto de las disposiciones de responsabilidad y jurisdicción a buques propiedad de un Estado que se utilicen para fines comerciales. La única excepción relativa a esos buques es que no tienen obligación de estar asegurados a tal efecto. En cambio, deben llevar un certificado expedido por la autoridad correspondiente del Estado de matrícula en el que se declare que está cubierta la responsabilidad del buque prevista en el Convenio.

El Protocolo de 1976

Fecha de aprobación: 9 de noviembre de 1976
Entrada en vigor: 8 de abril de 1981

El Convenio de responsabilidad civil de 1969 utilizó como unidad de cuenta aplicable el «franco Poincaré», basado en el valor «oficial» del oro. Ahora bien, la experiencia ha demostrado que la conversión de ese franco oro a monedas nacionales era cada vez más difícil. En consecuencia, en 1976 se adoptó un Protocolo relativo al Convenio que establece una nueva unidad de cuenta, basada en los derechos especiales de giro (DEG) utilizados por el Fondo Monetario Internacional (FMI). No obstante, para atender a los países que no sean miembros del FMI y cuyas leyes no permitan la utilización de los DEG, el Protocolo prevé otra unidad monetaria, basada, al igual que anteriormente, en el oro.

El Protocolo de 1984

Fecha de aprobación: 25 de mayo de 1984
Entrada en vigor: 12 meses después de haber sido aceptado por 10 Estados, entre los cuales haya seis con flotas petroleras de al menos un millón de arqueo bruto
Estado jurídico: se han recibido siete aceptaciones

Aunque el sistema de indemnización establecido por el Convenio de responsabilidad civil, 1969, y el Convenio del Fondo, 1971, había resultado muy útil, a mediados del decenio de 1980 se convino en general que los límites de responsabilidad eran demasiado bajos para que pudiesen proporcionar indemnización adecuada en el caso de un suceso importante de contaminación.

En virtud del Protocolo relativo al Convenio de responsabilidad civil, los buques de arqueo bruto hasta 5.000 podrán limitar su responsabilidad a 3,12 millones de dólares de los Estados Unidos, en tanto que para los buques mayores, el límite aumentará en proporción a su arqueo, hasta un máximo de 62 millones de dólares de los Estados Unidos para buques de arqueo bruto igual o superior a 140.000.

El Protocolo de 1984 establece un nuevo procedimiento simplificado para modificar los límites de responsabilidad establecidos en el Protocolo.

Convenio internacional sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños debidos a contaminación por hidrocarburos, 1971

Fecha de aprobación: 18 de diciembre de 1971
Entrada en vigor: 16 de octubre de 1978

Aunque el Convenio de responsabilidad civil, 1969, resultó un mecanismo útil para garantizar el pago de indemnización en caso de daños debidos a contaminación por hidrocarburos, no resolvía satisfactoriamente todas las cuestiones jurídicas, financieras y de otra índole planteadas en el curso de la Conferencia que lo adoptó.

Algunos Estados pusieron objeciones al régimen establecido, ya que se basaba en la responsabilidad estricta del propietario del buque de daños que él no podría prever y, en consecuencia, representaba un apartamiento tajante del derecho marítimo tradicional que basaba la responsabilidad en la culpa.

Por otra parte, algunos Estados consideraban que las cifras de limitación adoptadas posiblemente resultarían insuficientes en casos de daños debidos a contaminación por hidrocarburos ocasionada por grandes petroleros. Por consiguiente, esos Estados deseaban que no se pusiera límite al nivel de indemnización o que se estableciera una cifra límite muy elevada.

A la luz de estas reservas, la Conferencia de Bruselas de 1969 examinó una propuesta de avenencia encaminada a establecer un fondo internacional que financiarían los intereses relacionados con la carga y que estaría disponible para la doble finalidad de, por un lado, aliviar al propietario del

* La unidad de cuenta en los convenios de 1969 y 1971 es el franco Poincaré o franco «oro». En los protocolos de 1984 se utilizan los derechos especiales de giro (DEG) según han sido definidos por el Fondo Monetario Internacional. Por conveniencia, en el presente documento se han utilizado los equivalentes aproximados en dólares corrientes, los cuales, naturalmente, variarán en función de las fluctuaciones del tipo de cambio.

buque de la carga que le imponían las prescripciones del nuevo Convenio y, por el otro, proporcionar indemnización adicional a las víctimas de daños debidos a contaminación, en los casos en que la indemnización en virtud del Convenio de responsabilidad civil de 1969 fuese inadecuada o no pudiera obtenerse.

La Conferencia recomendó que la OM se encargase de organizar un sistema de esa naturaleza. En consecuencia, el Comité Jurídico redactó un proyecto de artículos y el Convenio fue adoptado en la Conferencia celebrada en Bruselas. Este instrumento es complementario del Convenio de responsabilidad civil, 1969.

Los objetivos del Convenio del Fondo son:

1. Proporcionar indemnización por daños debidos a contaminación en la medida en que sea inadecuada la protección que dispensa el Convenio de responsabilidad civil, 1969.
2. Prestar ayuda a los propietarios de buques respecto de la carga financiera adicional que les impone el Convenio de responsabilidad civil, 1969, quedando sujeta esa ayuda a condiciones encaminadas a garantizar la observancia de la seguridad en el mar y otros convenios.
3. Llevar a la práctica los propósitos conexos establecidos en el Convenio.

En virtud del primero de esos propósitos, el Fondo estará obligado a pagar indemnización a los Estados y personas que sufran daños debidos a contaminación, en el caso de que tales personas no puedan obtener indemnización del propietario del buque que haya derramado los hidrocarburos o en el caso de que la indemnización que haya de pagar dicho propietario no sea suficiente para cubrir los daños sufridos.

En virtud del Convenio de Fondo, las víctimas de daños debidos a contaminación por hidrocarburos pueden recibir indemnización por encima del nivel de la responsabilidad del propietario del buque. No obstante, las obligaciones del Fondo están limitadas de tal forma que la suma total pagadera a las víctimas por el propietario del buque y el Fondo no deberá ser superior a 30 millones de dólares de los Estados Unidos en cada suceso. Así, pues, de hecho, la responsabilidad máxima del Fondo para cada suceso se limita a 16 millones de dólares.

Ahora bien, cuando no haya propietario de buque responsable de los daños o el propietario del buque responsable no pueda satisfacer su responsabilidad, el Fondo deberá satisfacer el total de la indemnización debida. En ciertas circunstancias, la responsabilidad máxima del Fondo podrá aumentar hasta un máximo de 60 millones de dólares por cada suceso.

Con la excepción de unos cuantos casos, el Fondo estará obligado a pagar indemnización a las víctimas de los daños debidos a la contaminación por hidrocarburos que no puedan obtener indemnización adecuada o cualquier otra indemnización, del propietario del buque o de su garante en virtud del Convenio de 1969.

La obligación del Fondo de pagar indemnización se limita a daños debidos a contaminación sufridos en los territorios de los Estados Contratantes, incluido su mar territorial. El Fondo está también obligado a pagar indemnización en concepto de las medidas adoptadas por un Estado Contratante fuera de su territorio.

El Fondo también puede proporcionar asistencia a los Estados Contratantes que estén amenazados o afectos por contaminación y deseen tomar medidas al respecto. Tal asistencia puede prestarse con personal, materiales, facilidades de crédito u otras ayudas.

En relación con su segunda función principal, el Fondo está obligado a indemnizar al propietario del buque o a su asegurador respecto de una parte de la responsabilidad del propietario del buque en virtud del Convenio de responsabilidad. Esa parte es equivalente a 100 dólares por tonelada o 8,3 millones, si esta cantidad es inferior.

El Fondo no está obligado a indemnizar al propietario si los daños han sido causados por su conducta dolosa o si el accidente ha sido consecuencia, aunque sea parcialmente, de que el buque no cumpliese con lo dispuesto en ciertos convenios.

El Convenio contiene disposiciones sobre el procedimiento para presentar reclamaciones, sobre derechos y obligaciones y sobre jurisdicción.

Habrán de hacer aportaciones al Fondo todas las personas que reciban hidrocarburos por mar en los Estados Contratantes. La Organización del Fondo está compuesta por una Asamblea de Estados y una Secretaría encabezada por un director designado por la Asamblea, y un Comité Ejecutivo.

El Protocolo de 1976

Fecha de aprobación: 19 de noviembre de 1976
Entrada en vigor: 90 días después de haber sido aceptado por ocho Estados que hayan recibido un total de 750 millones de toneladas de hidrocarburos sujetos a contribución durante el año civil procedente
Estado jurídico: se han recibido 19 aceptaciones (que representan aproximadamente un 75 % del total de hidrocarburos contribuyentes exigido)

El Convenio del Fondo, 1971, aplicaba la misma unidad de cuenta que el Convenio de responsabilidad civil, 1969, a saber: el «franco Poincaré». Por razones análogas, el Protocolo establece una unidad de cuenta, basada en los derechos especiales de giro (DEG), la cual es utilizada por el Fondo Monetario Internacional (FMI).

El Protocolo de 1984

Fecha de aprobación: 25 de mayo de 1984
Entrada en vigor: 12 meses después de ser aceptado por al menos ocho Estados cuyo total combinado de hidrocarburos sujetos a contribución representaban al menos 600 millones de toneladas durante el año civil precedente
Estado jurídico: se han recibido dos aceptaciones

El Protocolo está encaminado primordialmente a elevar los límites de responsabilidad previstos en el Convenio y, por consiguiente, permite que se pague una indemnización mayor a las víctimas de sucesos de contaminación por hidrocarburos.

La cobertura básica (incluida la prevista en el Convenio de responsabilidad civil) se limitará a un máximo de 140 millones de dólares. Ahora bien, cuando las cantidades totales de hidrocarburos sujetos a contribución recibidos a tres Estados Contratantes sean iguales o superiores a 600 millones de toneladas, el límite de la indemnización se incrementará hasta un máximo de 208 millones de dólares.

También se incluye un procedimiento nuevo y simplificado para aumentar los límites de responsabilidad.

Convenio relativo a la responsabilidad civil en la esfera del transporte marítimo de materiales nucleares, 1971

Fecha de aprobación: 17 de diciembre de 1971
Entrada en vigor: 15 de julio de 1975

En 1971, la OMI, en colaboración con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Agencia Europea de Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), convocó una conferencia que adoptó un convenio para regular la responsabilidad respecto de daños resultantes del transporte de sustancias nucleares por vía marítima.

El propósito de ese convenio es resolver dificultades y conflictos que surjan de la aplicación simultánea a daños de carácter nuclear de ciertos convenios marítimos relativos a la responsabilidad de propietarios de buques, así como a otros convenios que atribuyen la responsabilidad nacida de sucesos de carácter nuclear a los encargados de las instalaciones nucleares desde las cuales o a las cuales se transporta el material de que se trate.

El Convenio de 1971 dispone que una persona en otro caso responsable de daños causados en un suceso de carácter nuclear quedará exenta de responsabilidad si el encargado de la instalación nuclear es también responsable de dichos daños en virtud del Convenio de París de 29 de julio de 1960 sobre la responsabilidad de terceros en la esfera de la energía nuclear, el Convenio de Viena de 21 de mayo de 1963 sobre responsabilidad civil por daños nucleares, o la legislación nacional que es análoga por lo que respecta al ámbito de protección acordado a las personas que sufren daños.

Convenio de Atenas relativo al transporte de pasajeros y de sus equipajes por mar, 1974

Fecha de aprobación: 13 de diciembre de 1974
Entrada en vigor: 28 de abril de 1987

En Atenas, en 1974, se celebró una conferencia en la que se adoptó el Convenio de Atenas relativo al transporte de pasajeros y sus equipajes por mar, 1974.

El Convenio está llamado a consolidar y armonizar dos convenios de Bruselas anteriores que se referían a pasajeros y equipajes y habían sido adoptados en 1961 y 1967, respectivamente.

El Convenio establece un régimen de responsabilidad acerca de los daños sufridos por pasajeros transportados en un buque de navegación marítima. Declara al transportista responsable de los daños o las pérdidas sufridos por un pasajero si el suceso causante del daño ocurriera en el curso del transporte y se deba a falta o negligencia del transportista.

No obstante, a menos que el transportista actuase con ánimo de causar esos daños, o imprudentemente y con conocimiento de la probabilidad de que se causarían tales daños, puede limitar su responsabilidad. Este límite de responsabilidad se fija en 55.000 dólares de los Estados Unidos respecto de la muerte o daños personales de un pasajero.

Por lo que se refiere a la pérdida o daños de un equipaje, el límite de la responsabilidad del transportista varía, según se trate de pérdidas o daños ocurridos en relación con equipaje de camarote, un vehículo y/o equipaje transportado en el interior de éste o sobre él, o respecto de otro equipaje.

Protocolo correspondiente al Convenio de Atenas relativo al transporte de pasajeros y sus equipajes por mar, 1974

Fecha de aprobación: 19 de noviembre de 1976
Entrada en vigor: 30 de abril de 1989

El Convenio de Atenas utilizaba también el «franco Poincaré» basado en el valor «oficial» del oro, como unidad de cuenta aplicable.

En consecuencia se adoptó, en noviembre de 1976, un Protocolo del Convenio, con las mismas prescripciones que los Protocolos relativos al Convenio del Fondo, 1971, y al Convenio de responsabilidad, 1969.

El Protocolo de 1990

Fecha de aprobación: 30 de marzo de 1990
Entrada en vigor: 90 días después de su aceptación por 10 Estados
Estado jurídico: no se han recibido aceptaciones

El objetivo principal del Protocolo consiste en aumentar la cuantía de compensación disponible, en casos de muerte o daños, a unos 225.000 dólares. Se fijan límites de 2.322 dólares por pérdida de, o daños a, equipaje de camarote, y de 12.900 dólares por pérdida de, o daños a, vehículos.

El Protocolo también prevé que el procedimiento de «aceptación tácita» sea empleado en el futuro para modificar las cuantías de limitación.

Convenio sobre limitación de la responsabilidad nacida de reclamaciones de derecho marítimo, 1976

Fecha de aprobación: 19 de noviembre de 1976
Entrada en vigor: 1 de diciembre de 1986

El Convenio viene a sustituir al Convenio internacional relativo a la limitación de la responsabilidad de los propietarios de buques de navegación marítima, que fue firmado en Bruselas en 1957 y entró en vigor en 1968.

A tenor del Convenio de 1976, el límite de responsabilidad por reclamaciones cubiertas se aumenta considerablemente, en algunos casos hasta un 250 % o un 300 %. Se especifican límites para dos tipos de reclamaciones: reclamaciones por pérdida de vida o lesiones personales, y reclamaciones relativas a bienes (tales como daños a otros buques, bienes o instalaciones portuarias).

Por lo que respecta a las reclamaciones personales, la responsabilidad relativa a buques que no pasen de 500 toneladas se limita a 330.000 unidades de cuenta (equivalentes a 400.000 dólares de los Estados Unidos). Respecto de buques mayores a 500 toneladas se utilizarán las sumas adicionales siguientes (que se expresan aquí en equivalentes en dólares de los Estados Unidos) al calcular las reclamaciones:

— Por cada tonelada de 501 a 3.000 toneladas: 600 dólares (aproximadamente).
— Por cada tonelada de 3.001 a 30.000 toneladas: 400 dólares.
— Por cada tonelada de 30.001 a 70.000 toneladas: 300 dólares.
— Por cada tonelada por encima de 70.000 toneladas: 200 dólares.

Respecto de otras reclamaciones, el límite de responsabilidad se fija en 200.000 dólares para buques que no pasen de 500 toneladas. Respecto de buques de mayor tonelaje, las sumas adicionales serán:

— Por cada tonelada de 501 a 30.000 toneladas: 200 dólares.
— Por cada tonelada de 30.001 a 70.000 toneladas: 150 dólares.
— Por cada tonelada por encima de 70.000 toneladas: 100 dólares.

En el Convenio, las cuantías de limitación se expresan en unidades de cuenta. Estas unidades son equivalentes en valor a los derechos especiales de giro (DEG) definidos por el Fondo Monetario Internacional (FMI), si bien los Estados que no sean miembros del FMI y cuyas leyes no permitan la utilización de los DEG podrán seguir utilizando el viejo franco oro (que ahora se denomina «unidad monetaria» en el Convenio).

El Convenio establece un sistema prácticamente inquebrantable para limitar la responsabilidad. Declara que una persona no podrá limitar su responsabilidad tan sólo en el caso de que «se demuestre que la pérdida haya sido consecuencia de su acción u omisión personal, cometida con ánimo de causar dicha pérdida, o imprudentemente y con conocimiento de que probablemente se causaría dicha pérdida».

Otros asuntos

Convenio para facilitar el tráfico marítimo internacional, 1965

Fecha de aprobación: 9 de abril de 1965
Entrada en vigor: 5 de marzo de 1967

Desde comienzos de siglo, las exigencias de los estadísticos y la siempre creciente complejidad del propio sector naviero han hecho aumentar el número de autoridades nacionales que han sentido interés por las escalas que hacen buques y personal en sus puertos.

En los últimos decenios, la ausencia de procedimientos relativos a la documentación normalizados internacionalmente ha impuesto un pesado y creciente gravamen sobre el personal de a bordo y de tierra de este sector y ha motivado considerables demoras. Para solucionar esos problemas, la OMI empezó a trabajar en ese ámbito poco después de su constitución y, en 1965, se adoptó el Convenio para facilitar el tráfico marítimo internacional.

Los principales objetivos del Convenio son prevenir demoras innecesarias en el tráfico marítimo, estimular la cooperación entre los gobiernos y asegurar el más alto grado de uniformidad posible en las formalidades y procedimientos.

El anexo del Convenio contiene disposiciones relativas a la llegada, la permanencia y la salida de buques y personas, higiene y cuarentena y medidas sanitarias relativas a plantas y animales.

Estas disposiciones se dividen en Normas y Prácticas recomendadas, y se enumeran los documentos que los gobiernos deben exigir.

Las enmiendas de 1973

Fecha de aprobación: noviembre de 1973
Entrada en vigor: 2 de junio de 1984

Las enmiendas al anexo fueron aprobadas en 1969 y 1977 y entraron en vigor en 1977 y 1984, respectivamente. No obstante, fue virtualmente imposible mejorar sustancialmente el Convenio debido al engorroso procedimiento de enmienda que

exigía la aceptación explícita de más del 50 % de las Partes Contratantes. Las enmiendas de 1973 introdujeron el procedimiento de «aceptación tácita», incluido ya en numerosos otros convenios de la OMI.

Las enmiendas de 1986

Fecha de aprobación: 7 de marzo de 1986
Entrada en vigor: 1 de octubre de 1986

El nuevo procedimiento de «aceptación tácita» hizo posible actualizar rápidamente el Convenio, y las enmiendas de 1986 fueron elaboradas fundamentalmente para reducir el «papeleo» y, en particular, para permitir el uso de técnicas de tratamiento automático de datos en los documentos de embarque.

Las enmiendas de 1987

Fecha de aprobación: septiembre de 1987
Entrada en vigor: 1 de enero de 1989

Las enmiendas han venido a simplificar la documentación que necesitan los buques, incluida la lista de tripulantes, y también a facilitar los movimientos de los buques ocupados en ayudar en casos de siniestros y actividades análogas.

Las enmiendas de mayo de 1990

Fecha de aprobación: mayo de 1990
Entrada en vigor: 1 de septiembre de 1991

Estas enmiendas constituyen una revisión de diversas prácticas recomendadas y añaden otras relativas al tráfico de narcóticos y a los problemas de los minusválidos y los ancianos. Estimulan el establecimiento de comités nacionales de facilitación y asimismo tratan del problema de los polizontes y la organización del tráfico marítimo.

Convenio internacional sobre arqueo de buques, 1969

Fecha de aprobación: 23 de junio de 1969
Entrada en vigor: 18 de junio de 1982

El Convenio, que la OMI adoptó en 1969, es el primer intento que ha tenido éxito en la creación de un sistema universal de arqueo.

Anteriormente, se empleaban diferentes sistemas para calcular el arqueo de los buques mercantes. Aunque todos ellos se basaban en el método ideado en 1854 por George Moorsom, del Ministerio de Comercio británico, había considerables diferencias entre ellos y reconoció que era muy necesario crear un sistema internacional único.

El Convenio de arqueo de 1969 establece arqueos brutos y netos, que se calculan independientemente. El arqueo bruto es una función del volumen total de todos los espacios cerrados del buque, en tanto que el arqueo neto se calcula mediante una fórmula que es una función del volumen total de todos los espacios de carga del buque. El arqueo neto no deberá considerarse como inferior al 30 % del arqueo bruto.

Se esperaba que la entrada en vigor del Convenio permitiera con el tiempo la eliminación del buque de cubierta de abrigo. Hay sólo un arqueo neto cuya modificación se permite únicamente una vez al año. Se aplica a buques nuevos en general desde la fecha de entrada en vigor del Convenio. Se entiende por buques nuevos aquellos cuya quilla ha sido colocada, o que se encuentren en una fase análoga de construcción, en la fecha de entrada en vigor o posteriormente.

Los buques existentes, si no han sido transformados, podrán conservar el arqueo que tenían durante 12 años tras la entrada en vigor. Esto tiene el objeto de garantizar que los buques cuenten con razonables salvaguardias en interés de una economía saludable del sector naviero. Por otra parte, si su propietario así lo desea se podrá asignar a un buque el nuevo arqueo.

En la medida de lo posible, el Convenio se redactó con ánimo de garantizar que los arqueos bruto y neto calculados de conformidad con el nuevo sistema no se diferenciasen demasiado de los calculados con arreglo a los métodos existentes

Convenio para la represión de actos ilícitos contra la seguridad de la navegación marítima, 1988

Fecha de aprobación: 10 de marzo de 1988
Entrada en vigor: 1 de marzo de 1992

El objetivo principal del Convenio es garantizar que se aplican las sanciones adecuadas a las personas que cometan actos ilícitos contra los buques. Tales actos comprenden apoderarse de buques por la fuerza, actos de violencia contra personas a bordo de los buques, y la colocación de artefactos a bordo de un buque que puedan destruirlo o dañarlo.

El Convenio obliga a los Gobiernos Contratantes, bien a extraditar, bien a procesar judicialmente a los presuntos delincuentes.

Protocolo para la represión de actos ilícitos contra la seguridad de las plataformas fijas emplazadas en la plataforma continental, 1988

Fecha de aprobación: 10 de marzo de 1988
Entrada en vigor: 1 de marzo de 1992

El Protocolo hace extensivas las prestaciones del Convenio a las plataformas fijas, como las consagradas a la explotación del petróleo y el gas mar adentro.

Convenio internacional sobre salvamento marítimo, 1989

Fecha de aprobación: 28 de abril de 1989
Entrada en vigor: un año tras ser aceptado por 15 Estados
Estado jurídico: se han recibido dos aceptaciones

El Convenio viene a sustituir un instrumento adoptado en Bruselas en 1910. Incorpora el principio de «no se paga si no se salva», que se aplica desde hace muchos años y es la base de la mayor parte de las actuales operaciones de salvamento.

El antiguo convenio no tiene en cuenta la indemnización. El nuevo trata de subsanar esta situación disponiendo lo necesario para el pago de «indemnización especial» a los salvadores cuando existe una amenaza contra el medio marino.

Tal indemnización consistirá en los gastos del salvador más un 30 % si se reducen al mínimo o se evitan los daños al medio ambiente, aunque sea cifra puede elevarse al 100 % en determinadas circunstancias. ■

«Comismar, S. A.» crea nueva Comisión Técnica para riesgos diversos

LA organización de Comisarios de Averías, Peritos Tasadores de Seguros y Liquidadores de Averías, COMISMAR, ha constituido recientemente una nueva Comisión Técnica compuesta por Directores Técnicos y Jefes de Ramos Patrimoniales de varias Compañías Aseguradoras.

La Comisión Técnica de COMISMAR para Incendios y Riesgos Diversos, tiene por objeto colaborar con la dirección y Consejo de COMISMAR, para complementar la ya amplia experiencia en Peritajes y Tasación de Segusos Diversos de esta firma, adecuando lo más posible su organización de Peritos Tasadores a fin de atender más eficazmente las necesidades existentes en el mercado de peritajes más técnicos, fiables y ágiles.

Ello ha aconsejado a COMISMAR que este año celebra su 50 Aniversario, a crear, de igual forma a como en su momento hizo con la Comisión Técnica Asesora de Transportes, un nuevo punto de encuentro donde ejercitar de forma específica un intercambio de pareceres entre expertos en Riesgos Patrimoniales y así contribuir a dar un mejor servicio al asegurado, fin que persigue unánimemente el sector.

La nueva Comisión Técnica de COMISMAR presidida por D. Miguel A. Lamet, está compuesta en la actualidad por: C. Elvira de AGF SEGUROS, J. M. Collado de AIG EUROPE, J. Bueres de ALLIANZ INDUSTRIAL, A. del Pilar Frías de AMAYA, G. Chamante de GENERALI, R. Melcón de AURORA POLAR, M. Fernández de HERCULES HISPANO, A. Lomas Salinas de LA ESTRELLA, M. Riesgo de LA UNION Y EL FENIX, F. Triviño de MUSINI, R. Orcoyen de PLUS ULTRA, A. Penche de UNION IBEROAMERICANA y M. Fernández de COMISMAR.

Conmemoración del XXV Aniversario de la Constitución del Colegio Oficial de Ingenieros Navales

PROGRAMA DE ACTOS

Día 21 de noviembre (sábado) de 1992 - MADRID

10,30 horas.—Acto Conmemorativo, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales —Ciudad Universitaria— que incluye:

1.º —Apertura por parte del Sr. Decano del C.O.I.N.
2.º —Conferencia: "Justificación y vicisitudes de la constitución del Colegio", por D. José Manuel Alcántara Rocafort.
3.º —Conferencia: "Las Armadas de Indias", por D. Juan Fajardo Utrilla.
4.º —Imposición de medallas conmemorativas.
5.º —Clausura del acto.

13,30 horas.—Misa de Acción de Gracias, en la Iglesia del Espíritu Santo - Calle Serrano, 125.

14,30 horas.—Almuerzo, en el Restaurante MAYTE COMMODORE - Plaza de la República Argentina, 5.

22,30 horas.—Concierto por la Orquesta Sinfónica de Moscú, en el Auditorio Nacional de Música - Calle Príncipe de Vergara, 146.

NOTA: Se dispone de aparcamientos gratuitos para coches, desde las 13,00 horas hasta después del almuerzo, en calle Serrano, 117 (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).

Noticias de la ETSIN

■ Por tercer año consecutivo, el FEIN dispone en la Escuela de un lugar para la venta de sus libros.

Con ello se facilita al alumnado la compra de los libros, no teniéndose que desplazar al Colegio.

El alumno de sexto curso de la Escuela es el encargado de las ventas, que se realizan con los descuentos normales para alumnos.

■ El pasado día 23 de octubre fue la botadura de la fragata tipo FFG «F-85 NAVARRA», en los astilleros de Bazán Ferrol.

Para ver *in situ* la botadura, un grupo de alumnos de sexto curso de la asignatura «Tecnología de la Construcción Naval» se desplazó a dicho astillero.

Se contó para la organización del viaje con la ayuda del Colegio y de la propia Escuela.

La botadura se realizó sin problemas, siendo la madrina la esposa del ministro de Defensa.

Se aprovechó la botadura para realizar una visita a las instalaciones del astillero.

■ Este curso las prácticas que los alumnos de sexto curso realizan en astillero van a contar con la novedad de la posibilidad de ir además de a Puerto Real, como otros años, de ir a Bazán Ferrol.

Con este acuerdo se abren a los alumnos nuevas posibilidades para mejorar su preparación.

Las actividades a desarrollar en El Ferrol serán semejantes a las realizadas los años pasados en la factoría de Astilleros Españoles en Puerto Real.

■ Se han proclamado los ganadores del primer concurso-exposición de fotografía organizado por la asociación cultural «R11-Príncipe de Asturias».

Los premiados son:

Primer premio: David Surroca, por la fotografía titulada «Buenas tardes». Premio de 25.000 pesetas.

Segundo premio: Sorel, fotografía sin título. Premio de 15.000 pesetas.

Tercer premio: Eure, fotografía sin título. Premio de 10.000 pesetas.

Los premios serán entregados el día del alumno de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales.

■ Estamos a principio del curso y es el momento en el que las empresas y diversos departamentos de la Escuela hacen sus ofertas de becas para estudiantes.

Estas son escasas y, sin embargo, el número de alumnos que las solicitan es cada día más elevado.

Se ven en estas becas la posibilidad de mejorar la preparación en las más diversas áreas de la tecnología, mientras se recibe un dinero que nunca viene mal.

Es de resaltar que el alumno de Navales es muy apreciado por muchas empresas por su gran capacidad de trabajo y de adaptación, y facilidad de aprendizaje.

No obstante, la oferta es mucho menor que la demanda, por lo que sería de desear la participación de más empresas que solicitasen estudiantes de Ingeniería Naval. ■

Francis Pettit Smith

Introductor de la hélice propulsora

Por MANUEL RODRIGUEZ BARRIENTOS

EN 1707 Denis Papin, el célebre físico e inventor de origen francés, construyó en Kassel (Alemania) una pequeña máquina movida por vapor que instaló en una diminuta embarcación provista de ruedas y que, con toda probabilidad, fue el primer buque de vapor de la historia. Papin intentó llevar su bote a Inglaterra, con el objeto de que fuera ensayado en el Támesis. El 25 de septiembre embarcó con su familia y descendió por el Fulda para entrar en el Wesen, pero al llegar a Minden los boteros del dío se apoderaron de la embarcación y la destruyeron por completo, teniendo Papin que huir para salvar la vida.

Durante todo el siglo XVIII mudhos otros inventores se sucedieron en el perfeccionamiento de la máquina de vapor (Thomas Newcomen, Humphrey Portes, Henry Beighton, James Watt, Matthew Boulton, James Rumsey, Jonathan Hornblower, William Murdock, Richard Trevithick, etc.) en tanto que otros dedicáaronse a experimentar para aplicar el revolucionario ingenio a la navegación (Jonathan Hulls, John Fitch, Patrick Miller, William Symington). Los progresos de la navegación a vapor fueron lentos y, como ocurrió con tantas otras invenciones, debió transcurrir mucho tiempo para que este medio de propulsión lograse su perfeccionamiento y se generalizase su uso en sustitución de la vela y del remo, lo que vino a ocurrir ya bien entrado el siglo XIX.

En la primera época del vapor, el elemento propulsor utilizado consistía en ruedas de paletas, por lo común dos, instaladas una en cada costado. A los principios las paletas eran fijas y más tarde se ideó la rueda de paletas articuladas, con las que se lograba disminuir en parte el inconveniente que las fijas ofrecían, por no ser el más conveniente el ángulo con que, al girar la rueda, atacan al agua en su entrada y salida.

En 1802 el coronel norteamericano John Stevens, en Nueva York, marcó un hito histórico al construir un barco de vapor impulsado por una hélice. Se trataba de un bote abierto de unos ocho metros de eslora y en él instaló una caldera tubular y máquina de un cilindro que accionaba a la hélice situada a popa. Pero la posibilidad de este método ya había sido sugerida por James Watt cuando Matthew Boulton, de Birmingham, propuso impulsar los barcos del canal del Forth al Clyde por medio de máquinas de vapor. En una carta de Watt al doctor Small, amigo de Boulton, fechada en septiembre de 1770, preguntaba si se había pensado en un remo espiral para la propulsión de los barcos del canal o si, por el contrario, preferían dos ruedas.

No obstante, la idea de la hélice en sí era ya antigua, aunque pera su movimiento no se hubiese pensado aún en el vapor. Parece ser que fue sugerida por Leonardo da Vinci en el siglo XV. En 1680 Robert Hooke indica la posibilidad de sustituir los remos por un mecanismo similar al de un molino de viento que girara en el seno del agua. Y el francés Duquet —como resultado de unos experimentos que realizara, varios años antes, en El Havre y en Marsella— propuso en 1727 la adopción del tornillo de Arquímedes, idea que fue propugnada posteriormente por Pancton, en 1768. También los matemáticos Pierre Bouguer (1746) y Daniel Bernoulli (1752) hicieron indicadiones sobre la aplicación de un tornillo como medio de propulsión de los buques.

Con la hélice propulsora de buques, aconteció como con tantas invenciones: no fue fruto de un sólo hombre sino de varias generaciones de inventores. Aunque, como hemos dicho, a Watt se le ocurrió la posibilidad de utilizar un propulsor en forma de espiral, movido por una máquina de vapor, nada se hizo en aquel tiempo y la idea quedó en suspenso. En 1785, Joseph Bramah, mecánico inglés, volvió a darle vida al patentar «una rueda con paletas inclinadas en su periferia», la que instalada

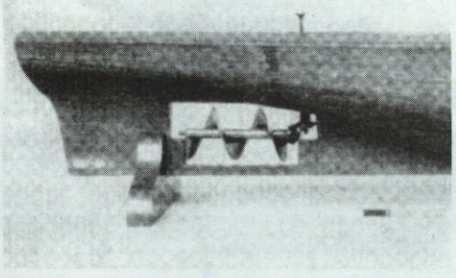
Francis Pettit Smith.

a popa de una embarcación y accionada por una máquina de vapor, serviría para propulsarla, y que le convierte en uno de los precursores de la hélice, a pesar de que no hay constancia de que llegase a poner en práctica su invento.

Muchos inventores más, de ambos lados del Atlántico, continuaron diseñando y patentando diferentes clases de hélices, como el londinense William Lyttleton, Edward Shorter, el ya nombrado Stevens, el francés Charles Dallery, el norteamericano John Fitch, Henry James; pero ninguno llevó a cabo nada práctico. Les siguieron Trevetnick, Millington, Whytock, Perkins, Brown y tantos otros, sin lograr resultados más positivos. Y tampoco debemos olvidar al austríaco Josef Ressel, para quien sus compatriotas reclaman la invención de la hélice movida a vapor, y a quien después de su muerte se le erigieron estatuas en Trieste y en Viena.

Como escribiese, hace algo más de un siglo, el publicista escocés Samuel Smiles: «No es el hombre que da la primera idea de una máquina el que lleva el título de su introducción, o el hombre que repite la idea una y otra vez, sino el que hallándose profundamente impresionado con la importancia del descubrimiento, insiste en su adopción, no admite negativas y, comprometiendo su fama y fortuna, destruye toda oposición y está resuelto a que su descubrimiento no quede en la oscuridad por falta de pruebas definitivas». Y esto fue lo que ocurrió con Francis Pettit Smith y la hélice propulsora.

Smith nació en 1808, en Hythe, condado de Kent, donde su padre era administrador de correos. De muchacho fue enviado a la escuela de Ashford, en la que recibió una buena educación. Desde joven demostró una especial afición a la construcción de

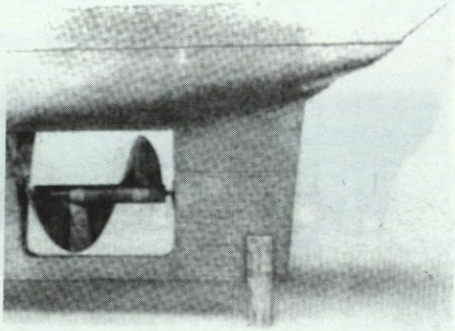


Modelo de hélice de trazado continuo montada en el *Francis Smith*, 1836.

El vapor *Archimedes*, 1838.

modelos de barcos, lo que le llevó —después de haber estado dedicado a los negocios, empleado en la casa de un ganadero de Romney Marsh— a trasladarse a Hendon, al norte de Londres. No lejos del lugar se encontraba el depósito de Old Welsh Harp, en cuyas aguas se le ofreció la oportunidad de probar sus modelos de barcos, que continuó construyendo durante varios años hasta que en 1834 terminó uno impulsado por una hélice de madera movida por un resorte, cuya ejecución meditó muy detenidamente. Smith, convencido de que su método de propulsión mediante una hélice era superior a las ruedas de paletas que se utilizaban exclusivamente en aquellos años en los buques de vapor, prosiguió sus investigaciones y un año después construyó un modelo más perfecto, que experimentó en Hendon. En mayo de 1836 obtuvo una patente para impulsar barcos por medio de una hélice giratoria bajo el agua, instalada en la popa. Expuso en público su invento en la Adelaide Gallery de Londres y Sir John Barrow, a la sazón secretario del Almirantazgo, inspeccionó el modelo y quedó profundamente impresionado.

También el banquero Mr. Wright y Mr. C. A. Caldwell, persuadidos de que el invento ofrecía muchas esperanzas, facilitaron a Smith ayuda económica para construir un modelo perfeccionado y así generalizar su uso. En el otoño de 1836 se construyó una embarcación de diez toneladas —el *Francis Smith*— movida por una máquina de vapor de seis caballos de fuerza y una hélice de madera de dos espiras completas. El 1 de noviembre se mostró al público en el canal de Paddington, y después en el Támesis, donde se continuó utilizando hasta el mes de septiembre de 1837. Durante una de sus últimas pruebas la hélice, como consecuencia de un choque con algún obstáculo en el agua, perdió aproximadamente media vuelta, y se vió con sorpresa que con ello el barco aumentó la velocidad. Este acontecimiento indujo a Smith a rectificar las especificaciones de su patente y describir su hélice como de una sola espira o de dos medias.



Modelo de la popa del *Archimedes* con hélice Smith de una sola espira.

Satisfecho Smith del comportamiento del propulsor en aguas tranquilas, decidió probar al *Francis Smith* en la mar, ahora equipado con una hélice de metal de una sola vuelta. Partió en septiembre de 1873 Támesis abajo, de Blackwall a Gravesend y tras tomar práctico a bordo, prosiguió hasta Ramsgate. Después llegó a Dover, donde se hicieron pruebas de la maniobrabilidad del buque, que fueron presenciadas por el banquero Mr. Wright y el ingeniero Mr. Prake. Más tarde continuó barajando la costa hacia el sur, rebasó Folkestone y arribó a Hythe, después de soportar un tiempo bastante malo, que aguantó admirablemente y pese al que pudo alcanzar una velocidad de siete nudos. Con el tiempo aún borrascoso, el *Francis Smith* emprendió su viaje de regreso a Londres, a donde llegó sin novedad.

La prueba del buque en la mar resultó un éxito, pero todavía Smith tuvo muchas

dificultades con que luchar. Los ingenieros civiles y constructores de buques consideraban visionario el proyecto del empleo de la hélice como órgano propulsor. La rueda de paletas gozaba de una gran estimación y resultaba difícil sustituirla por otro órgano que aún no había sido suficientemente experimentado. Así que Smith, dispuesto a triunfar, hubo de continuar sus estudios y trabajar firmemente, manteniendo su fe y animando a sus socios para proseguir el invento.

A principios de 1838, el Almirantazgo británico probó directamente el barco, y fue tanto el éxito que se obtuvo que, por fin, se consideró factible el empleo de la hélice como sustituta de las ruedas de paletas. Pero, antes de decidirse por su adopción, los Lores del Almirantazgo quisieron continuar los ensayos con un buque de no menos de 200 toneladas. Y Smith, carente de medios económicos suficientes para afrontar la construcción por sí solo, tuvo que aceptar la ayuda de capitalistas, entre los que se encontraba el banquero Mr. Henry Currie, que constituyeron la Ship Propeller Company, adquirieron la patente de Smith y emprendieron la construcción del *Archimedes*.

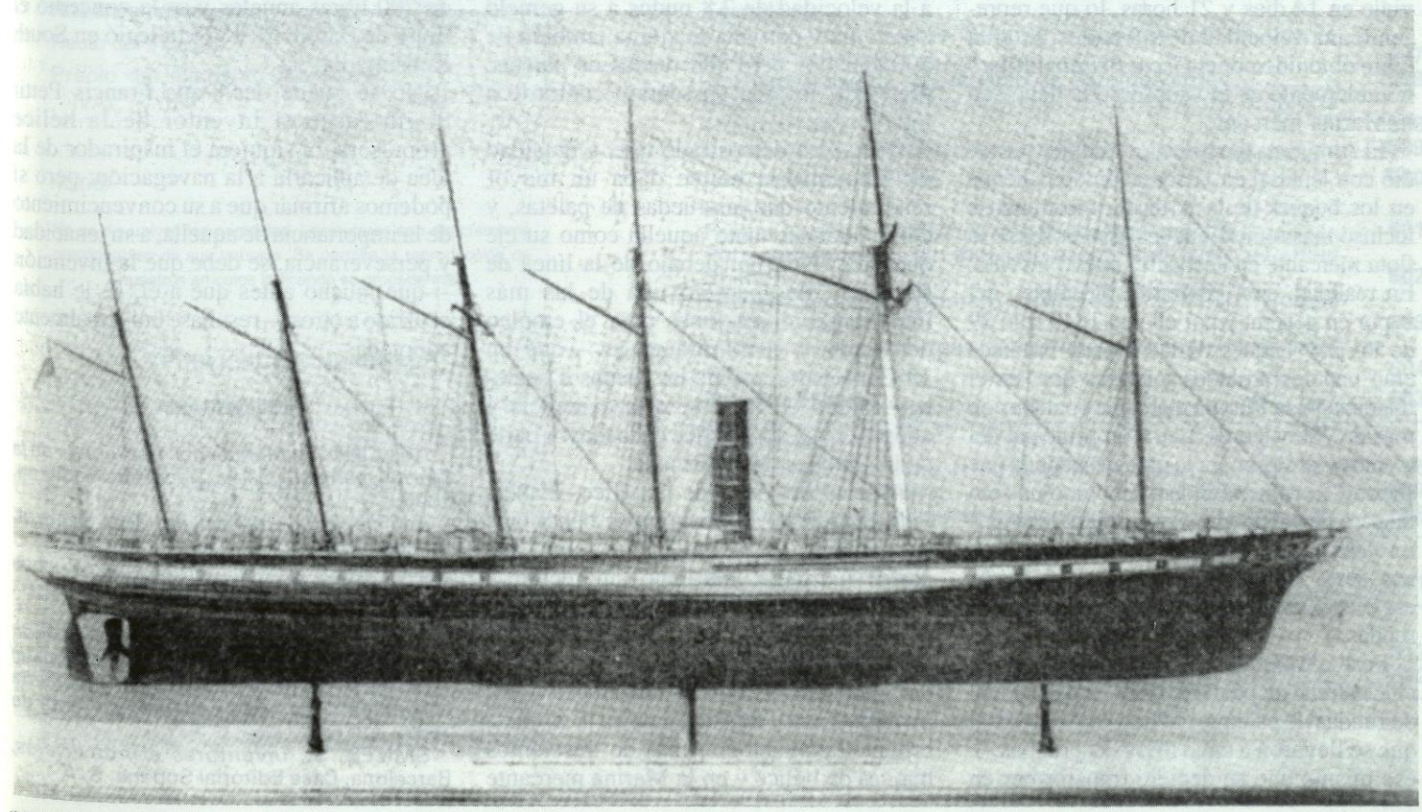
Tenía este buque experimental 41,5 metros de eslora, 237 toneladas y casco de madera; y se botó el 18 de octubre de 1838. Una máquina de vapor de 80 caballos movía el propulsor a una velocidad de 139 revoluciones por minuto; la primitiva hélice era de una sola espira y después de ensayar varias, se adoptó una de dos medias espiras con la que se lograron los mejores resultados, puesto que se llegó a obtener una velocidad de 8,5 nudos, altamente favorable, ya que el barco había sido construido con la idea de que sus pruebas serían consideradas satisfactorias si alcanzaba un andar de cuatro o cinco nudos.

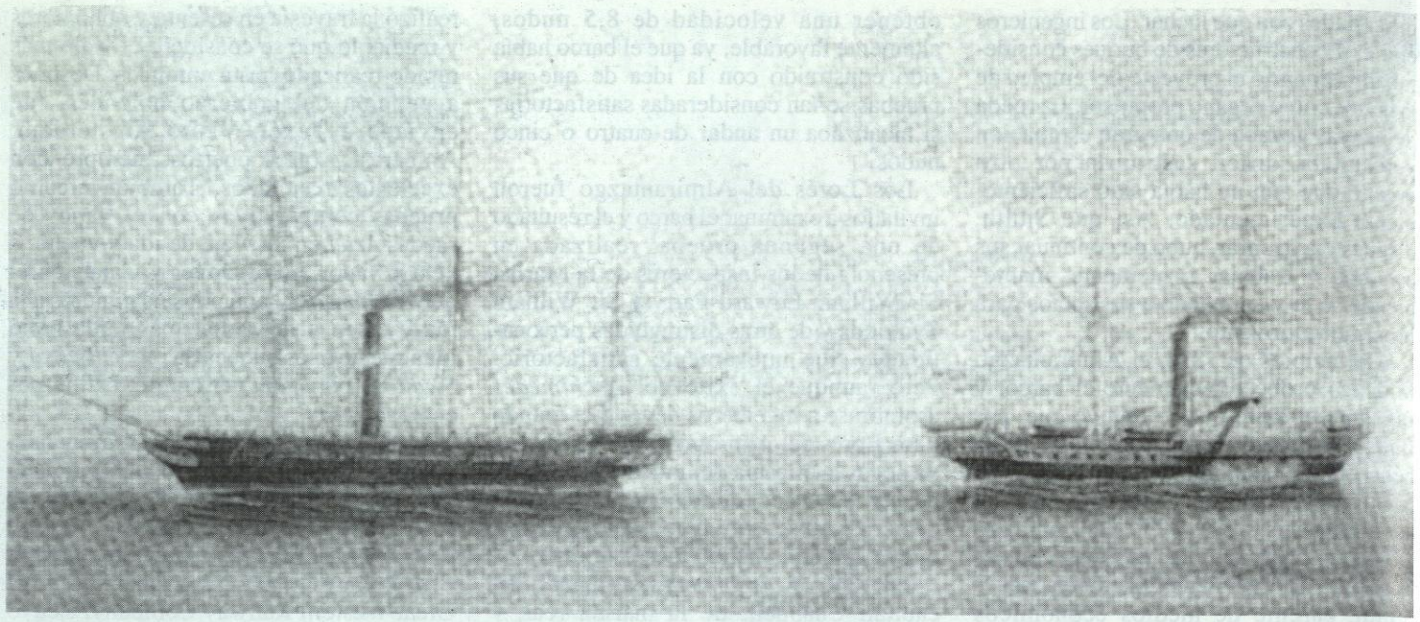
Los Lores del Almirantazgo fueron invitados a examinar el barco y el resultado de una segunda prueba, realizada en presencia de los Inspectores de la Marina Sir William Edward Parry y Sir William Symonds y de otras distinguidas personalidades, fue nuevamente satisfactorio. Pero, aunque el éxito del *Archimedes* asombrase a ingenieros de todo el mundo y los Lores del Almirantazgo no pudiesen ya negar la eficacia del invento, éste hubo de ser ensayado durante más tiempo y debieron transcurrir algunos años antes de que el uso de la hélice fuese admitido.

En 1840, el *Archimedes*, al mando del capitán Chappell, de la marina real, y acompañado por Francis Smith, dio la vuelta a Gran Bretaña y visitó sus principales puertos. El objeto de este viaje de circunnavegación no fue otro que el de mostrar a armadores y constructores de todo el país la fiabilidad de su nuevo sistema de propulsión. La rueda de paletas conservaba su prestigio y no resultaba fácil sustituirla por otro sistema de navegación. Más tarde fue enviado a Oporto y realizó la travesía en sesenta y obho horas y media, lo que se consideró el viaje más rápido realizado hasta entonces. Después a petición del gobierno holandés, fue enviado a Texel. Visitó Amsterdam, Amberes y otros puertos, siempre con excelentes resultados. También efectuó pruebas comparativas con el vapor de ruedas *Ariel* en un viaje de ida y vuelta, a vela y vapor, entre Dover y Calais en el que *Archimedes* ganú por seis minutos a la ida y cinco a la vuelta; más tarde batió igualmente a los buques de rueda *Beaver* y *Swallow*, pero fue, por contra, batido por el *Widgeon*.

Los constructores navales continuaban, pese a todo, desconfiando de la hélice. Pero, poco a poco y en gran parte gracias a los auspicios de Isambard Kingdom Brunel, se logró introducir su empleo. Brunel era un prestigioso ingeniero de la Great Western Railway Company, a cuyo servicio construyó puentes y diques. También trabajó para los ferrocarriles de Italia, Australia y la India. y más tarde, se dedicó a la construcción de trasatlánticos, con los que ganó una gran celebridad. Se disponía a construir su segundo buque, un vapor de ruedas de paletas con casco de hierro —el *Great Britain*—, cuando tuvo noticias del éxito del *Archimedes*. Examinó este buque y, convencido del buen funcionamiento de la hélice, propuso aplicar este sistema de propulsión a su nuevo proyecto. Aceptado su consejo, el barco fue modificado y se convirtió en el primer trasatlántico impulsado por hélice. Sus características eran: eslora, 98,16 metros; manga, 15,39; puntal, 9,60; arqueo bruto, 3.618 toneladas;

Modelo del *Great Britain*, construido por I.K. Brunel, y equipado con una hélice Smith, 1843.





El *Rattler* (izquierda) logra remolcar al *Alecto*, vapor de ruedas que pretendía navegar en sentido contrario (3 de abril de 1845).

potencia de máquina, 1.500 CV; capacidad de carga, 1.200 toneladas, y de pasajeros, 360. La botadura tuvo lugar en Bristol el 19 de julio de 1843; en enero de 1845, después de algunos viajes de pruebas, salió para Londres donde fue recibido con gran expectación y visitado por la reina Victoria y miles de personas. Tras una permanencia de cinco meses en este puerto, hizo viaje a Liverpool con 80 pasajeros y el 26 de julio de 1845 partió con destino a Nueva York en su primera travesía del Atlántico, llevando a bordo 50 ó 60 pasajeros y 600 toneladas de carga. Y, a pesar de que durante la travesía la máquina solo desarrolló el cuarenta por ciento de su potencia teórica, realizó el viaje en 14 días y 21 horas, lo que representó una velocidad de 9,3 nudos. El gran éxito obtenido por el *Great Britain* influyó notablemente en el triunfo de la hélice en la Marina mercante.

El Almirantazgo británico también procedió con lentitud en la adopción de la hélice en los buques de la Armada, mostrándose incluso más remiso que los armadores de la flota mercante en aceptar el nuevo invento. En realidad, eran contrarios al empleo del vapor en general y por ello en 1840 solo 29 de los 239 buques de la Armada británica eran vapores armados mientras que, en el mismo año, la Marina mercante contaba con más de 700 vapores. La razón principal del rechazo del vapor era la gran desventaja que suponía la vulnerabilidad: así como un solo disparo de cañón tal vez no dejase inerme a un velero, por el contrario, un impacto en una parte vital de la máquina podía lograr ese efecto, especialmente si el buque era de ruedas.

Pese a todo ello, en 1841 se construyó en Chatman un pequeño barco experimental de ruedas de paletas y hélice, el *Bee*, con el que se llevaron a cabo diversas pruebas. Y ese mismo año se decidió transformar en corbeta de Hélice un vapor de ruedas llamado *Rattler*, de 888 toneladas, con máquina de 200 caballos y equipada con una hélice tipo Smith, similar a la del *Archimedes*, esto es, de dos espiras, que se botó en Sherness el año 1843. Se realizaron diversos experimentos para determinar las mejores proporciones de la hélice y, por último, el *Rattler*, en unas pruebas efectuadas en el mar del Norte el 3 de abril de 1845, lobró —al tercer intento— remolcar a la velocidad de 2,8 nudos a su gemelo *Alecto* que, con una máquina también de 200 caballos pero con ruedas de paletas, pretendía navegar en sentido contrario a toda fuerza.

Quedó así demostrado que, a igualdad de potencia, la hélice daba un mayor rendimiento que las ruedas de paletas, y como además, tanto aquella como su eje quedaban bien por debajo de la línea de flotación, desapareció una de las más importantes objecciones para el empleo del vapor y el Almirantazgo —que en 1833 era partidario de las ruedas d epaletas— hubo de rendirse a la evidencia y adoptó el uso de la hélice en la mayor parte de los buques de la Armada.

A pesar del éxito de la hélice, Francis Pettit Smith no logró grandes beneficios económicos de su invención, sino que gastó su dinero y trabajo sin recibir a cambio la adecuada recompensa; y la Ship Propeller Company, en vez de repartir dividendos entre sus socios, perdió cerca de 50.000 libras con la introducción del invento. Y en 1856 —cuando ya la Armada británica contaba con más de trescientos buques de hélice y en la Marina mercante era aún mayor el número de unidades equipadas con este medio de propulsión— finalizó el derecho de explotación en exclusiva que la patente de invención otorgaba a Smith. Siguieron luego años de relativa pobreza para nuestro inventor, quien hubo de sostener más de un pleito para defender su invento, hasta que en 1871 la Asociación de Ingenieros Civiles que presidía Robert Stephenson, abrió una suscripción para socorrerle económicamente. Se reunió la cantidad de 2.000 libras que le fueron entregadas en el transcurso de un banquete celebrado en su honor. El Gobierno le nombró conservador del Patent Museum de Londres; la reina Victoria le recompensó con una pensión de 200 libras anuales y se le concedió el título de Barón. En 1874 falleció en South Kensington.

No se puede decir que Francis Pettit Smith fuese el inventor de la hélice propulsora, ni siquiera el inspirador de la idea de aplicarla a la navegación; pero sí podemos afirmar que a su convencimiento de la importancia de aquella, a su tenacidad y perseverancia, se debe que la invención —que mucho antes que a él, se le había ocurrido a otros— resultase universalmente adoptada.

BIBLIOGRAFIA

AGACINO, E., *Manual del maquinista de la Marina mercante*, Cádiz, Tipografía Gaditana, 1900.

Enciclopedia General del Mar, Madrid-Barcelona, Ediciones Garriga, S. A., 1957.

GIBSON, C. E., *La historia del barco*, Buenos Aires-México, Espasa-Calpe Argentina, S. A., 1953.

ROBERT ROGLA, J. B., *La era del vapor: algunos apuntes sobre la evolución del buque a lo largo del siglo XIX*, Ingeniería Naval, números 645 y 646, marzo y abril de 1989.

SMILES, S., *Inventores e industriales*, Barcelona, Casa Editorial Sopena, S. A.