INGENIERIA NAVAL

AÑO LV - NUMERO 630
DICIEMBRE 1987

SOBRE TODO ITUR

SOLUCIONES EFICACES A BORDO

MANUFACTURAS ARANZABAL, S. A.

ZARAUZ-(Guipúzcoa)

LIDERES EN NUEVAS CONSTRUCCIONES.

A nuevos tiempos, nuevas respuestas

ASTILLEROS ESPAÑOLES, S.A.

- **ASTILLEROS DE SANTANDER, S.A.**
- **ASTACE** (Astilleros y Talleres Celaya, S.A.)
- **S.A. JULIANA CONSTRUCTORA GIJONESA**

ASTANO (Astilleros y Talleres del Noroeste, S.A.)

H.J. BARRERAS, S.A.

ASTICAN (Astilleros Canarios, S.A.)

Nuestros astilleros ofrecen la mejor respuesta a los armadores de todo el mundo.
Una larga experiencia, capacidad, modernidad y tecnología para satisfacer la demanda más exigente.

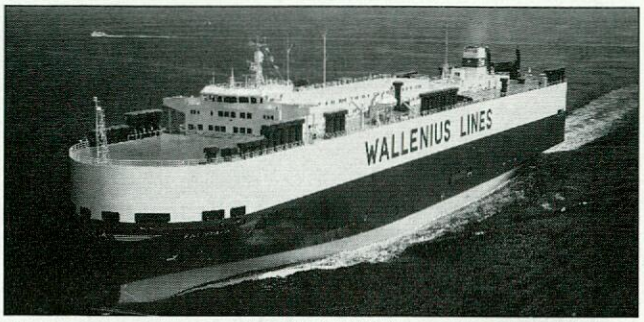
ASTILLEROS ESPAÑOLES

OFICINA CENTRAL:
Padilla, 17. 28006 Madrid
Tels.: (91) 431 24 11-435 78 40
Télex: 27648 ASTIL-E/Telefax: 431 89 94

NUEVAS CONSTRUCCIONES • REPARACIONES • OFFSHORE • EQUIPOS MARINOS

¿Qué tienen estos barcos en común?

M/s Wellamo, construído por el Astillero Wärtsilä para Finland Steamship Co. Ltd. en 1986. Ferry de 168 mts. de eslora en servicio entre Estocolmo y Turku (Finlandia).



Transporte de coches m/s FALSTAFF, propiedad de Wallenius Shipping Lines AB, Suecia. Construído en el Astillero japonés Hitachi y entregado en 1985. Eslora: 200 mts.

Rompehielos OTSO, propiedad de la Oficina Finlandesa de Navegación, construído en el Astillero Wärtsilä de Finlandia y entregado en 1986. Opera en el Báltico y en el Mar del Norte. Eslora total: 99 m.

Transporte de productos m/s OKTAVIUS, propiedad de AB Oktetten Shipping Lines, Suecia. Construído en el Astillero sueco Uddevalla y entregado en 1986. Eslora total: 158 mts.

Steermaster® 2000
un nuevo concepto de gobierno

Los buques anteriores, los más modernos de su clase, fueron encargados por armadores bien conocidos por su talante innovador en el mundo de la navegación.

Ellos saben bien que la selección del equipo adecuado puede amortizarse rápidamente con una mayor seguridad y una mejora de las condiciones económicas. Saben también que el STEERMASTER 2000 puede gobernar al buque que maniobra, mejor que el timonel, recibiendo órdenes del oficial de guardia.

El oficial debe cuidar de que el timonel ejecute sus órdenes correctamente y darle nuevas órdenes para compensar las desviaciones.

Mediante el STEERMASTER 2000 de KOCKUM SONICS, provisto de gobierno por control de radio de giro, el armador maneja el mismo concepto que se utiliza en la cabina de mando de un avión. Una persona, el comandante, obtiene el control completo y puede llevar el barco de muelle a muelle con enorme seguridad.

Steermaster 2000 is type approved.

Para más información, contactar con:

Kockum Sonics

Kockum Sonics AB - P.O. Box 1035, S-212 10 Malmö, Suecia - Tel. Int. + 46 40 22 84 10 - Télex: 33792 - Fax. Int. + 46 40 21 65 13

Representante Nife España, S.A. - Avda. Llano Castellano, 13 - 28034 Madrid - Tel.: 729 37 00

Kockum Sonics posee una rica tradición marinera y más de 70 años de experiencia en instalaciones marítimas. Desde finales de los años sesenta, hemos vendido sistemas electrónicos de control de máquinas y autopilotos avanzados. Tenemos agencias de representación en todo el mundo, y somos bien conocidos por nuestros aparatos emisores de sonido TYFON.

CAJA NAVAL SOLO OFRECE BENEFICIOS

CAJA NAVAL Y ENTIDADES ASOCIADAS

1977

CAJA NAVAL DE CREDITO

— Entidad de crédito cooperativo.

— **Recursos propios:** 282 millones de pesetas.

— **Actividades:** Inversiones financieras de todo tipo; admisión de depósitos; concesión de préstamos, etc.

1979

MUTUALIDAD NAVAL

— Institución de previsión social, sin ánimo de lucro.

— **Recursos propios:** 52 millones de pesetas.

1985

MUNALPRE VIDA, S. A.

— Sociedad de seguros de vida, con la participación, entre otros accionistas, de la importante compañía Skandia International.

— **Capital social:** 320 millones de pesetas.

Actividades: Seguros de vida, invalidez y accidentes; fondos de pensiones colectivos de jubilación, viudedad y orfandad; seguros individuales de pensiones, etc.

1986

GESFONDISA

— Sociedad anónima, gestora de instituciones de inversión colectiva, en la que participan Colegios de Ingenieros y grupos financieros de reconocida solvencia.

— **Capital social:** 70 millones pesetas.

— **Actividades:** Administración y gestión fondos de dinero y fondos de inversión mobiliaria, cuya misión fundamental es invertir en activos de renta fija y variable.

Aparte de las cooperativas de base: consumo, servicios y vivienda.

CAJA NAVAL DE CRÉDITO

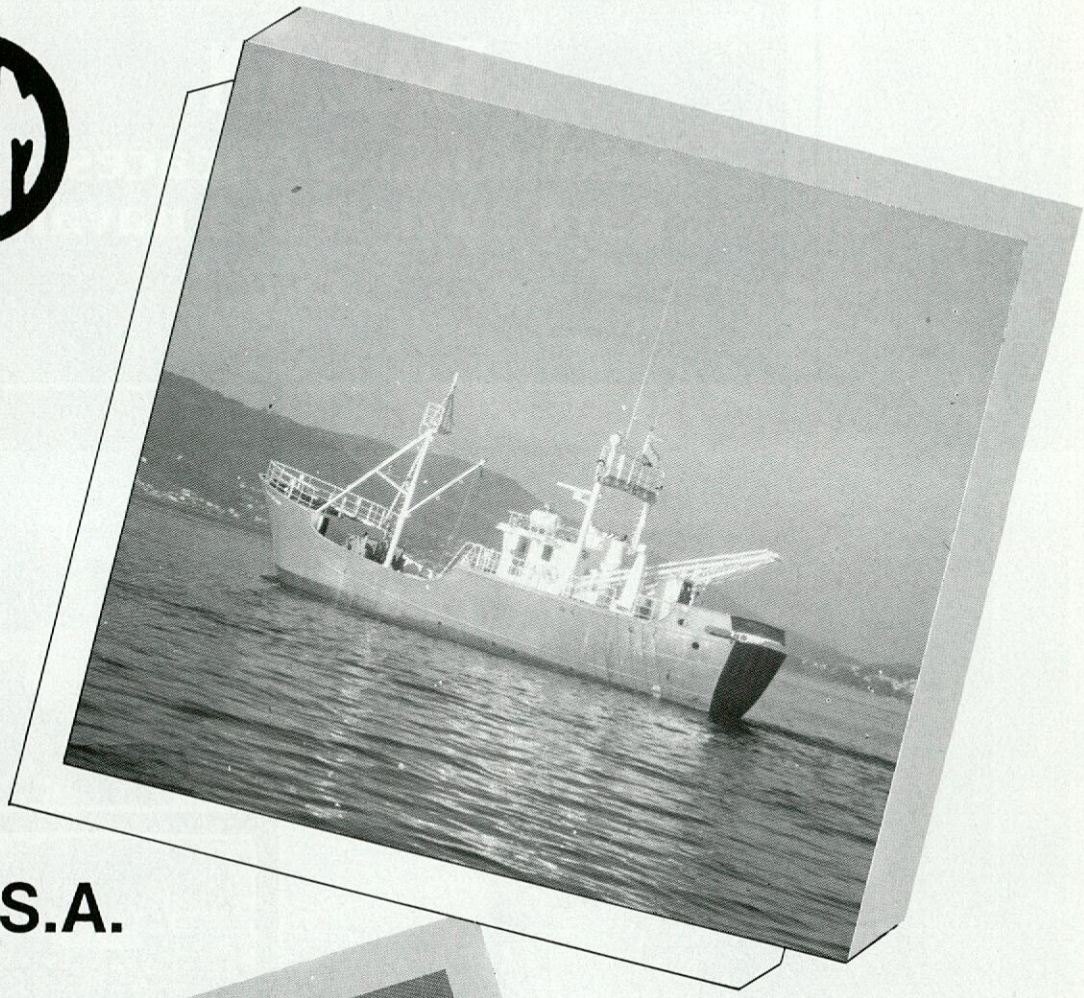
S. Coop. Cdto. Ltda.

Registro M.º de Trabajo n.º 22.250/Registro Banco de España n.º 43, Sección B.

Castelló, 66-2.º - 28001 MADRID
Teléfonos: (91) 275 54 01-02-03-04

MM / Diseño Gráfico

Junio 1986



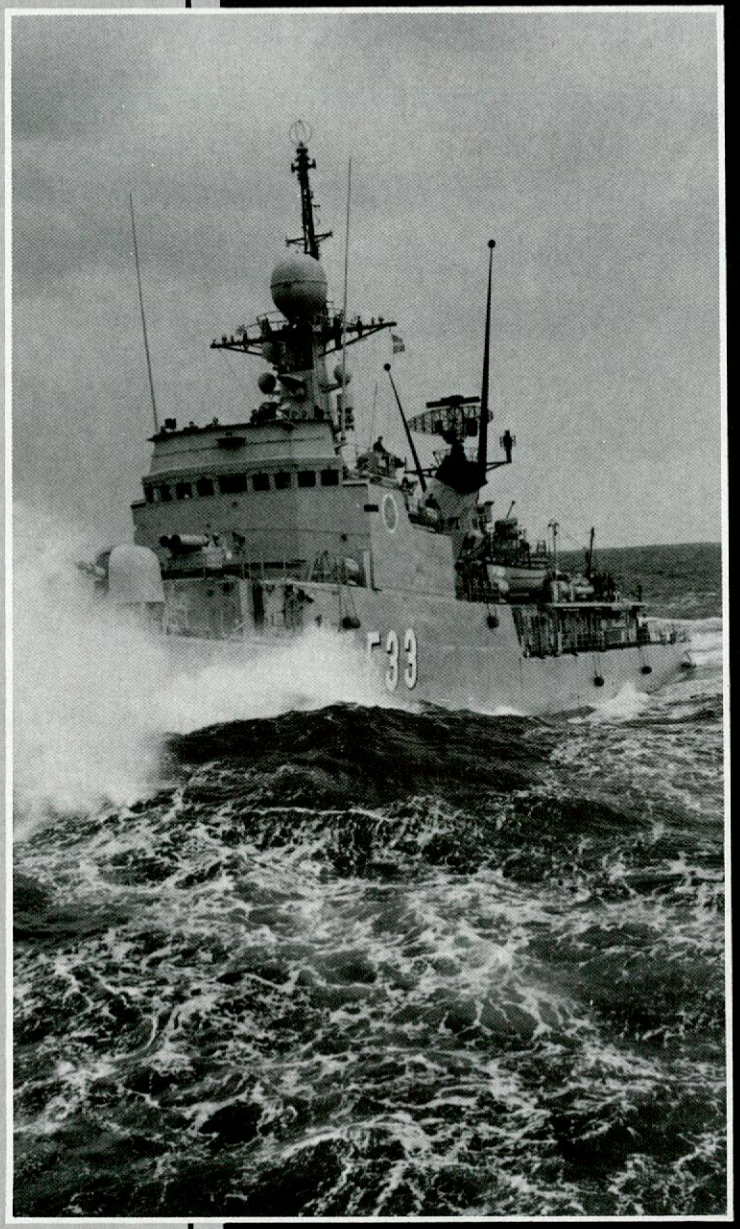
FACTORIA NAVAL DE MARIN, S.A.

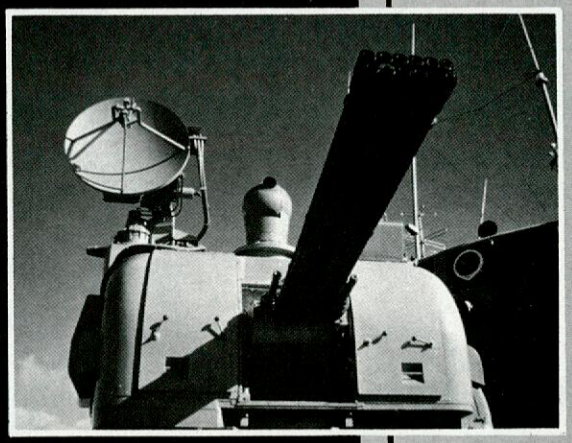
Tels.: 88 08 81/91 - 88 02 56
Télex: 88076 FNAV
MARIN (Pontevedra)
Avda. de Orense, s/n. - Apartado 31

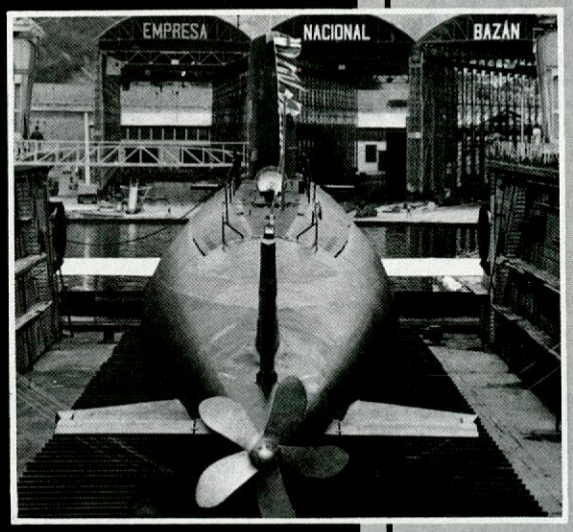
proyecto, construcción y reparación de buques: mercantes, pasaje, pesca, recreo.

BAZAN

Soluciones eficaces para su defensa naval







Desde 1730 BAZAN ha construido más de 1.000 buques, tanto para la Armada Española como para otras Marinas extranjeras.

BAZAN ofrece la mejor relación coste/tecnología en el diseño y construcción de cualquier tipo de buque de guerra. Portaeronaves, Buques de apoyo logístico, Fragatas, Corbetas, Guardacostas, Patrulleros, Submarinos.

EMPRESA NACIONAL BAZAN
Castellana, 55 - 28046 MADRID
Telex: 274 80 BAZAN-E. Tel. 441 51 00

INGENIERIA NAVAL

AÑO LV - NUMERO 630
DICIEMBRE 1987

REVISTA EDITADA POR LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES DE ESPAÑA

FUNDADOR:

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

DIRECTOR:

Guillermo Zatarain Gutiérrez de la Concha, Ingeniero Naval.

DIRECCION Y ADMINISTRACION

Domicilio: Castelló, 66.
28001-Madrid.

Teléfonos { 275 10 24
276 71 21

Télex: 43582 INAV-E.

SUSCRIPCION ANUAL

España (incluido IVA)	**3.400**	**pesetas**
Ceuta, Melilla, Canarias y Portugal	**3.200**	»
Países hispanoamericanos	**4.800**	»
Demás países	**5.500**	»
Precio del ejemplar	**450**	»

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

MARIARSA, Impresores - Tomás Bretón, 51 - 28045-Madrid

INDICE DE MATERIAS

Págs.

Comentario de actualidad

Reunión-coloquio sobre el sector marítimo 536

Artículos

Variación en posición vertical del centro de carena, por **Joaquín Ramírez García** y **José Miguel Mangas Cataño** 543

XXVI Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval

Predicciones de vibraciones en buques, por **J. L. González Diez** 548

Tráfico Marítimo

Ahorro energético en la Marina Mercante, por **Miguel Pardo Bustillo** 562

Historia

Tráfico comercial prehistórico (II): navegación, rutas y vías, por **Olga Vallespín Gómez** 564

Página Jurídica

Seguridad e Higiene en el Trabajo, por **José Antonio Ferrer Sama** 567

Noticias

BARCOS

Buques polivalentes de 8.000 TPM 570

ASTILLEROS

Actividad de los astilleros nacionales en el mes de septiembre de 1987 578
La construcción naval en el tercer trimestre de 1987..... 579

Publicaciones

Los transportes marítimos-1986 580

Varios

La medalla del Premio «Gregorio López Bravo», por **Francisco Prados de la Plaza** 581
Bibliografía 586

Portada

Bombas ITUR, fabricadas por Manufacturas Aranzábal, S. A.

REUNION-COLOQUIO SOBRE EL SECTOR MARITIMO

Se crea el Centro de Documentación y Estudios Marítimos

Sin ánimos corporativistas, sino en un amplio sentido abierto al diálogo y al contacto con diversas facetas del trabajo y de la producción en el ámbito naval, la Asociación de Ingenieros Navales de España celebró en Madrid, el pasado 17 de diciembre, una reunión-coloquio sobre el Sector Marítimo. El presidente de la A.I.N.E. Guillermo Zataraín presentó el temario y la idea de este encuentro, primero de una posible y necesaria serie de ellos que pueden celebrarse periódicamente. Dijo que es necesario hablar sobre temas marítimos y alzar una voz positiva en estos momentos de preocupación presente en todos y cada uno de los sectores ligados bajo el denominador del mar.

Señaló igualmente la conveniencia de hablar no sólo de las Industrias de Construcción sino también de Marina Mercante, del Seguro Marítimo, de Fletes... Entrar en contacto con las fuerzas sociales y lograr un encuentro eficaz con sindicatos, con partidos políticos, con la Administración, con las industrias...

Huimos del protagonismo —dijo también—, deseamos que alguien recoja, más bien, la bandera. El primer paso estamos dándolo y eso ya es bastante positivo.

Pasó a presentar a los cuatro ponentes de esta primera reunión-coloquio y los temas que cada uno de ellos tocarían como base del posterior coloquio.

También se anunció en este acto la creación de un Centro de Documentación y Estudios Marítimos dependiente de la Asociación de Ingenieros Navales de España para el servicio de un mejor conocimiento y valoración de las industrias que componen el Sector.

Resumen de las ponencias:

«NECESIDAD DE UNA ACCION SECTORIAL»

Por Emilio Carnevali

UNA PRECISION

El carácter, casi telegráfico, de mi exposición, dado el corto tiempo en que nos hemos propuesto desarrollar cada ponencia, me impedirá el precisar con los matices necesarios las ideas, hechos y opiniones que he de transmitir, por lo que puede existir algún malentendido por el que me disculpo anticipadamente.

En todo caso, y en lo que las opiniones tienen de crítica, recordemos que ésta es tanto más legítima cuanto más cariño existe por el objeto de la crítica. Y estad seguros que éste es el caso.

LA CRISIS

La depresión que desde hace más de 10 años azota a las industrias marítimas ha alcanzado un nivel sin precedente por su magnitud y duración.

En la figura 1 se expresan algunos índices generales que avalan lo dicho.

Los pronósticos más solventes no preveen un cierto equilibrio entre capacidad mundial de construcción naval y demanda de nuevas construcciones hasta el comienzo de la nueva década. El gran desequilibrio desde mediados de la anterior hasta esa recuperación requiere —hubiera requerido— una *Política* adecuada para garantizar la supervivencia del Sector y llegar al momento de equilibrio en un estado de fortaleza que permita competir en el futuro mercado.

Los puntos claves de una política sectorial han de ser:

— *Dimensionamiento del Sector* en congruencia con su importancia en la economía nacional y su rango internacional. Es una decisión política.

— *Concentración de la carga* de trabajo en unidades de dimensión mínima necesaria para una explotación eficaz. Es una decisión industrial.

— *Política de supervivencia* con dotación de una mínima cartera de pedidos con reconocimiento de los precios de mercado.

— *Inversiones necesarias* en la capacidad decidida.

— *Política de personal y tecnológica* con visión de futuro.

LA RECONVERSION

La necesaria reconversión se inició tarde, siendo así que desde mediados de los años setenta era evidente la necesidad de remodelar la Industria para hacer frente a sus condicionantes estructurales.

Y la, por fin, iniciada se ha mostrado ciertamente insuficiente. Ha consistido, en esencia, en pasar los excedentes laborales definidos (bien o mal, ese es otro tema) fuera del ámbito contable de las empresas.

Repásense los puntos claves de política que acabamos de señalar para deducir las carencias del proceso emprendido, que ha adolecido de falta de realismo y de voluntad política suficiente para salvar el sector.

LA VOZ DEL MUNDO PROFESIONAL

Los profesionales del sector son testigos de excepción del valor de las industrias marítimas para la economía del país y sus derivaciones tecnológicas, industriales, comerciales y sociales. Por otro lado un enfoque correcto requeriría planteamientos rigurosos e independientes para lo que la colaboración de los colectivos profesionales sería imprescindible.

Siguiendo sus actuaciones pasadas y fruto de las opiniones recibidas en las reuniones celebradas en las distintas zonas, la Asociación de Ingenieros Navales ha concretado su acción sectorial, actualizada a las necesidades del momento. La acción debe dar énfasis a la creación de imagen y al logro de una voluntad política favorable. El sector, en general, no tiene buena imagen y la voluntad política es insuficiente para su supervivencia. Piénsese como botón de muestra en la política de *NO CONTRATACION* seguida en los últimos años.

En estos momentos la acción es particularmente oportuna. Hay signos de cierta revitalización. La legislación comunitaria, por fin, ha tenido respuesta, sin duda, escasa y sin aprovechar todas las oportunidades brindadas, por la correspondiente española. En política naviera se dispone de los correspondientes reglamentos comunitarios. Se anuncian nuevas fases de reconversión.

OBJETIVOS DE LA ACCION

— Creación de una *IMAGEN* positiva para el sector, tanto pública como en personas e instituciones concretas. Enfasis especial en los campos políticos y sindical.

— Fomento de una *VOLUNTAD POLITICA* de salvación y fortalecimiento del sector.

— Recomendaciones de *ESTRATEGIAS* y *TACTICAS* para avanzar hacia el logro de los objetivos de política sectorial antes definidos.

— *ARMONIZACION* de los subsectores. Hay que reconocer los intereses coyunturales encontrados que puedan existir, por eso no debe impedir la solidaridad de fondo de los distintos subsectores. Una acción congruente de todos ellos mejorará, sin duda, la acción sectorial.

POSIBLES FACTORES DE INTEGRACION

— *La Marina Mercante* y *la Construcción Naval* nacionales son estratégicamente solidarios.

— La importancia de la *EXPORTACION*. En los últimos cinco años la exportación en el AWES ha supuesto un 43 % mientras que en España era un 55 %.

— La importancia del sector de la *PESCA*. En los años citados la construcción de pesqueros ha supuesto en el AWES un 6 % de la producción. En España un 14 %.

ACCIONES CONCRETAS

La Asociación de Ingenieros Navales ha centrado su acción inmediata en dos iniciativas, mutuamente relacionadas.

Ha creado un *CENTRO DE DOCUMENTACION Y ESTUDIOS SECTORIALES,* cuyo objetivo inmediato es documentar con rigor la acción sectorial y, en general, dotará a la Comunidad profesional de esta fuente de información. Sus funciones incluyen la recogida, clasificación, estudio y procesamiento de información procedente de organismos nacionales y extranjeros y preparará informes y estudios de acuerdo a los programas que establezca el Consejo Rector del Centro que regirá su funcionamiento.

La Asociación, por último, inducirá el desarrollo de la *ACCION PUBLICA SECTORIAL* con la meta de que se desarrolle un *FORO DE OPINION SECTORIAL* independiente en el que se planteen y debatan temas en beneficio de todos los intereses sectoriales. Con estas contribuciones, y otras futuras que procedan, el mundo profesional hará honor a su responsabilidad de colaborar con los poderes públicos y con la sociedad en general a un planteamiento riguroso y con visión de futuro de este estratégico sector para la economía nacional.

LA CRISIS DEL SECTOR MARITIMO

Tráfico marítimo mundial (miles de millones ton.-milla)	
1977	17,5
1986	13,7

Fletes (Indice Time Charter)	
1980	100
1981	58
1982/85	30/40
1986	33
1987	57

Flota	
Exceso mundo 1986	35 %
Descenso mundo 1986	2,8 %
Descenso España 1986	13 %

Nuevas construcciones (millones GT)	1977	1986
Mundo	34 (*)	17 (50 %)
España	1,6	0,1 (6,25 %)
Cuota	4,7 %	0,6 %
Puesto España	3/4	10/11

(*) 1975.

Figura 1.

«EL REPARTO DE LA CRISIS DE LA CONSTRUCCION NAVAL ENTRE LOS PAISES DE EUROPA OCCIDENTAL»

Por Alvaro G. de Aledo

Se pretende analizar cómo se ha repartido entre los países de Europa Occidental la carga de la crisis de la construcción naval y, naturalmente, cómo ha afectado esta crisis a España, dentro de su entorno europeo.

La primera crisis del petróleo de finales de 1973 se trasladó de una manera inmediata a la construcción naval y en

forma especialmente agravada a los astilleros europeos, agrupados en el AWES, la West European Association of Shipbuilders. El drástico descenso en la demanda de buques ha coincidido con la irrupción en el mercado de Corea del Sur que, de 1982 a 1986, ha aumentado sus entregas en 1,4 millones de GT a unos 3,6 millones de GT, y multiplicado por tres su cuota de mercado, que ha alcanzado un 22 % en 1986. Y todo ello en detrimento casi exclusivo de los países del AWES, que han visto reducida su producción y su cuota de mercado en un 50 %, con cifras actuales de unos dos millones de GT y de un 12 %.

A su vez, el comportamiento de los países del AWES no ha sido en absoluto homogéneo destacando cuatro de ellos, R. F. de Alemania, Finlandia, Holanda y Dinamarca, que han aumentado su participación conjunta de un 37 % a un 57 % en el período de 1974 a 1986, mientras que los demás países, entre ellos España, han perdido participación. Esos cuatro países, que pueden considerarse los ganadores en la crisis, se encuentran entre los más industrializados de Europa, lo que viene a contradecir un mito muy admitido de que esta actividad es adecuada únicamente en economías en una etapa intermedia de desarrollo.

Se analiza también el caso de los buques pesqueros en cuya especialidad ha alcanzado España una posición de liderazgo indiscutible, habiendo entregado en los últimos tres años cerca de un 50 % de todos los buques de este tipo construidos en los astilleros europeos. También es su participación superior a un 50 % en la Cartera de Pedidos en septiembre de 1987, que representa las entregas previsibles de los próximos dos o tres años.

En la propia construcción naval española y en los mismos tres últimos años, los pesqueros han representado más de un 25 % de la producción total del sector, porcentaje que supera el 60 % en la Cartera de Pedidos al 30 de septiembre de 1987. Esta cifra es absolutamente anómala y no puede ser atribuida únicamente al excepcional comportamiento de la demanda de buques pesqueros, sino también a una insuficiente renovación de la flota mercante nacional, lo que ha privado a la industria naval de la demanda del segmento de mercado tradicionalmente más importante. Como cifra de contraste con las anteriormente dadas, en el conjunto de los astilleros europeos, los buques pesqueros representan del orden de un 5 % de la producción total.

Estas dos circunstancias coincidentes en el tiempo, el auge en la construcción de pesqueros, tanto para armado-

res nacionales como para la exportación, y la insuficiente modernización de la Marina Mercante, hacen que España, sin contar aquéllos, haya sido de los 13 integrados en el AWES el país que ha soportado una mayor reducción de su cuota de mercado desde su máximo histórico de un 14,3 % en 1978 a una participación previsible del orden de un 7 % en el trienio 1985-86-87. Y ello, a pesar de que en España han concurrido en los últimos años una serie de condiciones objetivas, que deberían haberle permitido un desenvolvimiento más satisfactorio que el de la mayor parte de sus competidores europeos.

Se ha puesto así en una situación difícil, pero no irreversible, a un sector industrial que ha ocupado un lugar destacadísimo en el proceso de industrialización de España, ha sido un pionero en la exportación, y tiene un enorme poder de arrastre sobre otras muchas y diversificadas actividades industriales y de servicios.

Sin embargo, y de cara al futuro, puede haber razones para el optimismo en la construcción naval española, por una serie de motivos entre los que cabe destacar:

— La absoluta necesidad de modernización de la flota mercante nacional, motor del desarrollo de la construcción naval, y cuyos contratos hay que saber ganar.
— La posición de liderazgo conseguida en el proyecto y construcción de buques pesqueros, que hay que lograr mantener.
— El período transitorio para España en la 6.ª Directiva del Consejo de la CEE sobre ayudas a la construcción naval, que ha constituido un indudable acierto y éxito de los negociadores españoles, y cuya situación de privilegio hay que saber aprovechar.

Y se hace preciso encontrar fórmulas de compromiso entre los intereses, distintos, pero no necesariamente incompatibles, de las partes implicadas, principalmente la Marina Mercante, la Construcción Naval y la Industria de Equipos y Servicios, para un coordinado desarrollo del sector marítimo, en beneficio de la economía nacional.

«EL SECTOR DE MARINA MERCANTE»

Por Fernando Casas

La actividad de marina mercante es una más de las distintas de construcción naval en que trabajan los ingenieros navales. Desde esta perspectiva amplia de desarrollo profesional me es especialmente grato contribuir a la iniciativa de la Asociación.

DESARROLLO RECIENTE DE LA ACTIVIDAD EN ESPAÑA

Tres son los campos de la inversión en que me fijé como índice de análisis de aquélla:

— La inversión en buques nuevos se ha realizado en tres etapas claramente diferenciadas:

- Hasta 1974 se aprecia un paralelismo en la situación mundial, si bien con un retraso en la contratación española y una extraordinaria concentración en 1973.

- Los encargos proceden de empresas sobre todo tradicionales, con apoyo tanto en crédito oficial como privado, así como en el crecimiento del comercio y la reserva de cargas.
- De 1974 a 1981 hay una elevada contratación en respuesta al apoyo crediticio del Estado en un esfuerzo anticíclico. Los pedidos proceden sobre todo de nuevas empresas.
- De 1982 hasta hoy desaparecen, prácticamente, los encargos, mientras el problema financiero derivado de un mercado de fletes muy deprimido y unas fuertes obligaciones crediticias llevan a la desaparición de muchas empresas, creación de la SGB para dar salida al problema del BCI y la exportación de numerosas unidades.

  Sólo al finalizar el año 87 parecen haber repuntado ligeramente las expectativas de inversión en buques nuevos.

— La inversión en buques de segunda mano: ha sido muy activa en el mercado interior mientras estaba cerrado el exterior. Un 30 % de los buques entregados en los últimos diez años (han cambiado de armador español). Con la flexibilidad de la adhesión a la CEE no se ha producido aún un salto en esta faceta naviera.

— La operación de buques de terceros: esta modalidad que está teniendo creciente relevancia internacional ha tenido menor utilización en España, que en lo que se refiere a buques extranjeros viene sujeta a importantes restricciones.

EL HORIZONTE DEL 92

- El mercado de transporte español va a ver suprimidos los esquemas de «protección» tradicionales con los acuerdos sobre política marítima de la CEE de diciembre de 1986:

— Las reservas en tráfico intracomunitario en 1-1-90.
— Las de tráfico con terceros países en 1-1-92 en la práctica.
— Los convenios bilaterales en fecha no más tarde de 1992.

— El cabotaje a definir antes de 1992 su alcance y plazos.

• Los diferentes tráficos deben proceder a adaptarse inmediatamente a esta realidad sin esperar a esa mítica fecha de 1992.

• Un análisis por tráficos de la situación en ese año es complejo, puesto que depende de factores como:

— El grado de internacionalización del mercado de fletes.
— El grado de concertación internacional y nacional de la oferta.
— El tamaño mínimo eficaz de los recursos de la empresa.
— La complejidad de la gestión técnico/profesional de la misma.

LA POLITICA SECTORIAL

• La exigencia de competitividad puede alcanzarse por dos vías:

— Registro libre o especial (no tradicional).
— Desmontaje de las restricciones existentes.

El problema hoy es de indefinición, pendiente de resolverse.

• Los planes que el Estado ha venido elaborando han tenido precedentes en otros países como Francia, Italia, Holanda, etc.

Es imprescindible, hoy, que adquieran radicalidad para llenar de contenido el período transitorio 1988-1992 para conseguir un imprescindible GRAN SALTO ADELANTE.

CONCLUSION

Muchos sectores han sufrido o están realizando un proceso de reestructuración.

Pero no todos lo han conseguido con igual éxito. No todos han sabido «vender» a la sociedad y a sus instituciones el apoyo del Estado a sus agentes económicos.

Sabiendo que es trascendental para el futuro realizar el proceso eficazmente, felicito a la Asociación por haber promovido y estar dispuesta a actuar y fomentar la colaboración intersectorial, en este momento de transformación imprescindible.

Comentario final aportado en el debate subsiguiente:

Factores clave para la contribución de la Asociación al progreso de la actividad marítima:

1. La difusión de un mensaje de su actividad debería dirigirse a los siguientes objetivos:

— Al progreso general de la sociedad ⟶ No de espectro corporativo.
— De colaboración y apertura plena institucional ⟶ No de enfrentamiento de substrato ideológico
— De apoyo a la cooperación intersectorial ⟶ No de defensa de sectores de actividad económica específica.

2. Para ello debe establecer una estrategia:

— De promoción y desarrollos técnico/socio-económicos.
— De contacto y colaboración abierta con las instituciones.
— De foro de acogida y debate de iniciativas intersectoriales.

3. El equipo directivo debe definir el programa y sensibilizar:

— A los asociados.
— A la sociedad.

«PERSPECTIVAS Y POLITICAS EN CONSTRUCCION NAVAL»

Por Vicente Cervera

Durante el último año, o algo más, la actividad sectorial en los círculos competentes comunitarios ha sido intensa. La negociación de la 6.ª Directiva comunitaria, el «follow-up» de su implementación y la actual revisión de los techos de ayuda, muestran que la Comisión de la CEE, los gobiernos respectivos y el sector industrial tratan de salvar un núcleo viable de construcción naval europea, cuya situación ha llegado a ser crítica.

Se dice con frecuencia, y a veces parece exagerado, que los precios orientales (especialmente coreanos) apenas cubren el coste de materiales. Esto significaría que, en un petrolero o bulkcarrier standard, sobre un coste de 100, el precio coreano debería estar en el entorno de 65.

Pues bien, el estudio realizado hace un año, y revisado recientemente, por el consultor Appledore para orientar el nivel de subsidio, muestra, para una lista de tales buques, diferencias superiores al 35 % entre el coste europeo y el precio coreano.

Es decir, para lograr en dichos buques un alineamiento total, debería subsidiarse prácticamente el valor añadido del astillero.

Los dos últimos años han contemplado una reestructuración intensa de los astilleros comunitarios. Estos han soportado el mayor peso, a nivel mundial, de la misma; pero el permanente exceso de capacidad oriental les ha impedido percibir los correspondientes beneficios.

La capacidad actual comunitaria se sitúa entre 3/3,5 millones de CGT anuales. La sobrecapacidad mundial se estima ahora en 4/5 millones de CGT anuales. Es decir, si Oriente permanece estacionario, Europa podría anular su construcción naval y aún no se alcanzaría el equilibrio.

Sin embargo, el Gobierno japonés desarrolla, en este período, un plan de reducción del 20 % de su capacidad actual, lo que conduciría a una cifra de 4,8 millones de CGT anuales, que aún es excesivo.

Los astilleros coreanos han mantenido un alto ritmo de contratación durante el año y se han resistido a reducciones de capacidad física. Pero, según sus declaraciones, han disminuido notablemente la mano de obra pasando de una cifra de 76.000 en 1984 a unos 56.000 a mediados del presente año.

Los informes de Japón y Corea revelan pérdidas considerables y extraordinarios niveles de deuda incurridos por su astilleros.

El Consejo de Ministros de la Comunidad mantiene vigente su declaración de la necesidad de mantener una construcción naval europea sana y competitiva a un nivel de actividad consistente con su comercio marítimo y la importancia económica, social y estratégica de esta industria.

La flexibilidad del techo de ayuda (revisable anualmente) puede constituir un arma poderosa en las deliberaciones internacionales sobre reestructuración compartida, si se liga convenientemente al comportamiento de la competencia.

La industria comunitaria, representada por el Linking Committee expresó el pasado año la necesidad de un techo de ayuda no inferior al 30 %. El establecido de 28 % tiende a concentrar a los astilleros comunitarios en la construcción de buques más sofisticados donde Europa es aún líder.

Sin embargo, la concentración de buques de alta tecnología puede producir conflictos en la utilización equilibrada de los recursos existentes.

Para lograr un balance adecuado siempre sería necesaria cierta actividad en buques más sencillos, con mercado más abundante.

El nuevo nivel de ayuda, que será vigente para 1988, aún no ha sido fijado.

Los problemas de la construcción naval española, durante 1987, han sido semejantes a los europeos. El extraordinario retraso en la definición de ayudas ha mantenido al sector en inquietud creciente. Y dicho retraso es aún menos justificado cuando las primas finalmente aprobadas por nuestras autoridades no hacen uso de las ventajas que el período transitorio, concedido a España, nos brinda.

Con todo, durante la segunda mitad del año, la actividad comercial de los astilleros ha sido intensa y se han logrado contratos importantes. Sin embargo, se ha negociado basándose en expectativas de ayudas, con el riesgo correspondiente, y los retrasos derivados para la entrada en vigor de los contratos.

Nuestros astilleros han logrado incidir en los segmentos de mercado más sanos o en aquellos donde la reactivación es más intensa.

Estas noticias positivas, que hacía años no podían anunciarse, muestran la precisión de los estudios de mercado del AWES, según los cuales ya se ha tocado el fondo del prolongado ciclo depresivo y ha comenzado la reactivación que se espera conduzca al equilibrio durante los años 90.

Esta masa de contratación, que esperamos mantenga un ritmo razonable, debe constituir una base excelente para un segundo período de reconversión más ordenado y globalmente industrial.

(Pasa a la pág. 566.)

INGENIERIA NAVAL

REVISTA EDITADA POR LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES DE ESPAÑA

NUMERO EXTRAORDINARIO SOBRE PESCA

ENERO 1988

Reserve su publicidad en este número, cuya edición está prevista para finales de enero de 1988.

Información: Castelló, 66 - 28001-Madrid - Teléfs.: 275 10 79 y 275 10 24 - Télex: 43582 INAV E

(Fecha máxima recepción original: 20 de enero de 1988)

VARIACION EN POSICION VERTICAL DEL CENTRO DE CARENA

Por Joaquín Ramírez García (*)
Dr. Ing. Naval
y
José Miguel Mangas Cataño (**)

RESUMEN

En este artículo se presenta una formulación ampliada de la transformación de carenas de acuerdo no sólo por la variación del coeficiente de la Sección Maestra, sino teniendo en cuenta, además, la variación en posición vertical del centro de la carena.

SUMMARY

This paper proposes a extended equations about hull forms transformation, not only by variation of maximum section coefficient also taking in consideration the vertical center of buoyance variation.

1. INTRODUCCION

Como ampliación de la formulación presentada en el «Método de Transformación de Carenas de Buques de Guerra y Mercantes por variación de los parámetros definidores de sus formas» (ref. 1), basado en las propiedades de la curva de áreas de líneas de agua o curva de áreas flotacionales, consideramos, en este artículo, como una propiedad más de dicha curva el control de la posición vertical del centro de carena.

Las dos propiedades fundamentales de la curva de áreas de líneas de agua, relacionan esta área y su variación con el coeficiente de la Sección Maestra y la variación de este coeficiente, de acuerdo con las expresiones que siguen:

$$S = f_1 (CM, CF, CP)$$

$$\delta = f_2 (CM, \delta CM, S, CP, CF)$$

mediante las cuales y una ley de desplazamiento de calados de la forma:

$$\delta\xi = \xi (1 - \xi) (p - q\xi)$$

se obtiene la carena transformada. La combinación de los parámetros p y q permite controlar la posición vertical del centro de carena y el valor del coeficiente de la Sección Maestra.

El estudio analítico que se presenta a continuación es, por tanto, una revisión ampliada del contenido en el Método del VICAR. Se trata de un estudio teórico cuya aplicación práctica será quien marque su ámbito de validez (***).

(*) Jefe del Departamento de Análisis de Sistemas.

(**) Analista del Departamento de Análisis de Sistemas. Dirección de Innovación y Tecnología. Empresa Nacional de Bazán. Madrid.

(***) Los resultados expuestos en este artículo han sido programados por don José Miguel Mangas, en Fortran 77, habiendo quedado incorporada la programación al «Sistema de transformación de carenas VICAR».

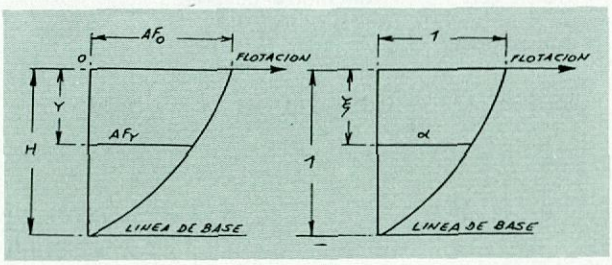
Antes de exponer el desarrollo analítico que permite conseguir una variación predeterminada del coeficiente de la Sección Maestra y de la posición vertical del centro de carena, conviene recordar la definición y propiedades fundamentales de la curva de áreas flotacionales (refs. 1 y 2).

1.1. Definición de la curva de áreas flotacionales

Consideramos como curva de áreas flotacionales o de áreas de líneas de agua, una curva cuyas abcisas y ordenadas sean, en valores unitarios, las áreas de las líneas de agua y sus correspondientes calados. La relación de áreas se establece respecto del área de la línea de agua de la flotación de proyecto y la relación de calados respecto del calado de proyecto (fig. 1).

1.2. Propiedades fundamentales de la curva de áreas flotacionales

Las propiedades fundamentales de la curva de áreas flotacionales establecidas en el «Método de Transformación de Carenas de Buques de Guerra y Mercantes por variación de los parámetros definidores de sus formas» (1) vienen dadas por las expresiones:



AFo = Area de la línea de agua correspondiente a la flotación del proyecto.

AFy = Area de la flotación correspondiente al calado (H — Y).

$$\boxed{CM = \frac{CF}{CP} \times S}$$

$$\boxed{\delta S = \delta CM \left[\frac{S}{CM} + \frac{CP}{CF}\left(1 + \frac{\delta CM}{CM}\right)\right]}$$

Siendo:

S = Area de la curva de áreas flotacionales (unitarias)
δS = Variación de área.
CM = Coeficiente de la Sección Maestra.
δCM = Variación del coeficiente de la Sección Maestra.
CP = Coeficiente prismático.
CF = Coeficiente de la flotación.

2. DESPLAZAMIENTO VERTICAL DEL CENTRO DE CARENA Y VARIACION DEL COEFICIENTE DE LA SECCION MAESTRA

La transformación de la curva de áreas flotacionales para conseguir un desplazamiento vertical dado del c.d.c. y una variación prefijada del coeficiente de la Sección Maestra, se obtiene por una ley de desplazamientos verticales de las líneas de agua de la forma:

$$\delta\xi = \xi(1-\xi)(p-q\xi) \quad (2.1)$$

expresión que cumple las condiciones de contorno:

$$\delta\xi = 0 \text{ para} \begin{cases} \xi = 0 \\ \xi = 1 \end{cases}$$

2.1. Determinación de la variación de área

$$\delta S = \int_0^1 \delta\xi d\alpha$$

que teniendo en cuenta (2.1) resulta:

$$\delta S = q \int_0^1 \xi^3 d\alpha - (p+q) \int_0^1 \xi^2 d\alpha + p \int_0^1 \xi d\alpha$$

y estableciendo que:

$$dI = \frac{1}{3}\xi^3 d\alpha \quad \text{diferencial de m.d.i.}$$

$$dM = \frac{1}{2}\xi^2 d\alpha \quad \text{diferencial de m. estático.}$$

$$dS = \xi d\alpha \quad \text{diferencial del área.}$$

podemos poner:

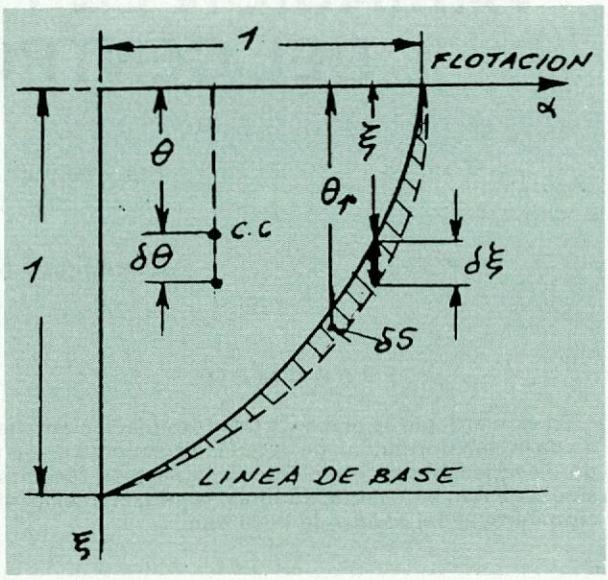
$$\delta S = 3q \int_0^1 \frac{1}{3}\xi^3 d\alpha - 2(p+q) \int_0^1 \frac{1}{2}\xi^2 d\alpha + p \int_0^1 \xi d\alpha$$

de donde:

$$\boxed{\delta S = 3qI - 2(p+q)M + pS}$$

I = m.d.i. de la curva de áreas flotacionales respecto de la flotación.
M = momento estático de la curva de áreas flotacionales respecto de la flotación.
S = Area de la curva de áreas flotacionales.

2.2. Variación de momentos



Nomenclatura

θ = ordenada del c.d.c. respecto de la flotación.
δθ = variación vertical de la posición del c.d.c.
θ_r = ordenada del c.d.g. de la rebanada.
ξ = ordenada de un punto genérico de la curva de áreas de líneas de agua.
δξ = variación correspondiente de ξ.

Tomando momentos respecto de la flotación, se tiene:

$$(\theta + \delta\theta)(S + \delta S) = S \times \theta + \delta S \times \theta_r$$

de donde:

$$\theta_r \delta S = (\theta + \delta\theta)\,\delta S + S \times \delta\theta \quad (2.2.1)$$

que podemos expresar:

$$\theta_r \delta S = \int_0^1 \left(\xi + \frac{1}{2}\delta\xi\right)\delta\xi d\alpha$$

Teniendo en cuenta la expresión de δξ:

$$\delta\xi = p\xi - (p+q)\xi^2 + q\xi^3$$
$$\delta\xi^2 = p^2\xi^2 + (p+q)^2\xi^4 + q^2\xi^6 + 2pq\xi^4 - 2p(p+q)\xi^3 - 2q(p+q)\xi^5$$

reagrupando términos:

$$\delta\xi^2 = p^2(\xi^2 - 2\xi^3 + \xi^4) + q^2(\xi^4 - 2\xi^5 + \xi^6) - 2pq(\xi^3 - 2\xi^4 + \xi^5)$$

Por otra parte:

$$\int_0^1 \left(\xi + \frac{1}{2}\delta\xi\right)\delta\xi d\alpha = \int_0^1 \xi\delta\xi d\alpha + \frac{1}{2}\int_0^1 \delta\xi^2 d\alpha = I_1 + I_2$$

$$I_1 = \int_0^1 \xi\delta\xi d\alpha = \int_0^1 [p\xi^2-(p+q)\xi^3+q\xi^4]d\alpha =$$

$$= q \int_0^1 \xi^4 d\alpha - (p+q) \int_0^1 \xi^3 d\alpha + p \int_0^1 \xi^2 d\alpha$$

$$I_2 = \frac{1}{2} \int_0^1 \delta\xi^2 d\alpha = \frac{1}{2}[p^2 \int_0^1 (\xi^2-2\xi^3+\xi^4)d\alpha +$$

$$+ q^2 \int_0^1 (\xi^4-2\xi^5+\xi^6)d\alpha - 2pq \int_0^1 (\xi^3-2\xi^4+$$

$$+\xi^5)d\alpha]$$

Haciendo:

$dS = \xi d\alpha$ diferencial de área.

$dM = \frac{1}{2}\xi^2 d\alpha$ diferencial de momento estático.

$dI = \frac{1}{3}\xi^3 d\alpha$ diferencial de momento de inercia.

$dW = \frac{1}{4}\xi^4 d\alpha$ diferencial de momento de 3.er orden.

$dU = \frac{1}{5}\xi^5 d\alpha$ diferencial de momento de 4.° orden.

$dT = \frac{1}{6}\xi^6 d\alpha$ diferencial de momento de 5.° orden.

Se puede poner:

$$\theta_r\delta S = 4qW-3(p+q)I+2pM+\frac{1}{2}p^2(2M-6I+4W)+$$
$$+\frac{1}{2}q^2(4W-10U+6T) - \frac{1}{2}2pq(3I-8W+5U)$$
$$\theta_r\delta S = p^2(M-3I+2W)+q^2(2W-5U+3T)-pq(3I-$$
$$-8W+5U)+p(2M-3I)+q(4W-3I)$$

Quedando, por tanto el sistema de ecuaciones para la determinación de p y q en la forma:

$$(1)\quad p^2(M-3I+2W)+q^2(2W-5U+3T)-pq(3I-8W+$$
$$+5U)+p(2M-3I)+q(4W-3I) = (\theta+d\theta)\delta S+$$
$$+S\delta\theta$$

$$(2)\quad p(S-2M)+q(3I-2M) = \delta S$$

Intersección de una cónica (1) y una recta (2).

Haciendo, para simplificar:

$A = M-3I+2W$
$B = 2W-5U+3T$
$C = 3I-8W+5U$
$D = 2M-3I$
$E = 4W-3I$
$F = (\theta+\delta\theta)\delta S-S\delta\theta$
$G = S-2M$
$H = \delta S$

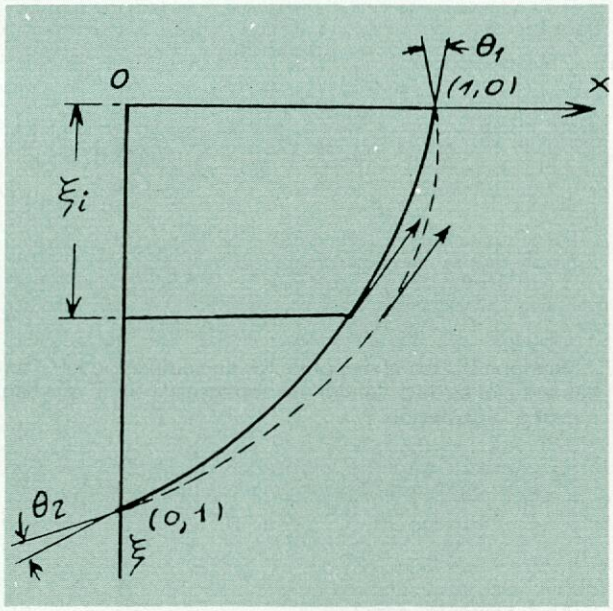
el sistema queda expresado en la forma:

$$Ap^2Bq^2-Cpq+Dp+Eq+F = 0$$
$$Gp-Dq = H$$

cuya resolución conduce a la ecuación de segundo grado:

$$(AD^2+BG^2-CGD)p^2+[D^3+(CH+EG)D-2BGH]p+$$
$$+(BH^2-EHD+FD^2) = 0$$

Al existir dos soluciones se hace necesario seleccionar una de ellas de acuerdo con algún criterio, habiéndose establecido aquél que da variaciones angulares mínimas en los extremos ($\xi = 0$; $\xi = 1$), es decir, tomar los valores de p y q que correspondan a los menores valores de $|tg\ \theta_1|$ y $|tg\ \theta_2|$ (figura 3) en:



El valor de la ξ transformada viene dado por:

$$\xi_t = \xi+\delta\xi$$
$$\xi_t = \xi+\xi(1-\xi)\ (p-q\xi)$$

Siendo el valor de la tangente del ángulo de esta curva.

$$tg\theta_t = \frac{d\xi_t}{d\alpha}$$

$$tg\theta_t = \frac{d\xi}{d\alpha} + \frac{d[\xi(1-\xi)\ (p-q\xi)]}{d\alpha}$$

$$\frac{\delta[\xi(1-\xi)\ (p-q\xi)]}{d\alpha} = p\frac{d\xi}{d\alpha} - 2p\xi\frac{d\xi}{d\alpha} - 2p\xi\frac{d\xi}{d\alpha} + 3q\xi^2\frac{d\xi}{d\alpha}$$

Cuyo valor para

$$\xi = 0 \quad \frac{d[\xi(1-\xi)\ (p-q\xi)]}{d\alpha} = p\frac{d\xi}{d\alpha}$$

$$\xi = 1 \quad \frac{d[\xi(1-\xi)\ (p-q\xi)]}{d\alpha} = (q-p)\frac{d\xi}{d\alpha}$$

El valor de la diferencia angular de las tangentes correspondientes a un mismo valor de ξ, viene dado por la siguiente expresión:

$$\theta_i = \theta-\theta_t$$

$$tg\theta_i = tg(\theta-\theta_t) = \frac{tg\theta-tg\theta_t}{1+tg\theta tg\theta_t}$$

$$tg\theta_i = \frac{\frac{d\xi}{d\alpha} - \frac{d\xi}{d\alpha} - \frac{d}{d\alpha}\,[\xi(1-\xi)\,(p-q\xi)]}{1 + \frac{d\xi}{d\alpha}\left(\frac{d\xi}{d\alpha} + \frac{d}{d\alpha}\,[\xi(1-\xi)\,(p-q\xi)]\right)} =$$

$$= \frac{-\frac{d}{d\alpha}\,[\xi(1-\xi)\,(p-q\xi)]}{1 + \left(\frac{d\xi}{d\alpha}\right)^2 + \frac{d\xi}{d\alpha}\left(\frac{d}{d\alpha}\,[\xi(1-\xi)\,(p-q\xi)]\right)}$$

Para $\xi = 0$

$$tg\theta_1 = \frac{-P\,\frac{d\xi}{d\alpha}}{1 + \left(\frac{d\xi}{d\alpha}\right)^2 + \left(\frac{d\xi}{d\alpha}\right)^2 p} = \frac{-p\,\frac{d\xi}{d\alpha}}{1 + \left(\frac{d\xi}{d\alpha}\right)^2 (1+p)} =$$

$$= \frac{-m}{\frac{1+m^2}{p} + m^2}$$

Para que θ_1, sea el menor de los que corresponden a ambas soluciones de p, tendrá que tomarse el valor p que haga mayor a la expresión:

$$\left| \frac{1+m^2}{p} + m^2 \right|$$

Análogamente, para $\xi = 1$

$$tg\theta_2 = \frac{(p-q)\,\frac{d\xi}{d\alpha}}{1 + \left(\frac{d\xi}{d\alpha}\right)^2 - \left(\frac{d\xi}{d\alpha}\right)^2 (p-q)} = \frac{m}{\frac{1+m^2}{p-q} - D^2}$$

adoptándose como valor de $p-q$ el que, igualmente, haga mayor la expresión:

$$\left| \frac{1+m^2}{p-q} - D^2 \right|$$

3. PROCESO OPERATIVO

3.1. Datos

CM = Coeficiente de la Sección Maestra del buque base.
CP = Coeficiente cilíndrico del buque base.
CF = Coeficiente de la flotación del buque base.
θ = Posición vertical del c.d.c. respecto de la flotación de proyecto del buque base.
δCM = Variación deseada del coeficiente de la Sección Maestra.
$\delta\theta$ = Variación deseada de la posición del c.d.c. (Variación positiva hacia la línea base; negativa hacia la flotación).
AF (j) = Area de las líneas de agua (curva de flotaciones).

3.2. Cálculo

Las tareas a desarrollar se indican en forma de tabla:

Tarea	*Descripción*
1	Determinación del área de la curva de líneas de agua = S
2	Determinación del momento estático de la curva de áreas de líneas de agua, respecto de la flotación de proyecto = M
3	Determinación del m.d.i. de la curva de áreas flotacionales respecto de la flotación de proyecto = I
4	Determinación del momento del tercer orden de la curva de áreas flotacionales respecto de la flotación de proyecto = W
5	Determinación del momento del cuarto orden de la curva de áreas flotacionales respecto de la flotación de proyecto = U
6	Determinación del momento del quinto orden de la curva de áreas flotacionales respecto de la flotación del proyecto = T
7	Cálculo de la variación de área de la curva de áreas de líneas de agua en función de la variación deseada del coeficiente de la Sección Maestra: $\delta S = \delta CM \left[\frac{S}{CM} + \frac{CP}{CF}\,(1 + \frac{\delta CM}{CM})\right]$
8	Cálculo de las variables auxiliares: $A = M - 3I + 2W$; $B = 2W - 5U + 3T$; $C = 3I - 8W + 5U$; $D = 2M - 3I$; $E = 4W - 3I$; $F = (\theta + \delta\theta)\delta S - S\delta\theta$; $G = S - 2M$; $H = \delta S$
9	Cálculo de los parámetros p y q de la función de transformación mediante el sistema de ecuaciones $Ap^2 + Bq^2 - Cpq + Dp + Eq + F = 0$; $Gp - Dq = H$ teniendo en cuenta el criterio de selección de la solución.
10	Cálculo de los desplazamientos de las líneas de agua mediante la ley de transformaciones: $\delta\xi = \xi(1-\xi)\,(p-q\xi)$

4. APLICACION

Se parte de una carena con las siguientes características:

Eslora = 100 m.
Manga = 13,47 m.
Calado = 3,592 m.

Coef. de bloque = 0,490
Coef. de la maestra = 0,816
Coef. primático = 0,600

Area Sección Máxima = 39,495 m^2
Abscisa Sección Máxima = 45 m. (resp. a Ppp)

Volumen de carena = 2.370 m^3

Posición del c. de c. $\begin{cases} \text{Abscisa} = 48{,}004 \text{ m. (resp. a Ppp)} \\ \text{Altura} = 2{,}200 \text{ m. (resp. a L.B.)} \end{cases}$

Se desea obtener una carena transformada con las siguientes variaciones:

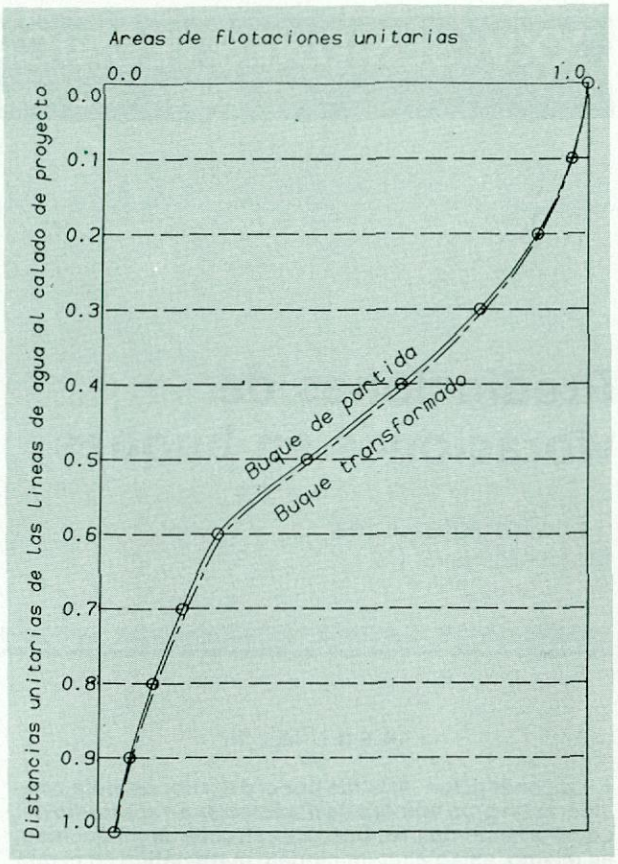
Coef. de la maestra = 0,800
Posición de altura del c. de c. = 2,250 m. (resp. a L.B.)

El procedimiento desarrollado para la resolución de este problema por ordenador, consiste en un proceso iterativo, mediante el que se calculan unos coeficientes P y Q que, teóricamente, transformarían la carena inicial en la final, si existen desviaciones, la carena transformada se considera como la inicial de una nueva transformación, para la que se calculan P y Q, y así sucesivamente hasta que las desviaciones obtenidas sean despreciables.

Para el ejemplo de aplicación, las sucesivas iteraciones y sus resultados aparecen en la siguiente tabla:

Iteración	*P*	*Q*	*Coef. Maestra*	*Posición vertical c.c.*
0	—	—	0,816	2,200
1	0,093	0,466	0,791	2,246
2	0,299	0,371	0,796	2,246
3	0,164	0,219	0,797	2,249
4	0,104	0,135	0,798	2,249
5	0,068	0,090	0,799	2,249
6	0,047	0,062	0,800	2,250

En la figura siguiente aparecen las curvas de áreas de flotaciones del buque de partida (trazo continuo) y del buque transformado (trazo discontinuo).



EJEMPLO DE TRANSFORMACION.—CURVA DE AREAS DE FLOTACIONES

5. RECONOCIMIENTO

Este estudio ha sido realizado dentro de los trabajos que el Departamento de Análisis de Sistemas desarrolla en la Dirección de Innovación y Tecnología, por lo que los autores quieren expresar el reconocimiento debido a su Director, don Andrés Mora Cañadilla, así como a don Honorio Sierra, quienes una vez más depositaron su confianza en los autores, al encargarles el desarrollo analítico expuesto en este artículo y de su programación.

6. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

1. RAMIREZ, J.: *Método de Transformación de Carenas (M.T.C.) de Buques de Guerra y Mercantes por variación de los parámetros definidores de sus formas.* «Tesis Doctoral Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales», 1981.
2. RAMIREZ, J.: *Transformación de Carenas por Variación del Coeficiente de la Sección Maestra.* INGENIERIA NAVAL, mayo 1987.
3. MARTIN, R.; SIERRA, H.: *Forms Selections to develop a High-Speed Round Bidge Displacement Hull Series (Series BAZAN 80).* «High-Speed Surface Craft Conference», Brighton, 1980.
4. H. LACKENBY M, Se.: *On Sistematic geometrical variation of Shipform.* TRINA, 1950.

XXVI SESIONES TECNICAS DE INGENIERIA NAVAL
Bilbao, 19-21 de noviembre de 1986

Predicciones de vibraciones en buques

J.L. González Díez
Ingeniero Naval (*)

RESUMEN

La concepción asistida por ordenador permite considerar un gran número de parámetros en el estudio del comportamiento mecánico de estructuras y máquinas, asimismo, establecer un modelo matemático en el que pueden ser simuladas las situaciones reales más diversas para obtener una optimización a "priori".

En el presente trabajo se describen técnicas avanzadas para el estudio del comportamiento dinámico de estructuras y máquinas utilizadas en el ámbito de la construcción naval. En este concepto se analizan las fuerzas excitadoras que pueden actuar sobre el buque, el proceso de elaboración de modelos de elementos finitos de estructuras marinas y los resultados obtenidos. Depués se estudian algunas aplicaciones de los métodos de síntesis modal en estructuras marinas. Finalmente, se destaca la importancia del mantenimiento predictivo de máquinas a bordo de los buques.

SUMMARY

Computer aided design allows a great number of parameters on the mechanical behavior of structures and machines to be considered and also to establish a mathematical model, whereby and actual situation may be simulated towards optimization of design.

In this work, advanced techniques for the study of the dynamic behavior of structures and machines used in shipbuilding are described. In this context, the exciting forces which may act on the ship, the development of finite elements models of marine structures and the results obtained are analyzed. Then, some applications of modal synthesis methods on marine structures are studied. Finally, the importance of predictive maintenance of machines on board is stressed.

1. INTRODUCCION

La entrada masiva de la informática en el proceso de diseño mecánico ha cambiado radicalmente el sistema de concepción de estructuras y máquinas, y la puesta a punto de materiales, habiéndose iniciado una verdadera revolución tecnológica, que no ha hecho más que comenzar. Gracias a la informática es posible tomar en cuenta los efectos de un gran número de parámetros y establecer un modelo matemático en el que se puedan simular toda clase de situaciones reales, y que permita una optimización a "priori". En este sentido la concepción viene asistida por ordenador (CAO).

El desarrollo de los métodos de análisis experimental de estructuras, que ha seguido los avances logrados en instrumentación electrónica, y de los métodos de análisis teóricos, que han puesto a punto códigos de cálculo fundados principalmente en una descripción por elementos finitos, han producido un gran avance en las técnicas de medida, análisis y tratamiento de vibraciones y ruido en estructuras y máquinas. Los esfuerzos se han visto estimulados por proyectos de gran magnitud en los que las vibraciones se mostraban como uno de los factores determinantes del buen funcionamiento del conjunto. Puesto que la informática también se halla introducida masivamente en las fases de ensayos en laboratorio, se puede hablar entonces de experimentación asistida por ordenador. (EAO).

En la evolución de los métodos de estudio de sistemas vibratorios se ha revelado útil progresivamente en estructuras ensambladas, el análisis por síntesis de sus componentes. Esta línea ha surgido de la necesidad de reducir la dimensión de las matrices utilizadas en los cálculos por elementos finitos de sistemas con un número elevado de grados de libertad.

El interés por los estudios de síntesis se ha visto propiciado por la necesidad de conocer el comportamiento vibratorio de conjuntos cuyos componentes son fabricados por diversos fabricantes que no podían asegurar más que el comportamiento separado de los mismos, según las condiciones ensayadas en sus propias instalaciones.

Cuando existen componentes de formas muy complejas, la síntesis se ha convertido en una necesidad

(*) Profesor de la E.T.S.I.N.

para justificar un esfuerzo de modelización teórica, si se dispone de una maqueta o de un prototipo que se preste a una caracterización experimental.

Así, pues, las técnicas de síntesis permiten asociar las características dinámicas de los componentes, obtenidas a partir de la teoría y de la experimentación, para conseguir una descripción del comportamiento vibratorio de la estructura ensamblada por la vía informática, bajo forma de una síntesis asistida por ordenador (SAO).

La penetración de la informática en las fases de definición y puesta a punto de máquinas, ha tenido su correlativa en la informatización cada vez más sistematizada de buques, plantas industriales, cadenas de producción o control de calidad.

Las condiciones óptimas de funcionamiento de una máquina que ha sido diseñada con las técnicas más avanzadas pueden quedar alteradas si se producen anomalías que cambian la regularidad del funcionamiento. Por ello, es necesario implantar una vigilancia o un control permanente que pueda actuar a la menor evolución. De ahí la necesidad de implantar un procedimiento informático para gestionar la complejidad de los fenómenos puestos en juego. Este sistema de mantenimiento asistido por ordenador (MAO) que se encuentra implantado en algunos centros de producción muy importantes, se va extendiendo cada día más a todos los sectores.

2. LOS FENOMENOS VIBRATORIOS

Para los lectores que no estén muy familiarizados con las técnicas de representación de los fenómenos vibratorios lineales, parece oportuno efectuar un breve recordatorio de lo que constituye su fundamento.

Un régimen vibratorio "propio" de una estructura se define como un régimen natural estable de oscilaciones que se perpetuará en ausencia de todo efecto disipativo irreversible. Estos regímenes se manifiestan como una sucesión discreta de estados resonantes singulares, directamente ligada a las condiciones de apoyo impuestas en los puntos del contorno que delimita la estructura.

A cada modo propio se encuentran asociados: una "frecuencia propia", una "deformada modal" o "forma propia", y un coeficiente de amortiguamiento que traduce de forma global los efectos variados de disipación.

Ahora se puede invocar la propiedad física general de los sistemas lineales oscilantes: todo campo puede ser considerado de manera única como superposición de contribuciones de los regímenes naturales modales. Esta propiedad caracteriza cuantitativamente las estructuras vibrantes.

La participación de cada modo en la respuesta del conjunto se evalúa a partir de las dos propiedades siguientes:

- Desde el punto de vista temporal cada modo propio responde como un sistema oscilante de segundo orden (masa-resorte), presentando un comportamiento singular a la frecuencia de resonancia correspondiente.
- Desde el punto de vista espacial, las deformadas modales o formas propias constituyen una base de descripción de campos vibratorios. Esta base es ortogonal, para el producto escalar definido en un cierto sentido, en la medida en que las condiciones de apoyo le aislan de las estructuras colindantes.

La propiedad de ortogonalidad de las formas propias representa una comodidad en las aplicaciones, al obtener las componentes modales respectivas por simple proyección ortogonal. Así se justifica el papel particular dado a los modos propios de subestructuras correspondientes a condiciones de apoyo "libres" o "fijas" en los problemas de síntesis.

Para representar los campos vibratorios (desplazamiento, deformación, esfuerzos, fatigas), se dispone de bases de funciones descriptivas. Estas funciones consisten en funciones analíticas tradicionales en los casos más simples. En general, son funciones localizadas, generalmente polinomios, que interpolan el campo vibratorio entre los nudos fijados de la malla, según ciertos criterios. Este principio de "elementos finitos" permite seguir así, entre ciertos límites, la variedad de formas de las estructuras reales.

Una vez realizada la elección del tipo de representación de los campos, se aplican las leyes generales de la mecánica (o más generalmente, de la termodinámica) según un principio variacional: teorema de los trabajos virtuales, por ejemplo.

Así se obtiene la ecuación material del comportamiento dinámico lineal de una estructura discretizada:

$$M\ddot{X} + C\dot{X} + KX = F \qquad (1)$$

con:

X = Vector desplazamiento
F = Vector de fuerzas y momentos externos
M = Matriz de masas de la estructura
C = Matriz de amortiguamiento viscoso
K = Matriz de rigidez

El Vector X viene determinado por las componentes del campo sobre la base fundamental de descripción escogida.

$$X(x) = \Sigma\, X_i\, \phi_i(x) \qquad (2)$$

donde $\phi_i(x)$ designa las funciones de base.

La matriz M es "definida positiva" y la matriz de rigidez K es "semidefinida positiva". Las formas cuadráticas asociadas representan las energías correspondientes. Puesto que estas energías derivan de un potencial, las matrices son, además, simétricas.

Puede señalarse que, si bien la caracterización de los efectos de inercia y rigidez no ofrece dificultad de principio, en el caso de estructuras con comportamiento lineal, no sucede lo mismo con los efectos disipativos, más delicados y menos conocidos. El técnico hace uso en esta situación de operadores que construye de una forma aproximada, según su conocimiento.

De acuerdo con estos principios, el técnico de vibraciones dispone de un molde general de descripción de los fenómenos vibratorios que aplicará a las estructuras que debe analizar: la formulación matricial. El estudio del comportamiento dinámico puede efectuarse bien sea con un modelo de cálculo, bien con un modelo obtenido a partir de la experimentación.

3. MODELOS TEORICOS

3.1. Introducción

Para realizar un modelo de cálculo, se discretiza la estructura en elementos de masa y de rigidez que se disponen en una matriz de masa M y una matriz de

rigidez K. El comportamiento estático viene descrito en la ecuación (1) por el término de rigidez, y las fuerzas y momentos externos. El análisis dinámico lleva consigo la solución de la ecuación (1) considerando todos los términos.

Las estructuras y sistemas que se analizan por el método de elementos finitos se representan por nudos conectados por elementos. Un elemento viene definido por su capacidad de movimiento, determinada por los grados de libertad en los nudos. En una estructura tridimensional existen seis grados de libertad: tres traslaciones y tres rotaciones referidas a los tres ejes. Si existen restricciones en los movimientos algunos de estos grados de libertad se anula.

El número de ecuaciones a resolver depende de los grados de libertad activos. Generalmente, los elementos no nulos de la matriz de rigidez tienden a disponerse cerca de la diagonal principal. La distancia del elemento no nulo más alejado a esta diagonal se denomina "semi-ancho de banda" de la matriz. Cuando una *matriz tiene un semi-ancho de banda pequeño puede* resolverse relativamente rápido y con un espacio pequeño de memoria en el ordenador. Así, pues, la magnitud del problema depende del semi-ancho de banda, del número de nudos y de los grados de libertad, habiéndose desarrollado varias técnicas para simplificar los cálculos.

Existe una base para la que el operador $M^{-1}K$ es diagonal. Esta base se forma con los vectores propios ϕi *soluciones no triviales de:*

$$(-\omega_i^2 M + K)\ \phi_i = 0 \qquad (3)$$

donde ω^2 es el valor propio de $M^{-1}K$.

La matriz de vectores propios ϕ es ortogonal con respecto a las matrices de masa y rigidez, es decir:

$$\phi^T M \phi = \{ m_i \} \quad \text{matriz diagonal de masas modales} \qquad (4)$$

$$\phi^T K \phi = \{ k_i \} \quad \text{matriz diagonal de rigideces modales} \qquad (5)$$

$$\text{con: } \omega_i^2 = \frac{k_i}{m_i} \qquad (6)$$

En estructuras que no tienen mucho amortiguamiento (hipótesis de BASILE), la matriz ϕ es también ortogonal en relación con la matriz de amortiguamiento:

$$\phi^T C \phi = \{ c_i \} \quad \text{matriz diagonal de amortiguamiento modal} \qquad (7)$$

Expresado X en la base 0 se tiene:

$$X = \phi \delta \qquad (8)$$

donde δ representa el vector de participaciones modales. Proyectando la ecuación de la dinámica sobre la base modal se obtiene:

$$\{ m_i \} \ddot{\delta} + \{ c_i \} \dot{\delta} + \{ k_i \} \delta = \phi^T F \qquad (9)$$

siendo matrices diagonales. Se determina así un sistema de ecuaciones desacopladas en δ.

La modelización sobre la base de modos propios presenta el interés de que una vez calculados éstos, la respuesta adopta una expresión simple que permite reducir un problema matricial de grandes dimensiones (número total de grados de libertad de la estructura) a un problema en el que la dimensión es un número limitado de modos propios en la banda de frecuencias estudiada.

3.2. Programas de elementos finitos para grandes ordenadores

Desde los primeros trabajos de M.J. Turner, R.W. Clough y sus colaboradores de Berkely, y de V.H. Argyris y sus colaboradores del Imperial College de Londres, el método de los elementos finitos ha seguido un largo recorrido en sus aplicaciones: estructuras, transmisión de calor, mecánica de fluidos, electromagnetismo,..., fruto de los trabajos de O.C. Zienkiewicz en Swansea. Paralelamente varios equipos de matemáticos han analizado las condiciones de convergencia del método. Como resultado de toda esta labor iniciada en las universidades (1955-1960), vieron la luz numerosos programas de elementos finitos con aplicaciones industriales (1968-1970), que actualmente se extienden a los campos más variados.

Entre los programas más conocidos para grandes ordenadores pueden citarse los siguientes:

NASTRAN, DAISY, SESAM, ASKA, CASTEM, TITUS, ADINA, ANSYS, CASTOR, GIFTS, LARSTRAN, MARC, *SAP IV, STRUDL, SDRC, DYNA, PISCES, PLEXUS,* SYSTEC,...

En la figura 1 se muestra un modelo de elementos de la estructura de un buque, obtenido con el programa NASTRAN.

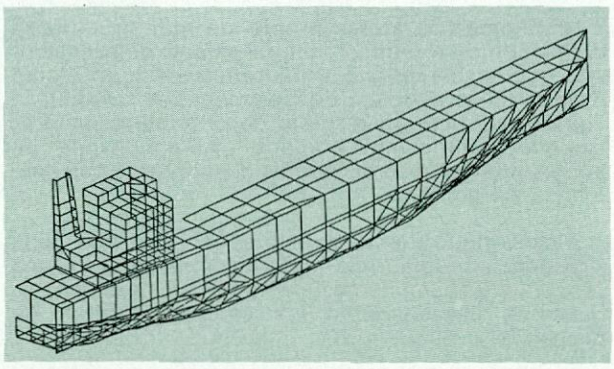


Figura 1. Modelo de elementos finitos de la estructura de un buque obtenido con el programa Nastran

3.3. Programas de elementos finitos para "Personal Computers" (PCs)

Existe actualmente un conjunto importante de programas que corren en los ordenadores tipo PC. Así se ha abierto un amplio campo de posibilidades para la utilización de la técnica de elementos finitos.

Conviene señalar que aunque los miniordenadores y los grandes ordenadores son más rápidos que los PCs y su capacidad de almacenamiento de datos es, generalmente, mayor, no existe, ventaja especial en la utilización de este tipo de ordenadores cuando los problemas que tienen que resolverse son de pequeña magnitud. Esto quiere decir que un pequeño problema que puede durar diez o veinte segundos en un PC puede realizarse en un segundo posiblemente en un gran ordenador. Sin embargo, en problemas de gran envergadura es ventajoso el empleo de un gran ordenador, ya que la resolución de este tipo de problemas

en un gran ordenador podría llevar una hora y en un PC 10 ó 20 horas.

Una de las ventajas principales de un PC es que el usuario tiene un control completo sobre lo que se le pide al ordenador y cuando es utilizado. Puesto que en un PC el usuario no precisa de tiempos de espera para la terminación de un programa de gestión , ni la disponibilidad de programadores, ni está sometido a la competencia de otros usuarios, estas ventajas pueden compensar en algunos casos el inconveniente de una menor velocidad de cálculo.

Una ventaja adicional del PC es la disponibilidad de un gran número de programas de fácil utilización, que han sido diseñados con esta característica por sus realizadores, con objeto de atender la demanda de este mercado tan peculiar.

3.4 Gráficos

Los gráficos son de una ayuda inestimable en el proceso de cálculos por elementos finitos. Aunque se puede apreciar el valor de las representaciones gráficas en varias partes del proceso, existen dos fases importantes en que se nota principalmente su utilidad, como son la elaboración del modelo y la presentación de resultados.

A veces se introducen grandes errores en los datos de entrada que pasan inadvertidos hasta que se obtiene la salida gráfica. Así, pues, los gráficos representan una ayuda esencial para el proyectista, ya que permiten corregir los datos de entrada cuando éstos dan lugar a omisiones de elementos, vigas con sustentación errónea, condiciones incorrectas en los límites, etc.

Para facilitar la labor de diseño, los programas de elementos finitos disponen de opciones que permiten ver la estructura en distintas posiciones y tamaños, trasladando y rotando las representaciones, o destacando detalles con zoom.

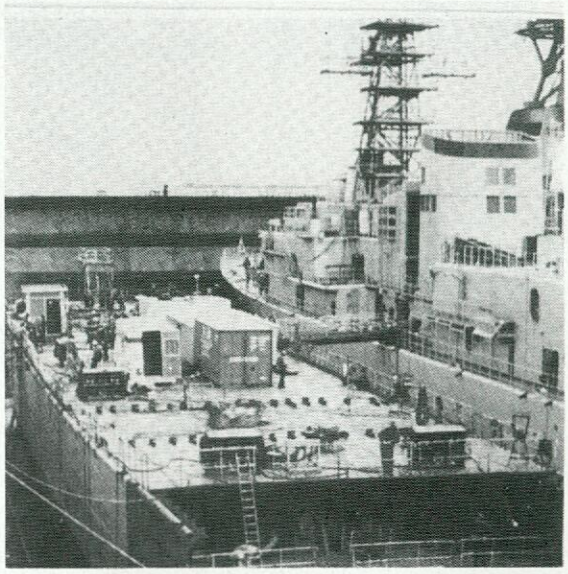
Para efectuar un análisis más fácilmente, es conveniente que aparezcan en la pantalla gráficos y datos representados conjuntamente. Asimismo la posibilidad de utilizar varios colores facilita el estudio del modelo al diferenciar partes vistas y ocultas, zonas exteriores o interiores, tipos de elementos, clases de cargas, datos y gráficos, tipos de mensajes, etc.

Si bien se recogen los resultados del problema en los listados de datos, las representaciones gráficas de los modos indican de una forma dramática (Fig. 2) cuan peligrosa puede resultar una crítica en una parte concreta de la estructura, si bien no se pueden establecer siempre comparaciones entre gráficos de modos diferentes por las distintas escalas con que pueden venir representados. Una característica deseada a los programas de elementos finitos es la posibilidad de "animación" por la ayuda que presta al usuario al observar directamente el comportamiento vibratorio.

3.5. Interacción con grandes ordenadores

Cuando los programas vienen preparados con formatos que pueden correr en PCs y grandes ordenadores, no existe dificultad en la transferencia de los modelos entre estos ordenadores.Sin embargo, cuando los programas han sido escritos específicamente para PCs la transferencia tiene que efectuarse cambiando los formatos de datos mediante rutinas especiales.

Ciertos programas adaptados a grandes ordenadores, han sido reelaborados para poder correr en PCs, como el SAP IV, que en un principio fue utilizado en grandes ordenadores y del que se han derivado los conjuntos SAP - 86, MSAP - 4 y SUPERSAP (Fig. 3). En forma similar ANSYS - PC/LINEAR es un conjunto de programas para PCs derivados del conjunto ANSYS para grandes ordenadores.



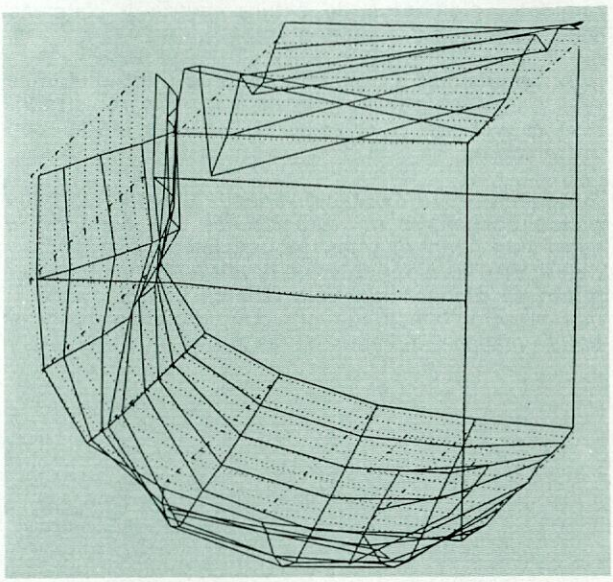


Figura 2. Deformada de baja frecuencia de la sección del casco de un buque, utilizando el conjunto de programas SYSTEC.

4. ANALISIS MODAL EXPERIMENTAL

4.1. Introducción

Un proceso normal en el estudio del comportamiento vibratorio de estructuras consiste en la comunicación de una excitación artificial con la ayuda de vibradores y la medida de la respuesta que de ella se obtiene, figura 4. Se pueden determinar así las características intrínsecas de estas estructuras. En el caso de estructuras lineales, el tratamiento indicado ha sido designado análisis modal y se buscan las frecuencias propias, las formas propias y los amortiguamientos.

Como medios de excitación pueden utilizarse excitadores electrodinámicos, equipos hidráulicos, motores con masas de inercia y martillos de choque.

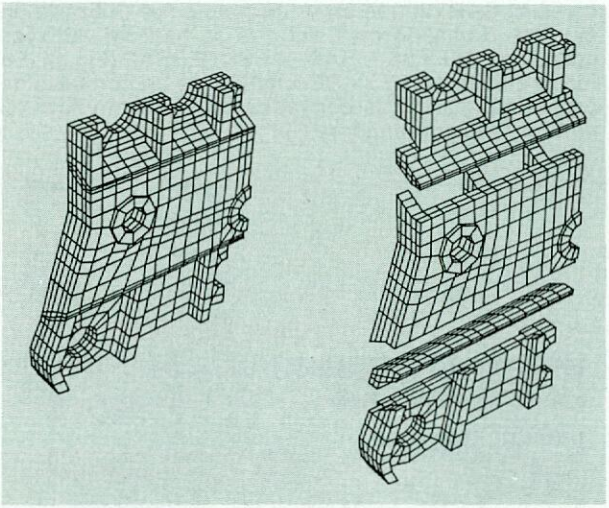


Figura 3. Creación, mediante SUPERSAP, de un modelo complejo a partir de subconjuntos.

Para efectuar las medidas se utilizan: acelerómetros —capaces de responder a las exigencias requeridas de ambiente industrial severo, atmósfera explosiva, estanqueidad a presión elevada, empacho y masa reducidos—, anillos de fuerza, captadores de desplazamiento, elementos de extensometría y sistemas láser, para medidas sin contacto

La adquisición y tratamiento de la información se realiza con analizadores de una o dos vías, registradores magnéticos y sistemas de análisis modal con ordenadores.

Mediante instrumentación adecuada para holografía puede observarse la vibración de una zona de la estructura, identificar las frecuencias de resonancia y determinar las amplitudes de la vibración en cualquier punto de dicha zona. Este técnica complementa la modelización efectuada por computador proporcionando mapas detallados de las zonas de vibración.

4.2. Programas de análisis experimental

Existen actualmente varias firmas acreditadas en la elaboración de programas para análisis de estructuras a partir de ensayos en laboratorios: ENTEK, LMS, SMS...

El conjunto de programas ENTEK consta de doce módulos destinados a:

- El análisis modal y el análisis de las modificaciones estructurales.
- La intensidad acústica.
- El análisis vibratorio de máquinas giratorias.
- La vigilancia de máquinas por tratamientos directos o diferidos.

Estos programas funcionan sobre los microordenadores HEWLETT-PACKARD serie 200 o IBM PC. La adquisición de mediciones se efectúa con la mayor parte de los analizadores FFT del mercado. La cadena de medida puede completarse por un multiplexor de 10 ó 20 vías efectuando automáticamente adquisiciones multivías secuenciales.

Análisis de estructuras

Se citan los siguiente módulos de ENTEK:

EMODAL.—Se utiliza en unión de un analizador de dos vías. Dirige la adquisición de las funciones de transferencia, determina los parámetros modales, extrae las deformadas y presenta los resultados sobre una pantalla u otros medios de salida, pudiendo visualizarse las funciones de transferencia antes de cada almacenamiento físico. El programa permite observar las deformadas en forma fija o animada del conjunto o de una parte de la estructura, bajo cualquier ángulo de proyección.

EMDOF.—Permite la extracción de parámetros modales y de deformadas modales. Constituye un complemento del programa EMODAL.

EMESH.—Genera las geometrías compatibles con los programas ESIM y EMODAL.

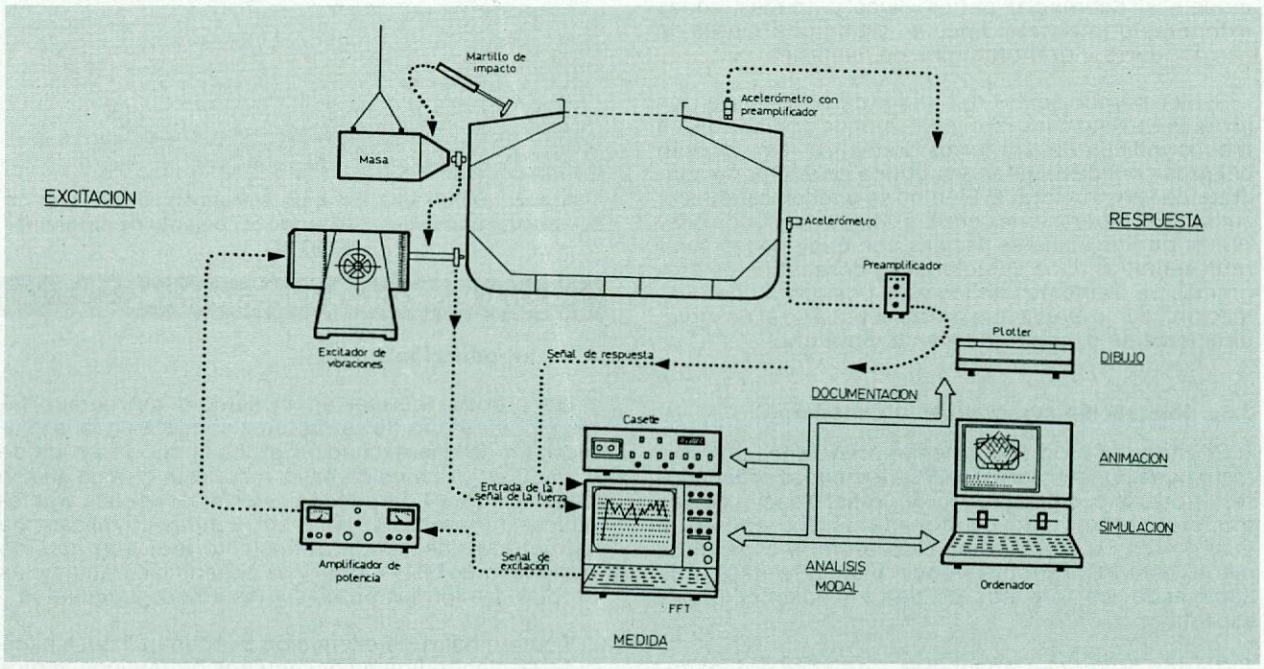


Figura 4. Técnicas para el análisis estructural experimental.

EFORCE.—Calcula la respuesta forzada bajo excitaciones a frecuencias discretas.

ESMOD.—Analiza modificaciones estructurales.

ESIM.—Permite la medida de intensidad acústica a partir de un analizador FFT de dos vías y sondas acústicas especializadas de dos micrófonos. Es posible presentar gráficamente la presión, la intensidad y la potencia acústica, bien sea bajo forma de la frecuencia para cada punto de medida o bien bajo forma de mapas tridimensionales. En este último caso, el campo acústico puede presentarse bajo forma de vectores, de líneas de nivel o de deformadas (análogamente a la representación hecha en vibraciones).

EPRAN.—Es una biblioteca de marco-instrucciones que permite el control del analizador, la adquisición de datos, presentaciones gráficas, manipulaciones aritméticas sobre los bloques de datos.

Análisis vibratorio y vigilancia de máquinas.

ETREND.—Amplía las posibilidades de EPRAN. Controla la adquisición de espectros y permite la comparación con otros espectros para seleccionar o rechazar.

EMAP.—Es un programa de adquisición y representación de espectros en tres dimensiones. El programa permite el tratamiento de armónicos y el trazado de órbitas.

EMONITOR.—Existe en dos versiones. Una de ellas permite la vigilancia permanente de máquinas, la otra la vigilancia periódica. Las magnitudes vigiladas pueden ser las vibraciones tomadas en forma de espectros o toda magnitud definida por su nivel global. El programa permite controlar alarmas. También puede estudiar el programa las tendencias a partir de medidas archivadas. En fin, los datos, las medidas y los resultados del tratamiento pueden ser editados en forma impresa o gráfica. Todas estas operaciones son fundamentales en mantenimiento predictivo.

EBALANCE.—Este programa permite efectuar los cálculos de equilibrado en varios planos, en máquinas giratorias.

ESHAPE.—Con este programa pueden medirse deformadas en funcionamiento con todo canalizador FFT monovía aceptando una sincronización exterior (sobre una velocidad de rotación, por ejemplo).

5. PREDICCIONES DE VIBRACIONES EN BUQUES

5.1. Introducción

Los efectos de las vibraciones en buques pueden ser muy variados, originando no sólo incomodidad en las personas, sino también daños en la estructura, maquinaria y equipos del buque. Si las vibraciones producen grietas en las soldaduras de la estructuras, éstas pueden dar lugar a la rotura de un miembro estructural. Asimismo, el funcionamiento de ciertas máquinas puede dar lugar a averías en otras máquinas cuando se desarrollan vibraciones con niveles excesivos. Estas averías pueden producirse en piezas o en instrumentos de vigilancia y control que pueden quedar fuera de servicio si se sobrepasan ciertos niveles vibratorios, con el consiguiente daño para la instalación.

Así, pues, las sociedades de clasificación y las administraciones han ido estableciendo criterios referentes a la habitabilidad e integridad de los buques en relación con las vibraciones, habiéndose realizado numerosas investigaciones por organismos públicos y entidades privadas para efectuar correlaciones entre los resultados experimentales y las predicciones analíticas. Como consecuencia de toda esta labor se ha ido depurando la teoría y metodología para resolver el problema, de forma que aunque los buques modernos se vean afectados grandemente por las vibraciones, mediante un diseño adecuado puedan reducirse estos problemas.

Se han venido utilizando varios métodos para determinar las características vibratorias en buques: medidas a plena escala, ensayos de modelos, cálculos empíricos y procedimientos analíticos. Las medidas a plena escala, como en las pruebas de mar, permiten detectar errores de diseño y son útiles tanto para la reparación como para su solución en futuros buques similares. La construcción y el ensayo de modelos a escala han producido resultados satisfactorios, si bien se tiene el inconveniente del coste del proceso. En algunos casos los métodos empíricos han dado buenos resultados. Sin embargo, si se pretende una investigación profunda debe acudirse a una técnica analítica. Recientes investigaciones han mostrado que la aplicación del método de la síntesis modal en buques y otras estructuras marinas puede proporcionar resultados satisfactorios.

Los límites de tolerancia de niveles vibratorios en el individuo varían según la dirección del movimiento, y aunque la normativa es amplia no existe un acuerdo unánime para fijar los niveles de aceptación, ya que pueden existir situaciones admisibles de acuerdo con la norma de un organismo o sociedad de clasificación de buques y ser rechazables por otros.

5.2. Fuentes de excitación

Existen tres sistemas de excitación en los buques:

a) Las excitaciones hidrodinámicas producidas por el propulsor

b) Las excitaciones inducidas por las máquinas (motores principales, grupos, etc.); y

c) Las excitaciones hidrodinámicas originadas por las olas.

Excitaciones hidrodinámicas

Las excitaciones hidrodinámicas dan lugar a fuerzas y momentos sobre el eje propulsor, sobre el casco y sobre el timón. Las primeras son debidas a las fluctuaciones de presión sobre el propulsor que excitan el casco a través de la línea de ejes. Las fuerzas y momentos de la presión sobre el casco vienen generados por el paso de las palas sobre aquél, recogiendo los efectos de la carga sobre la pala, la cavitación y el comportamiento dinámico de la cavitación, que producen fluctuaciones de presión en las planchas del casco. Las fuerzas y momentos del timón, con un origen similar al de las excitaciones de la presión sobre el casco, excitan a éste al aplicarse sobre los cojinetes del timón.

Puesto que las fuerzas de presión sobre el casco han venido siendo la causa principal de excitación en ciertos tipos de buques que tenían severos problemas de vibraciones, se han publicado y discutido numerosos trabajos de investigación durante las últimas décadas en relación con los efectos producidos por estas fuerzas sobre la bóvedilla del codaste (1), (2), (3).

Excitaciones inducidas por máquinas

Una de las principales fuentes de excitación son las fuerzas de inercia de los motores principales. Los

motores producen principalmente vibraciones locales. Puesto que, en general, son bien conocidas las excitaciones producidas por los motores principales, pueden introducirse medios adecuados o dejar prevista su instalación reservando el espacio adecuado, si los cálculos preliminares indican la existencia de problemas de vibraciones producidas por determinadas fuerzas o momentos de los motores principales.

Las fuerzas poducidas por los gases originan fuerzas internas que no suelen tener efectos importantes en las estructuras exteriores si la estructura del motor es suficientemente rígida. Sin embargo, en muchos casos, estas fuerzas producen deformaciones de la estructura y de la función, lo que da lugar a fuerzas y momentos externos.

También deben considerarse las vibraciones producidas por la diversa maquinaria de a bordo, que en ocasiones puede producir vibraciones locales importantes, como hemos podido observar en las medidas efectuadas en las pruebas de mar de algunos buques, en donde cobraban importancia ciertos armónicos procedentes de los grupos.

Excitaciones producidas por las olas

Las vibraciones producidas por las olas pueden ocasionar problemas en buques de grandes dimensiones. Para el control de estas vibraciones se puede actuar gobernando el buque adecuadamente: cambiando el rumbo o la velocidad del motor con el fin de variar la frecuencia de encuentro.

Se estudian dos tipos de fenómenos: la vibración excitada por un tren continuo de olas y la respuesta transitoria a un tren corto de olas.

5.3. Modelos de elementos finitos en buques

Se acostumbra a distinguir tres tipos diferentes de formas de vibración en buques:

a) Comportamiento como viga (en frecuencias bajas);

b) Comportamiento ligeramente diferente de una viga, que afecta a amplias zonas de estructuras, como doble fondo, a frecuencias intermedias;

c) Comportamiento estructural complejo, en donde la estructura muestra un comportamiento tridimensional complejo.

En esta clasificación existen ciertos solapes. En la figura 5 se representan las deformadas modales de un modelo de un buque correspondientes a 1 Hz, 6 Hz y 13 Hz, respectivamente.

El método de elementos finitos se ha mostrado como una herramienta valiosa para el análisis del comportamiento estructural complejo en los buques, en las zonas de la superestructura y del cuerpo de popa del buque.

Masa añadida

Las presiones dinámicas que actúan sobre la parte sumergida del casco en su movimiento vibratorio juegan un papel importante en el comportamiento dinámico del buque. Para tener en cuenta estos efectos se introduce un término adicional en las ecuaciones de movimiento denominado masa añadida o agua arrastrada.

Para poder hallar este término adicional se comenzó efectuando un estudio bidimensional del problema corrigiendo el valor determinado por este procedimiento mediante un factor J para tener en cuenta las condiciones tridimensionales.

Se deben a Lewis (1929) y a L. Taylor (1930) los primeros trabajos relacionados con la determinación de la masa añadida. Posteriormente otros autores extendieron estos estudios utilizando procedimientos analíticos para definir la forma del buque como Landweber y Macagno, Kaplan, Frank y Kumai. Los factores J han sido estudiados por Prohaska, Grim, Kruppa, Csupor, Kumai, Andersson y Norrand (5), Townsin, Langecker y Palm.

Los primeros tratamiento bidimensionales tenían varias deficiencias debido a la forma de determinación de la masa añadida que se efectuaba por transformación conforme de la sección del buque en un círculo de radio unidad, lo que podía producir errores si la transformación no era adecuada para la sección estudiada. Además, los factores J deducidos de los trabajos iniciales no resultan correctos en los buques actuales.

Los refinamientos en el análisis del factor J se han dirigido a corregir alguno de los defectos originales:

- Considerar la influencia de los modos del buque.
- Variación del factor J a lo largo del buque.
- Procedimientos de interacción para lograr mayor exactitud.
- Métodos aproximados que no exigen el conocimiento de modos antes de la estimación del factor J.

Estos tratamientos suponen, en general, modos de vibración como vigas; sin embargo, en los buques actuales, más flexibles que los de antaño, resultan modos de vibración que corresponden a un comportamiento diferente del de una viga o a deformaciones

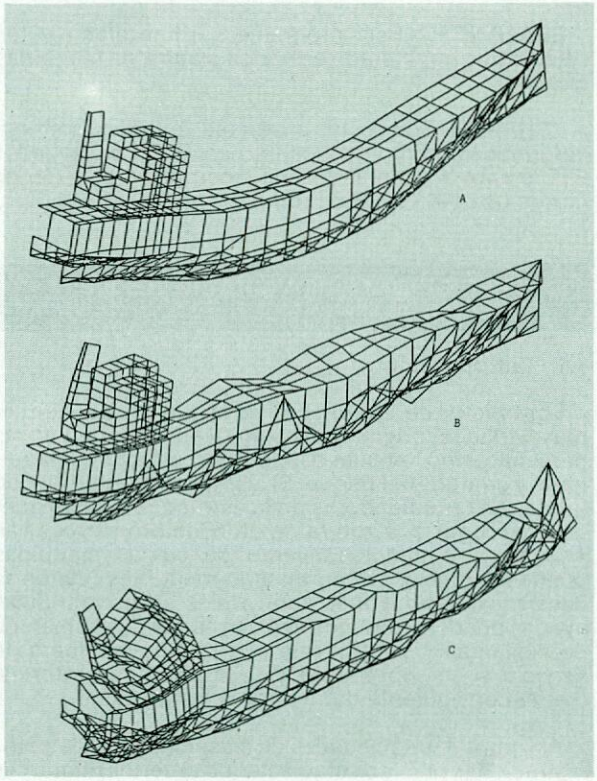


Figura 5. Deformadas modales de un modelo de un buque: A) 1 Hz; B) 6 Hz; C) 13 Hz

complejas de la estructura, en donde las secciones transversales pueden adquirir deformaciones importantes.

Con el advenimiento del cálculo por elementos finitos aplicados a la estructura del buque, los programas han tenido que incorporar de alguna forma la aportación de la masa añadida. Muchos de estos programas efectúan cálculos con la masa añadida determinada según las técnicas antiguas de vibraciones de vigas, habiéndose obtenido resultados bastante acordes con las mediciones a escala real, excepto para modos especiales.

Si se desea mayor exactitud en los cálculos debe utilizarse una técnica más sofisticada, sin hacer uso del factor J. Así surgió el cálculo por elementos finitos aplicados al fluido, dividiendo el espacio fluido en varios elementos dentro de los cuales se aplica la ecuación de Laplace. Este tratamiento fue sugerido por Zienkiewic, Irons y Nath en relación con el estudio de estructuras civiles en contacto con agua y aplicado en construcción naval por Zienkiewicz y Newton (6). Holand (7) ha efectuado comparaciones de elementos fluidos bidimensionales y tridimensionales. Chowdury (8) ha obtenido expresiones explícitas de las matrices de elementos fluidos prismáticos. Otros trabajos posteriores que merecen destacarse son los de Blaker, Newton, Zienkiewic, Matsuura, Matsumoto, Armand y Orsero (9).

En condiciones de fluido incomprensible puede establecerse la ecuación del problema acoplado en la forma siguiente:

$$(M + \overline{M})\ \ddot{X} + C\dot{X} + KX = 0 \qquad (10)$$

donde las matrices M, C, y K, representan, respectivamente, la masa, el amortiguamiento y la rigidez de la estructura, y X los desplazamientos de los nudos de la estructura. La matriz de masa añadida viene dada por:

$$\overline{M} = \rho\, LH^{-1}L^{T} \qquad (11)$$

donde ρ es la densidad del fluido, L la matriz de interacción y H la matriz del fluido.

El método de elementos finitos fluidos descrito puede aplicarse a cargas líquidas contenidas en el interior del buque. Cuando se considera la región exterior al buque puede utilizarse un dominio finito o infinito del fluido. Para obviar el incoveniente de un contorno ficticio suficientemente alejado del buque en vibración ha surgido otro método de cálculo que emplea una distribución de fuentes-sumideros sobre la superficie que vibra. En esta línea deben destacarse los trabajos de Misra (10), E. Taylor y Olsen, entre otros.

Kim ha analizado el comportamiento de placas en fluidos, considerando varias condiciones de contorno. Utilizando los elementos fluidos finitos cúbicos descritos en (8) aplicados a placas sumergidas en agua Muthuveerappan, Genesan y Veluswami (11) han estudiado la influencia de la masa añadida en placas sometidas a vibración, habiendo obtenido resultados que concuerdan con los valores experimentales. Estos trabajos pueden tener interés para el estudio de vibraciones locales de paneles.

Por lo general, los tratamientos anteriores suponen que el fluido es incomprensible. Recientemente, Muller (12) ha propuesto un método que toma en cuenta la compresibilidad del fluido.

El amortiguamiento

El conocimiento que se tiene actualmente sobre el amortiguamiento en vibraciones de buques es reducido, distinguiéndose tres tipos fundamentales:

a) Amortiguamiento de la estructura.

b) Amortiguamiento de la carga; y

c) Amortiguamiento hidrodinámico.

La causa principal de disipación por amortiguamiento es la histéresis del material. Aunque existen numerosos datos obtenidos de medidas a plena escala, no han sido acompañados de estudios teóricos importantes. Para el cálculo de este amortiguamiento puede seguirse la referencia (13).

Como segunda fuente de amortiguamiento se tiene la disipación de energía debida al movimientó de la carga en el barco, cuya magnitud dependerá de la naturaleza de esta carga.

El amortiguamiento hidrodinámico sólo tiene importancia en los modos de comportamiento en la mar y en el dominio de alta frecuencia debido a radiación de sonido.

Rigidez estructural

Para la definición de la rigidez estructural en modelos tridimensionales, los mamparos, cubiertas, costados, doble fondo y plataformas se pueden representar mediante elementos bidimensionales tipo membrana,y los elementos estructurales del reforzado principal (bulárcamas, esloras, baos, etc.) mediante elementos tipo barra que trabajan sólo a tracción-compresión. Los elementos estructurales del reforzado local pueden introducirse aumentando proporcionalmente el espesor de las planchas o aplicándolos en elementos tipo barra.

La masa continua se puede repartir sobre toda la estructura del modelo y las masas localizadas no estructurales pueden distribuirse en los puntos próximos a las zonas en que gravitan.

Un modelo adecuado de elementos finitos de un buque de 180 m. de eslora, 30 m. de manga y 20 m. de puntal puede constar de 900 nudos, 2.000 elementos y 2.000 grados de libertad, de los cuales 200 son maestros, distribuidos en 30 planos transversales, 15 planos horizontales y 6 planos longitudinales. Con un problema de esta complejidad no es de extrañar que pueden existir varias fuentes de errores.

En primer lugar, la magnitud del problema obliga a disminuir el número de grados de libertad en los nudos, por lo que suelen anularse los giros de ciertos nudos. Además, los repartos de masas pueden dar origen a sistemas dinámicos bastante diferentes de los reales y la definición de la rigidez estructural, si no ha sido afectada por un especialista puede dejar mucho que desear.

Es una práctica común aplicar al modelo de elementos finitos una técnica de condensación, como la de Guyán, con el fin de reducir los grados de libertad.

Vibraciones locales

Existen varios procedimientos para determinar el comportamiento dinámico de superestructuras cuando las frecuencias naturales de éstas se encuentren cerca de las frecuencias de excitación del propulsor. Sandstrom y Smith (14) proponen un análisis de

valores propios de la superestructura en tres etapas. Primeramente se determinan las frecuencias naturales de la superestructura considerada como viga flexible en voladizo sobre la cubierta principal. Después, en una segunda etapa, se determina la flexibilidad del soporte de la superestructura mediante una análisis estático o empíricamente. Finalmente, se calculan las frecuencias de la superestructura a partir de los resultados obtenidos en las etapas anteriores. En el tratamiento se comparan los resultados obtenidos con el método de Hirowatari, el método sencillo de la modelización y el método de elementos finitos, cuyo estudio se lleva a cabo modelizando en una, dos y tres dimensiones, sucesivamente.

Para un estudio sobre vibración de paneles puede consultarse la publicación de B.S.R.A. "Local Vibrations in Ship's Structures" (1981).

Resultados

Para comprobar el grado de exactitud de los modelos de elementos finitos de buques, hemos realizado varios proyectos de investigación con diferentes modelos, figura 6: tridimensionales, tridimensionales de la zona de la popa y barra en la zona central y de proa, bidimensionales, de superestructuras y de ciertos equipos, utilizando el programa NASTRAN de elementos finitos.

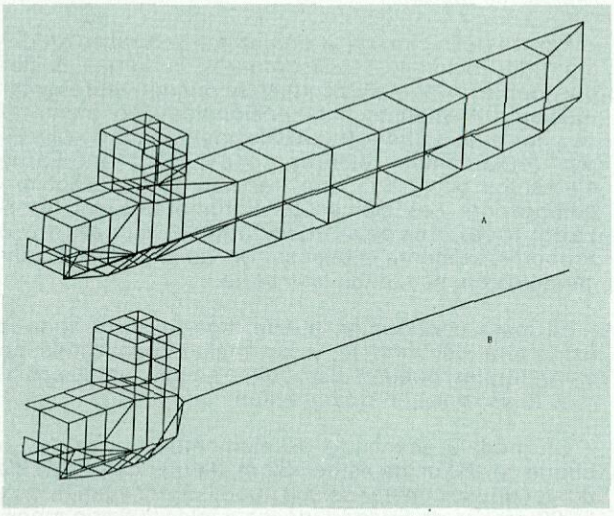


Figura 6. Modelos por elementos finitos de la estructura de un prototipo de buque utilizados para investigación: A) Modelo tridimensional; B) Modelo mixto.

Para determinar la masa añadida se ha utilizado la fórmula de Lewis (4), corregida por el factor J para tener en cuenta el flujo tridimensional (5), y también procedimientos de elementos finitos fluidos.

Siendo de difícil valoración el amortiguamiento del buque en función de la frecuencia, a falta de mejores datos se ha adoptado una relación lineal comprendida entre otros dos límites, representando una fracción del amortiguamiento crítico.

Fueron analizados los efectos de la definición de la rigidez estructural de diferentes repartos de la masa y de la técnica de condensación, comparando los modos y niveles vibratorios antes y después de la modificación. Asimismo, se estudiaron los resultados obtenidos variando la masa añadida y el amortiguamiento, independientemente.

En general, se pudo comprobar que los tipos de modelos (1D, 2D, 3D) influían grandemente en los resultados. Además, pequeñas variaciones en el valor de la masa añadida no tenían una influencia apreciable. Sin embargo, las técnicas de condensación podían afectar de una forma apreciable a los resultados en algunos casos, desplazando picos y alterando el nivel de la respuesta (Fig. 7).

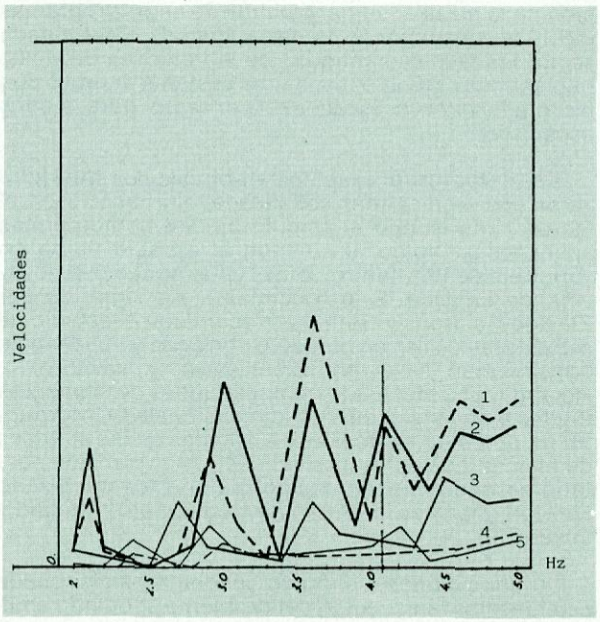


Figura 7. Gráfico de velocidades en un punto de la estructura en función de la frecuencia, con diferentes criterios y simplificaciones en el proceso de modelización.

Así, pues, se necesitan correlaciones de los estudios teóricos con la experimentación en modelos reales a escala reducida y en buques, para corregir los modelos teóricos. Algunos astilleros y centros de investigación han logrado ajustar con ensayos las modelizaciones de elementos finitos de ciertos tipos de buques, habiendo medido niveles vibratorios en las pruebas de mar bastante acordes con las predicciones teóricas.

6. LOS METODOS DE SINTESIS EN ESTRUCTURAS MARINAS

Las técnicas de síntesis de estrcuturas, que en principio se empezaron aplicando en los sectores de industria más avanzados (aeronáutica, astronáutica y armamento) tienden a ir ganando actualmente nuevos sectores como los de construcción naval, motores eléctricos, máquinas térmicas, etc.

6.1. Metodología

La ilustración del método se representa en la figura 8 (15).

1. Se realiza una modelización en elementos finitos del soporte tanto en estructuras metálicas como en hormigón. El tamaño medio es de 1.000 a 2.000 grados de libertad.
2. Si existe la estructura, es interesante ensayar y ajustar el modelo de cálculo establecido con anterioridad. El medio más eficaz consiste en aplicar una excitación sobre la estructura a fin de obtener las características modales (amortiguamientos, frecuencias, deformadas propias).
3. La representación de las máquinas se efectúa con una malla fina. Sin embargo, es difícil tomar

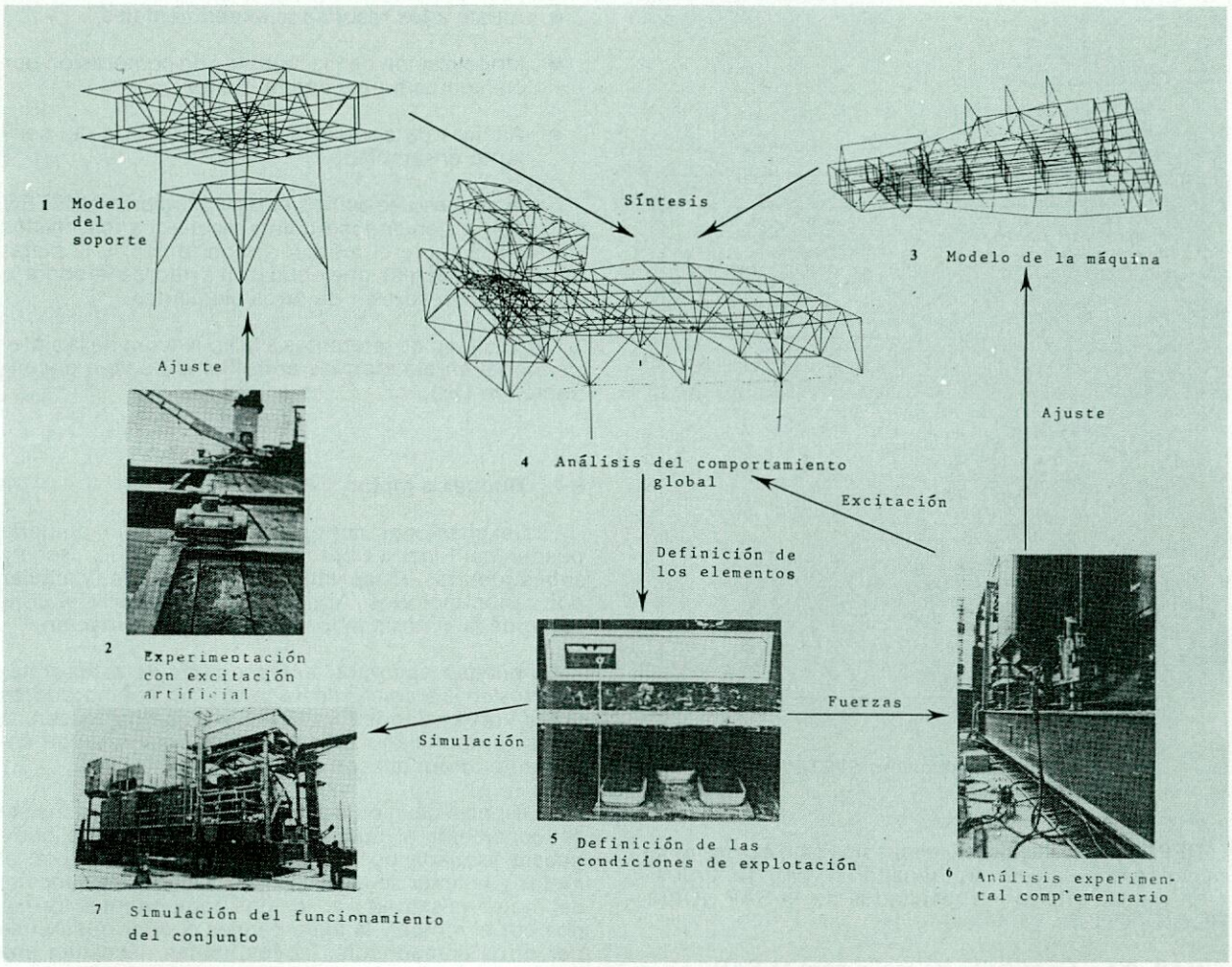


Figura 8. La síntesis modal. (Cortesía de METRAVIB)

en consideración todas las características de la máquina. Así, pues, el modelo debe apoyarse en resultados de medidas.

4. El estudio del comportamiento del conjunto se realiza por síntesis modal o impedancial.

   En esta etapa es fácil tener en cuenta las participaciones de los subconjuntos, hacer variar las características de cada componente y las relaciones de enlace.

5. De una forma precisa, el análisis experimental de la máquina sólo necesita el conocimiento de las condiciones de fijación. Estas condiciones vienen definidas en la práctica por la interposición de elementos elásticos. Se utilizan elementos de dos tipos, que corresponden a dos finalidades diferentes:

   - Elementos definidos por cálculo de las fuerzas dinámicas generados por la máquina (ver 6).
   - Elementos que simulen la rigidez del soporte.

6. Se trata de determinar las fuerzas dinámicas desarrolladas por la máquina. La estructura viene soportada entonces por elementos elásticos que permiten calcular, en las condiciones que aseguran la máxima precisión, las fuerzas desarrolladas por la máquina.

7. Puede establecerse un informe del funcionamiento final de máquina antes de su implantación. La estructura soporte se reemplaza por elementos que simulan su rigidez dinámica.

Para poder informatizar todo el proceso descrito, METRAVIB ha desarrolado el conjunto de programas SYSTEC, que se describen en la sección siguiente.

6.2. Programas SYSTEC

Los programas del procedimiento SYSTEC, para estudios de síntesis modal, están en constante evolución para incluir nuevas opciones fruto de la investigación y de nuevas aplicaciones industriales (Fig. 9)

M. SAP.—Modelización de estructuras por elementos finitos; cálculo estático y dinámico en el dominio lineal.

IDEM.—Obtención de características modales por tratamiento de funciones de transferencia medidas después de un ensayo modal.

RIGID.—Cálculo de las características inerciales y de los modos de cuerpo sólido, a partir de datos experimentales o teóricos.

COSS.—Síntesis modal de estructuras, descompuestas en subconjuntos. Cada subconjunto viene definido por sus modos propios. Utiliza los resultados de M-SAP, IDEM, RIGID.

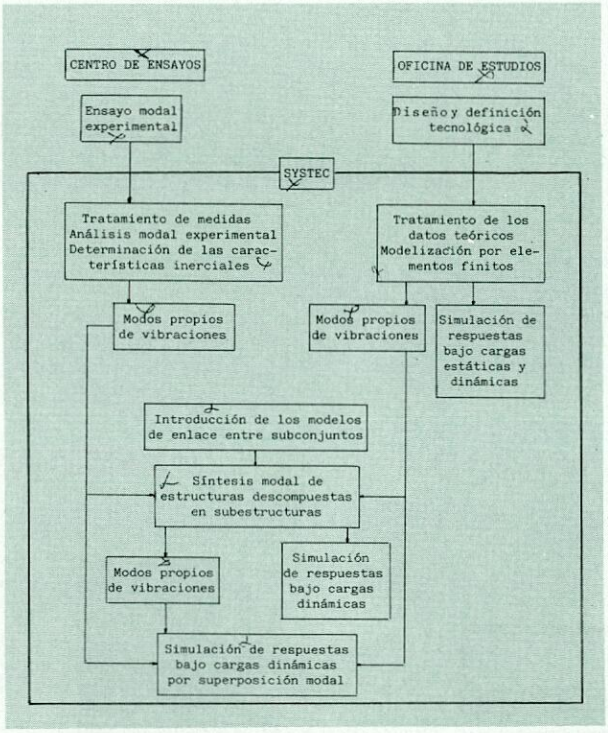


Figura 9. Procedimiento SYSTEC.

REPO.—Simulación de respuestas bajo cargas dinámicas (seno, aleatoria, transitoria) por superposición modal. Utiliza los resultados de M-SAP, IDEM, ROGID, COSS.

MAIL 2D.—Generados de malla para M-SAP.

TRAC 2D.—Trazado de funciones sobre pantalla gráfica u otros medios. Utiliza los resultados de IDEM, COSS, REPO.

TRAC 3D.—Trazado de deformados de estructuras sobre pantalla gráfica (en forma fija o animada) u otros medios. Utiliza los resultados de M-SAP, IDEM, RIGID, COSS, REPO.

6.3. Plataforma petrolera en Kole

Se trata de efectuar la implantación de dos módulos de compresión sobre una plataforma petrolífera situada en el campo Kole en el Camerún. Es una estructura de cuatro columnas principales, 2 niveles de 8 y 14 metros por encima de la superficie del mar. Cada módulo está constituido por un retículo metálico sobre el que se fijan dos skid de máquinas.

El objetivo previsto es efectuar el análisis por síntesis modal de los niveles de vibración y de fatigas originadas por las máquinas:

- Sobre la plataforma.
- Sobre el módulo.

La metodología aplicada fue la siguiente:

- Medida "in situ" de las características dinámicas de la plataforma antes de la instalación de compresores.
- Modelización de la plataforma por elementos finitos sin módulo.
- Ajuste a los resultados experimentales.
- Modelización de los módulos de compresión por elementos finitos según planos.
- Análisis de comportamiento vibratorio del conjunto ensamblado.

En el proceso se utilizó el procedimiento SYSTEC (Fig. 10), obteniéndose como resultados los niveles vibratorios sobre el módulo (importantes) y la plataforma (aceptables), que obligaron a reforzar el soporte de los compresores y de otros elementos.

Otros ejemplos referentes a la aplicación de la síntesis modal en plataformas petrolíferas pueden encontrarse en (16).

6.4. Buques a motor

Las excitaciones del propulsor y de la maquinaria pueden dar lugar a vibraciones acopladas del casco y subestructuras. Estas vibraciones se pueden calcular por varios métodos. Aquí se trata de utilizar el concepto de la síntesis modal para su determinación.

Se pueden encontrar antecedentes de estos tratamientos en la técnicas de Kagawa y sus colaboradores (17) y Vorus y Sandstrom (18). Sin embargo, la técnica que se propone aquí difiere por disponer de un procedimiento informatizado (SYSTEC).

La esencia del método en análisis globales, consiste en considerar al buque como una estructura compuesta formada por el casco, la superestructura, el motor y la línea de ejes (Fig. 11), Cuando la bancada del motor es estructural, los dos componentes formados por el motor y la línea de ejes pueden sustituirse por otros componentes cuyos límites necesitan una cuidadosa definición.

Kagawa y sus colaboradores (19) indican que existe buen acuerdo entre los resultados obtenidos con su método de síntesis modal y la experiencia en buques a plena escala. El procedimiento SYSTEC también ha dado resultados satifactorios en estudios locales y generales de buques, confirmando la validez de la teoría.

7. CONTRIBUCION DEL ANALISIS DINAMICO DE ESTRUCTURAS EN EL MANTENIMIENTO DE MAQUINAS POR VIGILANCIA DE VIBRACIONES

7.1. Introducción

Una máquina que vibra está constituida de una fuente y una estructura accesible en diferentes puntos a través de los cuales se percibe la existencia de la fuente; pudiéndose obtener un juicio sobre la fuente de las medidas realizadas en diferentes puntos. Ahora bien, las funciones de transferencia entre la fuente y los diferentes puntos no son forzosamente iguales en todos los puntos.

El método de los elementos finitos, el análisis experimental y la síntesis modal constituyen los tres procesos generales para caracterizar una situación vibratoria existente.

Después de efectuar estos análisis, si los resultados son satisfactorios, se tendrá la seguridad de que la

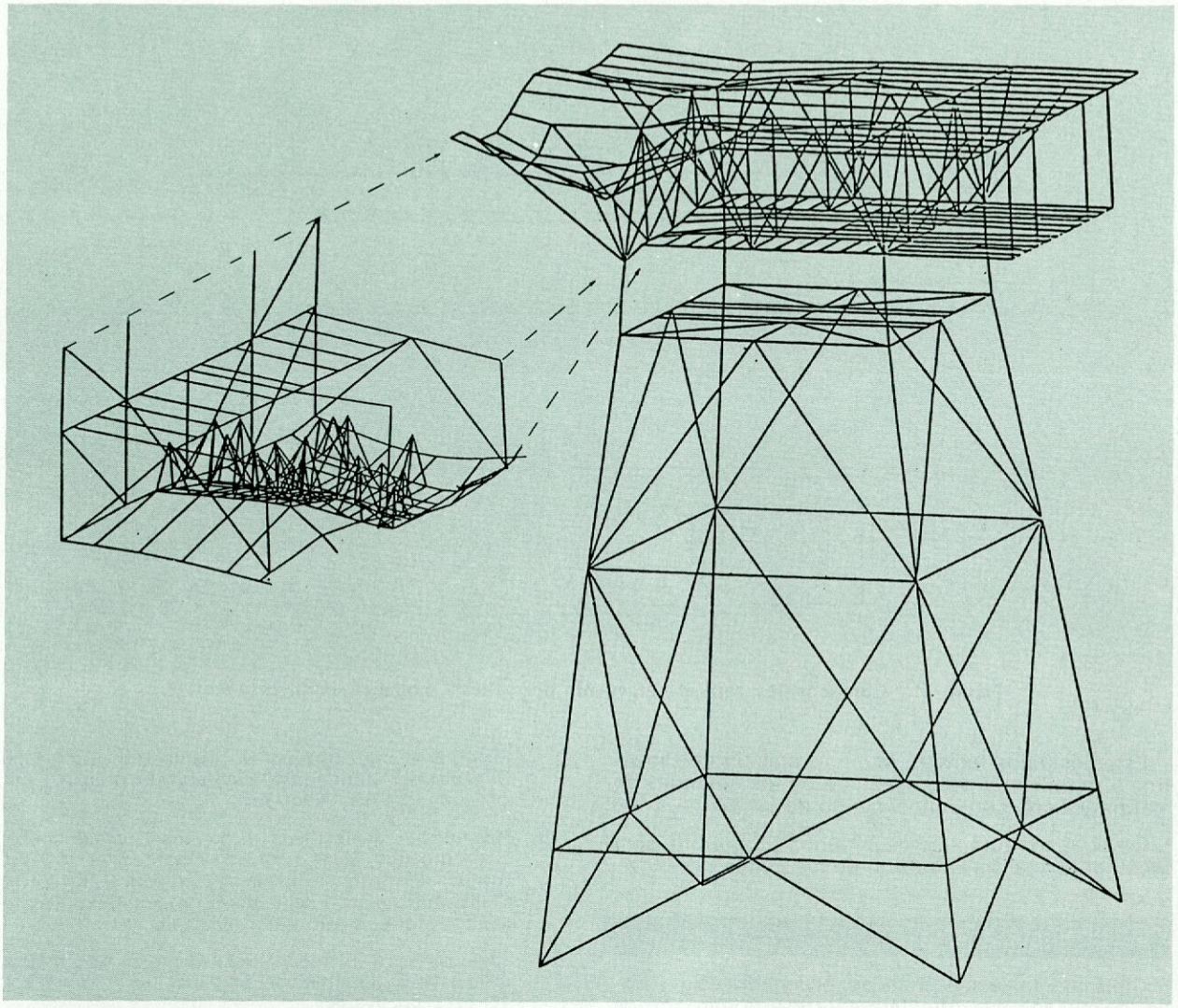


Figura 10. Plataforma.

función de transferencia está "calmada", es decir, que no se producirán problemas vibratorios si se mantienen las condiciones establecidas. Por ello, resulta eficaz una vigilancia vibratoria para el diagnóstico de la fuente.

7.2. Criterios de mantenimiento

En toda máquina es necesario efectuar un mantenimiento para que pueda cumplir las funciones previstas, y este principio es de aplicación en toda instalación donde exista maquinaria con órganos dotados de movimiento que pueden transmitir componentes dinámicos. Tradicionalmente se han venido aplicando diversos criterios:

1. No existe mantenimiento y cuando se produce la avería se repara.
2. Mantenimiento según manual del suministrador.
3. Mantenimiento preventivo con inspección y desmontajes periódicos.

Estos tipos de mantenimiento pueden incluir controles de vibraciones, pero representan situaciones inseguras e imprecisas.

Con objeto de reducir costes y aumentar la seguridad en el funcionamiento de una planta, se ha acuñado un nuevo criterio denominado "mantenimiento predictivo", que está basado en una vigilancia continua para la detección de futuras averías.

Puesto que el estado de la máquina está íntimamente ligado con su comportamiento dinámico, esto hace que la medida, el análisis y tratamiento de las vibraciones y el ruido sean los elementos básicos del mantenimiento predictivo.

Para cuantificar la anomalía ciertos sistemas están basados en la noción de umbral en una banda de frecuencias. Pero interesa igualmente la derivada en función del tiempo de este nivel, bajo forma de medida de tendencia. Realmente es la evolución del nivel la que puede ser muy significativa.

Los espectros durante la explotación deben interpretarse en función de los resultados obtenidos después de los estudios preliminares y eventualmente de los exámenes y simulaciones sobre un banco de ensayos, siempre que sea posible.

Así pues, la fiabilidad de la vigilancia vibratoria está ligada directamente a los estudios preliminares que han sido realizados en la etapa de proyecto y de estudio de prototipos.

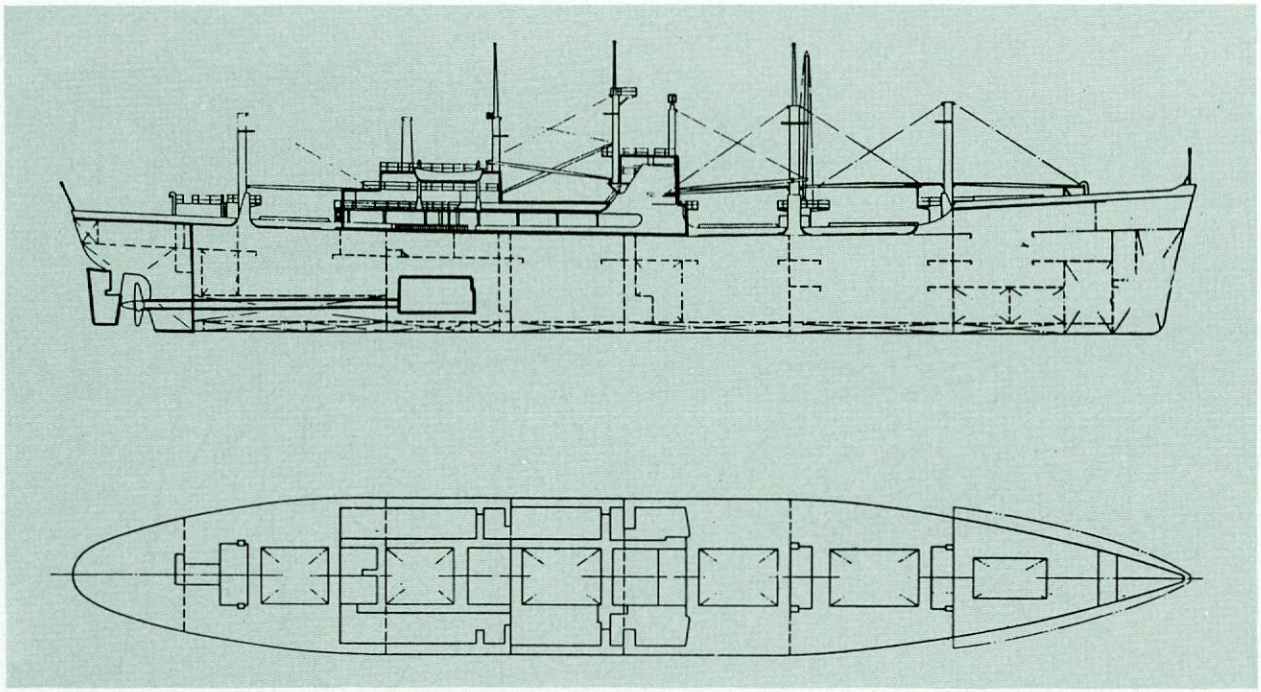


Figura 11. Componentes para el tratamiento por sintesis modal en un buque a motor

Estos estudios facilitan la interpretación de espectros y permiten la determinación de los umbrales de alarma y alerta con conocimiento de causa.

En el apartado 4.2 se citan varios programas para efectuar el análisis vibratorio de máquinas.

8. CONCLUSIONES

Ciertamente, la asistencia por ordenador se generaliza en mecánica y particularmente en el dominio de los comportamientos dinámicos. Por ello, ciertas sociedades han orientado su investigación, desarrollo y producción en este sentido, con el fin de poner a disposición de los usuarios una gama completa de medios para reducir el coste de producción, mejorando la calidad. Así, pues, se puede afirmar que toda industria que se prive hoy de tales medios tendrá dificultades para mantener su posición en el futuro.

REFERENCIAS

1. Pettersen, J.W. et al., "Vibration in the afterbody of Ships", RINA, March, 1971.
2. Vorus, W.S., "Calculation of Propeller-Induced Vibratory Hull Forces, Force Distribution and Pressures Free-Surface Effects", J. Ship Res., Vol. 20, No 2, 1976, pp. 107-117.
3. Guogiang, W., "The Influence of Solid Boundaries and Free Surface on Propeller-induced Pressure Fluctuations". Norwegian Maritime Research, No. 2, 1981.
4. Lewis, F.M., "The Inertia of the Water Surrounding a Vibrating Ship", Trans. SNAME, Vol. 37, 1929.
5. Anderson, G., and Norrand, K., "A Method for the Calculation of Vertical Vibration with Several Nodes and Some Other Aspects of Ship Vibration", Trans. RINA, Vol. 111, 1969.
6. Zienkiewicz, O.C. and Newton, R.E., "Coupled Vibrations of a Structure Submerged in a Compressible Fluid", Paper presented at ISD/ISSC Symposium on Finite Elemente Techniques, Institut für Statik und Dynamic der Luft-und Raumfahrtkonstruktionen, Univ. of Stuttgart, FRG, June 1969.
7. Holand, L., "Finite Elements for the Computation of Hydrodinamic Mass", Paper presented at ISD/ISC Symposium on Finite Element Techniques, Institut für Statik and Dynamic der Luft-un Raumfahrtkonstrutionen Univ. of Stuttgart, FRG, June 1969.
8. Chowdury, P.C., "Fluid Finite Elements for Added Mass Calculations", International Shipbuilding Progress, Vol. 19, 1972. pp. 302-309.
9. Armanda, J.L., and Orsero, P. "A Method for Evaluating the Hydrodynamic Added Mass in Ship Hull Vibrations", Trans. SNAME, Vol. 87, 1979.
10. Misra, P.N., "Transverse Vibrations of a Ship Hull in Ideal Fluid, Determined trough Variational Methods", Journal of Ship Research, Vol. 18, No. 3, Sept. 1974.
11. Muthuveerappan, G., Genesan, N., and Veluswami, M.A., "Influence of Fluid Added Mass on the Vibration Characteristics of Plates under Various Boundary Conditions", Journal of Sound and Vibration, Vol. 69, April 1980, pp.612-615.
12. Cristoph Muller, W., "Simplified Analysis of Linear Fluid Structure Interaction", International Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol. 17, Jan. 1981, pp. 113-121.
13. Catley, D. and C. Norris, "Theoretical Prediction of the Vertical Dynamic Response of Ship's Structures Using Finite Elements and Correlation with Ship Mobility Measurements". Proceeding 11th Symposium of Naval Hydrodynamics, London, 1977.
14. Sandstrom, R.E., Smith, N.P., "Eigenvalue Analysis as an Approach to the Prediction of Global Vibration of Deckhouse Structures", Marine Technology, Vol. 17, 1980.
15. Cromer, J.C., et Daurat, J.M., "Installation de Machines. Analyse Dinamique Previsionelle", Le Journal Metravib, No. 8, Mars, 1984.
16. Martinat, J., "Prevision du comportment vibratoire d'une plate-forme", L'Industrie du Petrole, No. 517, Avril 1980.

17. Kagawa, K., et al., "Vibration Analysis of Hull Structure by Modal Synthesis Method", Mitsubishi Juko Giho, Vol. 17, No. 5, 1980.

18. Vorus, W.S., and Sandstron, R.E., "An Extension of Component Mode Synthesis and its Application to Ships Vibrations", Euromech, 1979.

19. Kagawa, K., et al., "An Application of Building Block Method to Vibration Problem of Diesel Powered Ship", MTB 148, February 1982.

20. "Recommendations Designed to Limit the Effect of Vibration on Board of Ships". Bureu Veritas. París. 1979.

21. "A Design Procedure for minimizing Propeller-induced Vibration in Hull Structure Elements", SCC - 291, Ship Structure Committee. Washington D.C. 1980.

22. "Guidelines for the Prevention of Harmful Vibration in Ships" Det norske Veritas, 1983.

23. "Ship Vibration Handbook". Det norske Veritas. 1980.

24. "Guidelines for Prevention of Excessive Ship Vibration". H. Johannessen y otros. SNAME Transactions. 1980.

25. "Early Design-Stage Approach to Reducing Hull Surface Forces Due to Propeller Cavitation". K. Olav Holden y otros. SNAME Transactions. 1980.

26. "Global Vibration in a Chemical Tanker: A Design and Sea Trial Study". Motor Ship. 1980.

DISCUSION

Sr. Martínez-Abarca Unturbe

Creo que el cálculo de vibraciones por medio de una descripción por elementos finitos resulta fiable, si la modelización es correcta. Sin embargo, hay dos aspectos sobre los que querría que el autor diera su opinion:

— En las fases de definición del proyecto no se conoce la estructura de forma suficientemente precisa, como para aplicar un programa de elementos finitos, y sin embargo, es importante explorar las vibraciones principales del casco, en una etapa bastante preliminar, para saber si puede haber algún fenómeno de resonancia grave. Existen fórmulas empíricas que utilizan una distribución preliminar de masas y de rigidez estructural a lo largo de la eslora, que dan resultados orientativos, que pueden recomendar, cambiar, por ejemplo, el número de palas de la hélice en un momento en que esta decisión es aún libre. Las preguntas son, ¿Cuál es el avance que se haya producido últimamente en este campo? y ¿Cuál es el grado de fiabilidad, a juicio del autor, de estos procedimientos?

— El segundo aspecto, es el de la fiabilidad, en este caso, de la estimación de masa añadida, para la que la modelización desgraciadamente no puede ayudar.

El autor

El análisis de regresión representa una herramienta de gran valor en ingeniería cuando se toman en consideración todas las variables que influyen en el fenómeno estudiado. La omisión de variables importantes en una formulación empírica no sólo impide estudiar los efectos de estas variables sino que también incide en los resultados obtenidos. En los análisis de regresión referentes a vibraciones en buques, parece difícil que puedan incluirse suficientes variables y que los datos de los ensayos a plena escala puedan recogerse en suficiente fiabilidad para obtener fórmulas empíricas que proporcionen resultados consistentes.

Parece razonable la utilización de fórmulas empíricas como complemento de las nuevas técnicas, pero nunca en sustitución de éstas. No obstante, puede hacerse uso de fórmulas empíricas en las primeras etapas de proyecto empleando procedimientos más exactos a medida que progresa el diseño. En efecto, las fórmulas experimentales más acreditadas sólo proporcionan fiabilidad en el cálculo de frecuencias naturales de la viga buque en los primeros modos. Las frecuencias en los modos superiores vienen influenciadas por efectos en tres dimensiones que sólo pueden estudiarse mediante la técnica de elementos finitos. Antes de la utilización de fórmulas empíricas para el estudio de vibraciones en buques en las etapas iniciales, hay que cerciorarse de los tipos de buques y configuraciones estructurales que han servido de base para el establecimiento de las mencionadas fórmulas.

Se han editado varias guías de diseño referentes al análisis de vibraciones en buques (20-24), y son muchos los artículos publicados (5), (9), (14), (25), (26),... efectuando estudios comparativos de los resultados obtenidos utilizando fórmulas empíricas, análisis por elementos finitos y medidas a plena escala. En estos trabajos pueden comprobarse las desviaciones obtenidas con los diferentes procedimientos. En nuestras mediciones a bordo hemos encontrado desviaciones con respecto a los cálculos por elementos finitos que están de acuerdo en algunos casos con las observaciones indicadas en (26).

En nuestro trabajo se recogen referencias de estudios sobre determinación de la masa añadida (4-12). G. Anderson y K. Norrand (5) han expuesto el grado de acuerdo obtenido entre los valores calculados siguiendo el método por ellos propuesto para el cálculo de frecuencias de vibraciones verticales del casco, que incluye una aportación en la estimación de la masa añadida, y las mediciones efectuadas. En los casos estudiados por estos investigadores las desviaciones en las frecuencias calculadas no superan el 7 por 100 de las mediciones, en los diez primeros modos. En el artículo indicado en la referencia (9) J.L. Armand y P. Orsero indican las desviaciones observadas al considerar los efectos de la masa añadida según fórmulas empíricas y de acuerdo con los valores hallados en el análisis mediante elementos fluidos finitos, que muestran discrepancia a partir del tercer modo.

Así pues, los fenómenos vibratorios en buques parecen muy complejos para que puedan ser estudiados correctamente mediante simples fórmulas ya que es preciso incluir todas las variables que gobiernan el proceso físico. Por ello, las nuevas técnicas basadas en modelos de elementos finitos de la estructura y del fluido, y el ajuste de estos modelos mediante ensayos son imprescindibles para tener un conocimiento correcto del comportamiento vibratorio de un buque.

Los métodos de síntesis modal, empleados con éxito en el campo de la industria aeronáuticam aportarán nuevas herramientas para profundizar en el estudio de vibraciones en buques, permitiendo, por ejemplo, identificar la masa añadida mediante ensayos de resonancia.

Ahorro energético en la marina mercante

(Experiencias en la flota de CAMPSA)

Por Miguel Pardo Bustillo

Tras las dos crisis de energía, en 1973 y 1979, se emprendieron acciones en todas las industrias encaminadas a reducir los consumos energéticos mejorando los rendimientos de las instalaciones productivas.

Estas acciones fueron enfocadas, en una primera etapa, en la obtención de grandes ahorros, lo cual a veces implicaba inversiones de cierta consideración.

El sector naviero no fue ajeno a esta necesidad y, por ello, como medidas más inmediatas se tomaron, entre otras, las siguientes:

— Disminución de la velocidad en servicio de los buques existentes.

— Desaparición de las turbinas como medio de propulsión.

— Mejoras en la eficiencia de los nuevos motores diesel.

El caso es que una vez superadas estas dos crisis y dado que el precio de los combustibles marinos ha descendido hasta cifras casi equivalentes a las anteriores a 1980 (el fuel-oil cuesta 100 $/ton. en la actualidad y la cotización del dólar ha vuelto al nivel de 1982), ha habido un cierto olvido del potencial de ahorro que existe todavía en este campo, salvo excepciones, sin tener en cuenta que en épocas de crisis de un sector es preciso reducir los costes operativos, con el fin de obtener la máxima competitividad, que es la única defensa para la supervivencia.

Entre las excepciones que mencionamos se encuentra, sin duda, la flota de CAMPSA, compuesta por 31 unidades, siendo, por tanto, en número la mayor de España en la actualidad.

Preocupados sus gestores, a la vista de la política de liberalización que se avecina, por situar a su flota en posición competitiva, han realizado un programa de aumento de productividad y reducción de costes.

Formando parte del programa de reducción de costes, habían realizado una serie de acciones en sus buques entre las que cabe destacar las siguientes:

— Modificaciones del combustible a quemar en los motores principales. Esta «fuelización» ha requerido adecuación de los tanques de combustible, instalándose serpentines de calefacción, modificación de las depuradoras, inyectores, bombas de combustible, etc.

— Mejoras en la combustión de calderas auxiliares: Consistente en la activación de la combustión mediante la ionización del oxígeno, sistemas de autolimpieza de calderas, disminución de temperatura de humos, aumentando el porcentaje de CO_2, reducción de exceso de aire, etc.

— Mejoras en la resistencia al avance del buque: Mediante la disminución de la rugosidad del casco, a base de esquemas de pinturas autopulimentantes, que requieren preparación de las superficies mediante el granallado del casco.

Si bien estas medidas por sí solas dieron unos resultados satisfactorios, se estimó que un programa más ambicioso en el que se contemplaran todas las medidas posibles a tomar y su interrelación, podría ser más efectivo.

Fue por ello por lo que se decidió realizar una auditoría energética de su flota.

Si bien el nombre de auditoría despierta recelos, por cuanto pueda parecer una fiscalización de las actividades de una persona, equipo o departamento, en realidad de lo que se trata es de una comprobación de funcionamiento, operación o procedimientos, que deben servir de ayuda a los gestores de la compañía.

Para ello, es conveniente que la auditoría cumpla con una serie de requisitos:

a) Es preferible que sea realizado por un órgano externo, es decir, que no tenga responsabilidad en la gestión que va a ser auditada. Este órgano externo puede ser otra compañía, un equipo perteneciente a otro departamento.

b) Es imprescindible que el equipo auditor tenga experiencia en proyectos y operación de buques por razones obvias.

c) Es recomendable que dicho equipo realice o haya realizado auditorías a otros buques, dado que el elemento comparativo en este tipo de trabajo es de mucha utilidad.

d) Debe contar con instrumentos de medida costosos, que sólo se emplean para este fin, y cuya inversión tal vez no está justificada para una sola flota.

Existe una primera fase, consistente en analizar los datos de proyecto del buque, datos de pruebas de mar, curvas del Canal de Experiencias, curvas de pruebas de banco de motores, etc.

De acuerdo con esta información se pueden determinar los consumos teóricos del buque, los cuales se comparan en una segunda etapa con los datos de explotación del buque, que se obtienen de los partes de viaje, impresos de máquinas, etc.

Se observa así un primer desfase entre el proyecto y la realidad. Estas desviaciones se analizan a nivel teórico, determinándose las causas de algunas e ignorándose la razón de otras.

Con todos estos datos analizados, se organiza una primera visita a bordo.

En esta visita se realiza una primera inspección del buque y sus procedimientos operativos, aprovechándose, asimismo, para tomar medidas con el fin de acoplar los instrumentos que posteriormente se van a instalar a bordo.

Por ello, en tierra se prepara el equipo de toma de datos que se vuelve a embarcar con determinados instrumentos de medida, entre los que son imprescindibles un torsiómetro, un indicador de combustión (diagramas, presiones, potencia, etc.), medidas de presiones, temperaturas, flujos, etc.

Este equipo toma medidas durante su estancia a bordo en distintas condiciones de operación, sin que alteren la normal explotación del buque.

Finalmente, con los datos y observaciones basados en la experiencia del equipo humano que viaja a los buques, se analizan las medidas y recomendaciones a las que dedicamos el siguiente apartado:

— Es muy importante la mentalización de todo el staff de la compañía, en los temas de ahorro energético, ya que su colaboración es fundamental, no sólo para realizar la auditoría, sino también para la posterior aplicación de las medidas recomendadas.

En este sentido no se trata solamente del personal embarcado sino también de los inspectores y el resto de personal de tierra implicado en los temas de operación de flota.

Los buques de la flota CAMPSA analizados habían tomado ya una serie de medidas importantes en orden a disminuir su consumo energético, entre los que destaca la fuelización de sus motores principales y la elección de la velocidad económica, chorreado de cascos y esquemas de pinturas sofisticados, etc.

De hecho, el mantenimiento de sus buques, como es conocido en el sector naviero, es de un nivel superior a la media de la marina mercante española.

Todo ello podía hacer pensar en que la eficiencia de estas auditorías pudiera estar limitada por estas circunstancias y posiblemente así sea. Pero, en cualquier caso, se han detectado como en casi todas las flotas analizadas, dos líneas generales de actuación que son las siguientes:

— Unas puramente operativas, que afectan a los procedimientos de explotación del buque y que pueden suponer de un 8 a un 12 % de ahorro energético en pesetas, sin requerir apenas inversiones.

— Otras, que tratan de mejorar el rendimiento de algunas instalaciones y que requieren inversiones medias, y con las cuales se pueden conseguir otro 10 % adicional de ahorro energético como media.

Este fenómeno, principalmente el primero, no debe sorprender dado que cualquier componente de coste, mediante una atención especial es susceptible de ser disminuido y valgan como ejemplo las horas extras de la tripulación, los costes de mantenimiento y reparaciones o respetos, entre otros.

Pero hay que considerar que no es menos cierto que una vez que esa «atención especial» se descuida, existe una tendencia a volver al estado inicial y es por ello que es necesario un programa de seguimiento como el que posteriormente se describirá.

Claramente se puede deducir que si en una flota como la de CAMPSA, en la cual, antes de realizar la auditoría energética, se habían tomado las medidas descritas anteriormente, con amplia repercusión en el ahorro energético, la aplicación de una auditoría en otra compañía naviera que no hubiera realizado este paso previo, los resultados pueden ser espectaculares.

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO

Consiste en un control sobre los consumos energéticos de un buque, que en cada momento se van comparando con los datos base, extraidos del estudio anterior.

Para cualquier desviación es fácil de determinar la causa que la ha motivado y, por ello, con la diagnosis es sencillo poner remedio.

Este instrumento, realizado con el apoyo de aplicaciones mecanizadas, es de gran utilidad para el Capitán y Jefe de Máquinas, así como inspecciones y finalmente altos responsables de la compañía.

Una auditoría de seguridad, sin un programa de seguimiento posterior, puede dejar de ser útil, a los dos o tres años, por la natural tendencia de no prestar atención, si no existen programas concretos de actuación.

COSTE Y FINANCIACION

El coste de auditorías de este tipo pueden ser, en valores absolutos, relativamente elevados debido a los gastos que su realización conlleva, como puede ser el desplazamiento de técnicos, la utilización de instrumentos especiales adecuados a este fin, los estudios de análisis, etc.

Sin embargo, con los ahorros energéticos generados simplemente con medidas operativas (que no requieran inversiones) se puede estimar un «pay-back» inferior a dos años.

Además, este tipo de inversiones pueden ser financiadas, e incluso parcialmente subvencionadas, por organismos públicos como el I.D.A.E. (Instituto de Diversificación y Ahorro Energético) y la D. General de la Marina Mercante que lo contemplaba en su Plan de Flota.

RESUMEN

La experiencia seguida por la flota de CAMPSA es ejemplar, ya que, además del esfuerzo inicial realizado, esta segunda fase consistente en la auditoría energética, está llevando a la compañía a los máximos niveles de competitividad en materia de consumo de combustible, comparativamente con buques similares.

Es fundamental para ello, aparte de la iniciativa de emprender un programa de este tipo, la mentalización del «staff» de la compañía y no sólo de los tripulantes, sino también de inspectores y personal de tierra.

En estos tiempos de crisis del sector, debido a los bajos niveles de fletes imperantes en el mercado, éste es uno de los caminos de obtener la competitividad que la flota española demanda.

Tráfico comercial prehistórico (II): navegación, rutas y vías

Por Olga Vallespín Gómez

NAVEGACION

El estudio de la navegación y todo cuanto a ella se refiere, construcción naval, vela, rutas, con estudio de corrientes y vientos, así como en tierra veíamos los pasos naturales, es imprescindible para el análisis del comercio, su influjo en la sociedad y la cultura. Tocaremos solamente los puntos esenciales.

No nos podemos detener en lo que se refiere al origen de las primeras embarcaciones, lo que sí podemos decir es que la navegación se halla enormemente desarrollada; que la vela se utiliza normalmente, pues de otra manera no se podría iniciar la travesía del Atlántico, sistemáticamente al menos; que los barcos pueden llevar un importante cargamento, como el de Cabo Gelidonya. Todo lo cual se hace patente por el fenómeno denominado Bronce Atlántico. Aunque los orígenes fueran, sin duda, las embarcaciones de cuero, en este momento y desde que se inició la ruta del Atlántico, las embarcaciones estarían sólidamente construidas con maderas. Aunque en el Atlántico tenemos casi una absoluta falta de restos arqueológicos, los tenemos en fechas paralelas en el Mediterráneo. Los sistemas de ensamblaje de maderas son meticulosos y casi perfectos, las tablas encajan unas con otras mediante espigas sin dejar un resquicio. Los sistemas de anclaje suelen ser pesadas piedras horadadas, antes de ser de plomo. Los palos que sujetan las velas son abatibles por medio de cabos. Como timones llevan unos remos largos en la popa, denominados espadillas, que permiten el gobierno virando en una u otra dirección.

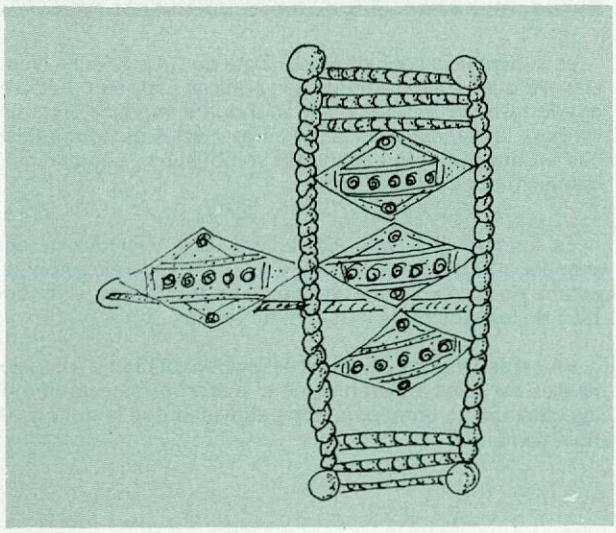


Fig. 1.—Fíbula «ibérica» de tipo «chipriota».

Las velas, aunque pudieron empezar siendo de pieles, en seguida, debido a su peso, se harían de lino. Lo cual requiere una industria que satisfaciera estas necesidades. Asimismo, originaría otras industrias como son las de salazones, los curtidos, la cestería, muy importante por la fabricación de cuerdas, la obtención de madera, de brea, la fabricación de contenedores de cerámica para líquidos. Es decir, que aunque estos productos no sean privativos de la navegación, sí que requiere una fuerte demanda, que, sin duda, impulsaría su desarrollo, principalmente en poblaciones costeras, donde se puede detectar su presencia.

La distribución geográfica de los puertos es de obligado análisis. Estos nos darán la pauta de las rutas marítimas y de los centros de distribución hacia zonas del interior por los que discurren las mercancías en los dos sentidos. Los puertos pueden ser lugares naturales de abrigo que tengan agua. Se documentan puertos artificiales ciclópeos que han venido usándose como escala, en el Atlántico, en lugares que hay necesidad de ellos, tanto como abrigo, como por las instalaciones portuarias precisas para el embarque de mercancías: Cabo Ortegal, en Galicia, y Brest, en Bretaña.

La importancia de Cádiz, entre el resto de los puertos, estriba en que es algo más que un punto de escala o de embarque de materias primas. Es un puerto donde se recibe el mercado del Atlántico y el del Mediterráneo y se distribuye hacia el Mediterráneo, principalmente y hacia el interior de la Península. Incluso hasta Agullana, hecho que queda bien patente, sobre todo por los vasos de importación tipo «Cruz del Negro», andaluces, de la tumba 184, como veremos. La flota mediterránea no traspasó los umbrales del Estrecho hasta mucho después y con dificultades, el Atlántico les era totalmente desconocido.

RUTAS Y VIAS

Para un estudio a fondo sobre el tema, sería preciso analizar la distribución de puntos naturales de abrigo y aguada, puertos artificiales, como hemos visto, y las rutas factibles teniendo en cuenta las corrientes y los vientos; las posibilidades de la navegación con respecto a la construcción naval, el tonelaje, etc., y la disposición de los naufragios. Teniendo en cuenta que éstos, en muchas ocasiones, están desviados de su ruta original, por causas de fuerza mayor, como temporales o vientos fuertes que obliguen a intentar buscar un refugio próximo. En el Golfo de Rosas y la ribera francesa e italiana, entre Córcega y Cerdeña, así como las Baleares, lo que hemos llamado el Mediterráneo Noroccidental, hay infinidad de restos arqueológicos submarinos, sobre todo de época helenística y romana. Pero poco a poco se van haciendo más frecuentes los hallazgos de restos de la Edad de Hierro y anteriores, como el yacimiento de Rochelongue, a siete metros de profundidad; en la Punta del Ca-

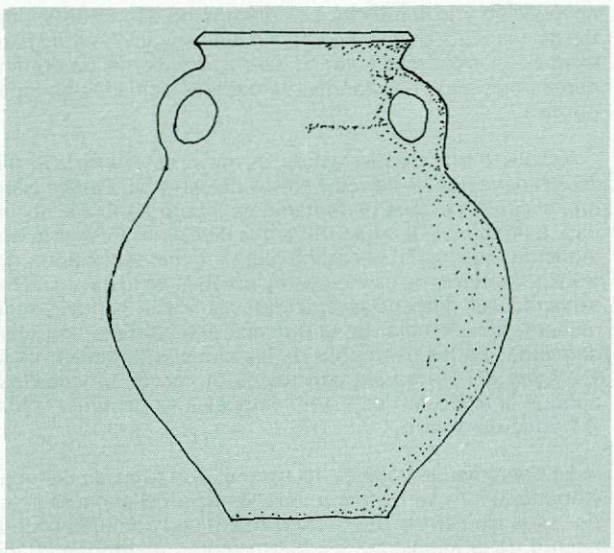


Fig. 2.—Vaso tipo «Cruz el Negro» procedente de Andalucía.

bo, en Niza, hay un pecio del siglo VI antes de Cristo, con ánforas etruscas, a 45 metros de profundidad. En el pecio de Rochelongue se encontraron fíbulas o imperdibles de tipo «chipriota». Se han denominado así por su lejano origen creto-micénico. Lo interesante es que estas fíbulas son exactamente las mismas que aparecen en Agullana y que a su vez son muy semejantes a fíbulas halladas al Sur de Italia, hasta Istria y en Sicilia. Su distribución nos refleja un hecho importante. Hay unas rutas cortas, muy frecuentadas, que unen la costa catalana, la francesa, la italiana con las islas del Mediterráneo. Las Baleares quedan más bien en la órbita del Sur, en la órbita fenicia. Aunque no absolutamente, puesto que han aparecido «Halskragen», o collares múltiples de bronce de la Europa Nórdica, acompañados de espadas de pomo de bronce semajantes a las de Huelva. Por lo tanto es muy posible que antes de que los griegos se hicieran con el mercado de esta zona hubiese ya un circuito establecido por los marineros de esas orillas, que fue luego aprovechado por los griegos, por el gran interés que representaba por estar conectado con las vías terrestres.

Las rutas del estaño terrestre son admitidas plenamente por la cantidad de restos arqueológicos que las atestiguan. Algunos autores (Ramín, 1965, pág. 95) basándose en ello y en la distribución de las zonas de explotación mineras y los depósitos votivos o escondrijos y los campos de urnas, delimita el itinerario de las vías marítimas y terrestres (que están funcionando a la llegada del hierro):

- Vía enteramente marítima, por las costas Europeas.
- Vía continental Este-Oeste.
- Vía del ámbar, Norte-Sur.
- Corriente del SE. Español a la Europa Central.
- Vía del Adriático al Rhim.
- Vía del Mediodía Francés hacia el N. y hacia el W.
- Vía del SE. de España al Mediterráneo Oriental.

La vía del Mediterráneo Noroccidental, antes descrita, tendría como objetivo enlazar con las rutas del Rhim-

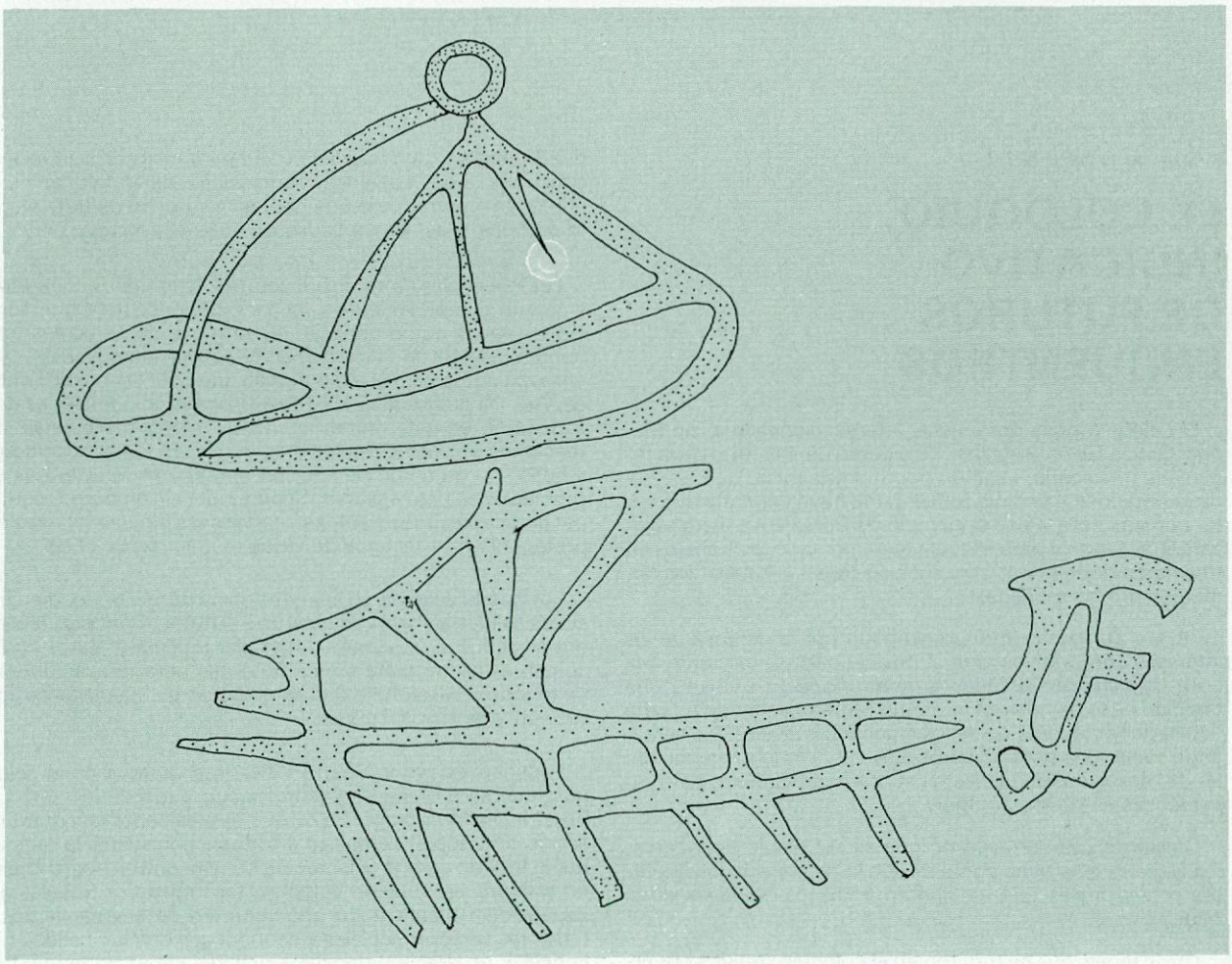


Fig. 3.—Representación de barcos prehistóricos en el Abrigo de la Loja Alta, Jimena de la Frontera, Cádiz.

Ródano y la del Mediodía Francés hacia el Oeste, canalizando el estaño y los bronces Atlánticos y Centroeuropeos. ¿Podríamos encontrar una vía interior, en la Península, que condujera al estaño gallego hasta las costas catalanas? ¿No explicaría la fundación de Rhode y Emporión? Para Hawkes (1952, pág. 91) la ruta terrestre que enlazaba con la Atlántica, partía desde Cataluña, en Rosellón y el Languedoc en dirección a Carcasona, para alcanzar la costa vasca, mientras otra iba por el Adou, la Gironda o la Charente a la desembocadura del Loira.

En cuanto a los ciclos del Mediterráneo, los fenicios, herederos de la tradición chipriota y micénica, realizan la ruta del sur que se manifiesta en la ubicación de sus colonias: Leptis Magna, Cartago, Hippo, Gunugu, Tamuda, Tingis, Lixos, en el Norte de Africa, Gaulos, Motya, Nora, Ebusos, Sexi, Abdera, Mainake y Gadir.

La ruta Norte, que utilizaron los griegos un poco más tarde, se refleja en las colonias: Galípolis, Crotona, y otras en el Sur de Italia, Siracusa, Selinus y otras en Sicilia, Cumas, Pithekoussa, en Italia Central, Alalia, en Córcega, y las colonias del mar Sardo e Ibérico de Massilia, Rodas y Ampurias.

En definitiva, los fenicios buscan el paso del Estrecho y el contacto con las rutas del Atlántico en Cádiz. Los griegos abandonan este camino ante el monopolio fenicio, tomando el camino que los fenicios desprecian del Noroccidente mediterráneo. La diferencia esencial entre ambos está en las causas de su instalación, los fenicios buscan en primer lugar el establecimiento de puertos en lugares estratégicos para la nevegación y el comercio. Los griegos no dan tanta importancia a la ubicación y al comercio, su aspiración es la instalación de verdaderas colonias con aportaciones de contingentes humanos que fundan verdaderas ciudades de inmigrantes.

Respecto a las vías terrestres, es muy interesante la localización de restos de carros y arreos de caballos. Parece claro que el caballo estaba perfectamente incorporado a la sociedad, a principios del siglo VIII antes de Cristo. Respecto a la industria que sería necesaria para el mantenimiento del transporte terrestre es muy parecido en la de la navegación, salvando las diferencias cuantitativas y las exigencias de madera, por ejemplo, de la que esta última tiene una gran demanda. En las necrópolis de los campos de urnas, de la 1.ª Edad del Hierro, se dan restos de arreos de caballos, aunque la explosión de estos materiales es posterior, de la 2.ª Edad del Hierro.

En definitiva, la pujanza del estaño, con rutas de distribución marítima y terrestres, como vimos en el capítulo anterior es el eje central del Bronce Atlántico. Con el descubrimiento de la metalurgia del hierro, como metal que puede suplantar al bronce, el fenómeno que se produce es, principalmente, una diversificación de las fuentes de obtención del mineral y como consecuencia con el tiempo, un debilitamiento de la red comercial establecida. Sin embargo, la vía del estaño tendrá viva vigencia hasta época romana y explica la difícil penetración de los campos de urnas en lugares típicos del Bronce Atlántico, y quizá podrá explicarnos los campos de urnas desvirtuados del grupo catalán.

(Viene de la pág. 541.)

EL COLOQUIO, INDICATIVO DE FUTUROS ENCUENTROS

El coloquio posterior a estas intervenciones lo inició Manuel García Gil de Bernabé, Presidente del Instituto de la Ingeniería de España, invitado por la presidencia, que dijo sería necesario que España se fijara una meta concreta que falta, por supuesto. Puso el ejemplo de Corea cuya meta es alcanzar al Japón y para ello han incrementado los trabajos en tres horas no remuneradas. Incluso llegan a trabajar los domingos por las mañanas.

Alvaro Zurita se sintió preocupado por la defensa de los intereses corporativos ante el posible desfase existente a la hora de construir grandes buques. Aspecto humano que también puso de relieve Florentino Moreno echando en falta hablar de la preparación de los ingenieros navales. No se trata de tomar una postura corporativista ni mucho menos defender casos indefendibles; sí se trata, en cambio, de romper lanzas en temas de rigor.

Guillermo Zataraín recordó que es el Colegio de Ingenieros Navales quie tiene como misión la defensa de los intereses profesionales que no figuran entre los objetivos de la Asociación.

Otros temas que se trataron en el coloquio, traídos por Ernesto Maceira fueron el de la Marina de Guerra y el de la Marina Deportiva, que podrían contribuir a mejorar la situación crítica por la que pasamos. Temas echados en falta en este primer encuentro, pero que podrían ser objeto de tratamiento en ponencias desarrolladas en otras ocasiones.

Las ponencias de estos encuentros, bajo títulos concretos y con un tiempo limitado para dar lugar después a intervenciones varias que produzcan el contraste de pareceres y la contemplación de ideas nuevas y aportaciones varias, son ensayos aptos para el diálogo más que para la apostilla crítica. Así, las preguntas y las intervenciones coloquiales se desarrollaron en este primer encuentro plenas de buenas intenciones por completarlas más y más. El temario, aunque amplio, no pretende recoger en una sesión todo lo que la problemática nos presenta. Sí pretende, sin embargo, conocer preocupaciones y afanes de todos los ingenieros navales protagonistas y testigos de estos momentos de crisis.

Enrique Silvela marcó la importancia de la labor comercial en las salidas al mercado exterior y Antonio Sánchez Jauregui se refirió a las aportaciones del Ingeniero Naval en la construcción de plataformas flotantes para la acuicultura; un mundo en desarrollo que abre nuevas perspectivas de actuación y de miras futuras.

Federico Esteve y Alberto Pérez intervinieron en el coloquio que se prolongó bastante, y aún pudo durar más. La hora, inflexible siempre, hizo que el presidente levantara la sesión de trabajo y emplazó a todos a considerar lo que se había tratado para la celebración de encuentros posteriores. En esta primera reunión-coloquio, los Ingenieros Navales de España han manifestado una voluntad de acercamiento a todos los sectores sociales y económicos con la finalidad de construir un ambiente positivo que sea capaz de definir las metas marítimas del país.

por José Antonio Ferrer Sama

Seguridad e Higiene en el Trabajo

Se acaba de celebrar en Madrid el XI Congreso Nacional de Medicina, Higiene y Seguridad del Trabajo. Del 1 al 4 de diciembre del presente año, se han reunido un gran número de prevencionistas españoles para tratar de la «salud y trabajo en la sociedad post-industrial: Repercusiones en España desde el ingreso en la CEE». Es indudable que este Congreso intenta adaptar la normativa española a las directrices comunitarias, fin que sería muy loable si no fuera porque en España existe un importante vacío legal en esta materia, lo que no significa su no existencia, sino un conjunto de disposiciones dispersas, sin coherencia alguna y, por tanto, sin un criterio fijo.

El art. 40.2 de la Constitución Española encomienda a los poderes públicos velar por la seguridad e higiene en el trabajo y este deber constituye principio básico de la política social económica y, qué duda cabe, que uno de los instrumentos a utilizar es el normativo. Si a mayor abundamiento altas instancias internacionales imponen al Estado la necesidad de proteger, por medio de normas, la salud de sus trabajadores, ha de extraerse la consecuencia inmediata de la imperiosa y acuciante obligación de proceder, no ya a la reforma legislativa, sino a su implantación.

Los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales son las más graves consecuencias que la sociedad moderna actual industrializada padece. El hecho de intentar poner remedio a este mal endémico me parece encomiable, así como el que se reúnan alrededor de una mesa de trabajo sociólogos, ingenieros, arquitectos, juristas y médicos para buscar soluciones. Lo que haría falta es que sus conclusiones tengan pronto una respuesta legislativa y una colaboración de las empresas a fin de adecuar sus sistemas de trabajo a las nuevas tecnologías nacidas al amparo de los estudios realizados.

El hecho de que me atreva a escribir sobre esta materia deriva del impacto que en mí ha producido la noticia de prensa y el medio al cual va dirigida esta publicación, pues he notado con qué facilidad, en muchas ocasiones, el ingeniero que proyecta una obra o dirige una empresa desconoce los más elementales principios normativos, y la responsabilidad derivada de su trabajo técnico. Sin embargo, entiendo no es sólo suya la culpa, pues dada la proliferación y dispersión de disposiciones de toda índole y de distinto rango, se hace casi imposible sistematizarlas y darlas al conocimiento del profano en leyes. Voy a intentar dar una visión global de la normativa española en materia de seguridad e higiene en el trabajo y de las clases de responsabilidades legales en la prevención de riesgos profesionales.

En primer lugar, conviene significar que hasta la promulgación de la Constitución de 1978 y el Estatuto de los Trabajadores de 1980, ni el Código Civil, ni las leyes laborales contenían un precepto concreto que estableciera taxativamente el derecho del trabajador a ejecutar su trabajo protegiendo su seguridad y salud, y el correlativo deber de proporcionárselo, el cual derivaba de lo dispuesto, como hemos dicho antes, de preceptos legales y reglamentarios que se limitaban a establecer aspectos concretos de la seguridad e higiene, incluso algunas veces de manera indirecta.

En la actualidad, además del mandato constitucional, ya mencionado, el art. 4.2.d), así como el 19.1, ambos del Estatuto de los Trabajadores, precisan los derechos y deberes.

«Art. 4.2.d).—Los trabajadores tienen derecho a su integridad física y a una adecuada política de seguridad e higiene.»

«Art. 19.1.—El trabajador, en la prestación de sus servicios, tendrá derecho a una protección eficaz en materia de seguridad e higiene.»

Norma básica es la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGHS) de 9-3-71, que se esquematiza en tres secciones: La primera establece los deberes y derechos, en materia de seguridad e higiene de los distintos sujetos de la actividad laboral; la segunda trata de las condiciones generales del centro de trabajo y los mecanismos y medidas de protección de todos ellos, y, por último, se acomete las responsabilidades y sanciones.

Existen otras normas de carácter general, tales como el Decreto de 26 de julio de 1957 sobre trabajos prohibidos a mujeres y menores (cuya aplicación es dudosa dado el principio discriminatorio que hacia la mujer entraña, cuestionándose su posible inconstitucionalidad), la Ley General de la Seguridad Social de 1974, la Ordenanza Laboral de la Construcción de 28-8-70 (únicamente para el sector), Reglamento de Higiene y Seguridad en los trabajos que se realicen en cajones o cámaras de aire comprimido...

Además de la citada legislación, existe una reglamentación o normativa específica aplicable a determinados sectores, con marcado carácter técnico. Sin ser exhaustivo señalaremos Ley de Minas de 1973, Reglamento de Policía Minera y Estatuto del Minero, por lo que respecta a la seguridad e higiene en el trabajo, del que cabe destacar la atribución que se otorga a los facultativos de minas del Ministerio de Industria y Energía; Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión; Reglamentos de aparatos elevadores; Reglamento de recipientes a presión; Orden sobre fabricación y empleo del benceno y sus componentes; Orden sobre fabricación y empleo de amianto, etc...

Conviene destacar del maremagnum anterior el Real Decreto 1.403/86, de 9 de mayo, por el que se aprueban las normas sobre señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo, cuyas normas sobre seguridad e higiene se ajustan a las directrices dictadas sobre esta cuestión por la CEE, y el Real Decreto 1.495/86, de 26 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas que aplica el convenio 119 de la OIT, ratificado por España.

Además, también se aplica en esta materia los convenios de la OIT ratificados por España, en cuyos Tribunales, especialmente Magistratura de Trabajo, se acogen. Y, por último, muy importante, los convenios colectivos.

Conviene llamar la atención sobre el cambio producido en los últimos años en el campo de la seguridad e higiene en el trabajo, por lo que respecta a la convención colectiva. Las centrales sindicales, mentalizadas en la última década sobre la importancia de la prevención de riesgos profesionales, reivindicaron el establecimiento de normas por vía de pacto a incluir en los convenios. Seguidamente hay que decir que los empleadores acogieron con buen agrado la iniciativa de los trabajadores. Consecuencia de ello fue el

establecimiento en los convenios colectivos, tanto de empresa como de sector, de importantes normas sobre seguridad e higiene en el trabajo. Una vez más la iniciativa privada —empresarios y trabajadores— han suplido la deficiencia y obsolescencia de las normas generales.

Por lo que respecta a las responsabilidades, en materia de prevención de riesgos, tres son los sistemas sancionadores en el derecho español:

— Administrativo.
— Civil.
— Penal.

«Principio fundamental del mismo es el de la compatibilidad de los tres tipos de sanciones.»

No es el momento de desarrollar tan importante materia que dejaremos para otra ocasión, tanto por la enjundia de la misma como por la complejidad y complicación de la normativa aplicable. Sólo queremos resaltar la existencia de estos tres tipos de responsabilidades señalando:

— Que la responsabilidad administrativa surge cuando se produce infracción a normas reglamentarias de seguridad e higiene, sin que tenga relevancia la producción de peligro o lesión, como si carece de resultado, el bien jurídico protegido en la responsabilidad administrativa es la seguridad e higiene en sus más amplios significados y sólo tendrá importancia la infracción. Cosa muy distinta es la sanción que puede agravarse según los resultados.

— Por lo que respecta a la responsabilidad civil, surge por el mero incumplimiento de la obligación de seguridad y puede exigirse tal realización.

— La responsabilidad penal ha variado sustancialmente a partir de la Ley Orgánica 8/83, de 25 de junio, que modifica el Código Penal y establece en su art. 348, bis a), y dentro de la Sección que se denomina «Delitos contra la Seguridad en el Trabajo», lo siguiente:

«Los que estando legalmente obligados no exijan o faciliten los medios o procuren las condiciones para que los trabajadores desempeñen una actividad con las medidas de seguridad e higiene exigibles, con infracción grave de las normas reglamentarias y poniendo en peligro su vida o integridad física, serán castigados con la pena de arresto mayor o multa de 30.000 a 150.000 pesetas.»

Con la breve exégesis efectuada creemos queda perfectamente demostrado el axioma que al principio establecimos: la proliferación de normas sobre esta materia y la necesidad de promulgar una normativa coherente clarificadora y actualizada, que contenga mecanismos específicos de garantía para las situaciones de riesgos graves e inminentes. Otorgar a la autoridad laboral un procedimiento ágil de actuación.

Y todo esto lo decimos porque el problema es grave y preocupante. A título meramente ilustrativo, véanse los cuadros que reproducimos a continuación facilitados por el Gabinete Técnico Provincial de Madrid, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Organismo dependiente del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

Las cifras son escalofriantes, y hablan por sí solas. Si extrapolamos los datos de Madrid, para el conjunto nacional, la pérdida humana merece el esfuerzo de todos los sectores profesionales para paliar el daño futuro. De aquí que desde estas páginas nos felicitemos por el Congreso recientemente celebrado y hagamos votos para que se plasme en realidades.

EVOLUCION DE LA SINIESTRALIDAD LABORAL DE MADRID
Enero-septiembre

		1984	1985	Δ %	1986	Δ %	1987	Δ %
Centro de trabajo con baja	Leves	33.128	32.332	— 2,40	35.537	9,91	42.967	20,90
	Graves	456	456	—	484	6,14	558	15,28
	Mortales	56	41	—26,78	48	17,07	47	— 2,08
Patologías no traumáticas	Graves	17	15	—11,76	22	46,66	23	4,54
	Mortales	33	38	15,15	28	—26,31	35	25,00
In-itinere con baja	Leves	3.522	3.550	0,79	3.957	11,46	3.668	— 7,30
	Graves	154	162	5,19	162	—	168	3,70
	Mortales	36	35	— 2,77	52	48,57	40	—23,07
Totales de accidentes con baja	Leves	36.650	35.882	— 2,09	39.494	10,06	46.635	18,08
	Graves	627	633	0,95	668	5,52	749	12,12
	Mortales	125	114	— 8,8	128	12,28	122	— 4,68
Enfermedades profesionales	Leves	112	87	—22,32	116	33,33	126	8,62
	Graves	28	31	10,71	20	—35,48	14	—30,00
	Mortales	—	—	—	—	—	—	—
Total general de accidentes con baja		37.402	36.629	— 2,06	40.290	9,99	47.506	17,91
Total de enfermedades profesionales		140	118	—15,71	136	15,25	140	2,94

EVOLUCION DE LA SINIESTRALIDAD LABORAL EXCLUYENDO LOS IN-ITINERE Y SIN BAJA
Enero-septiembre

AGRICULTURA			1984	1985	Δ %	1986	Δ %	1987	Δ %
CON BAJA	Leves	ACC	223	268	20,15	282	5,22	392	39,00
		E.P.	—	—	—	—	—	1	—
	Graves	ACC	4	6	50,00	9	50,00	7	—22,22
		E.P.	1	1	—	—	—	—	—
	Mortales	ACC	—	—	—	1	—	—	—
		E.P.	—	—	—	—	—	—	—
	TOTAL	ACC	227	274	20,70	292	6,56	399	36,64
		E.P.	1	1	—	—	—	1	—

INDUSTRIA			1984	1985	Δ %	1986	Δ %	1987	Δ %
CON BAJA	Leves	ACC	15.576	14.645	— 5,97	16.324	11,46	18.706	14,59
		E.P.	72	57	—20,83	69	21,05	82	18,84
	Graves	ACC	150	155	3,33	171	10,32	181	— 5,84
		E.P.	7	5	—28,57	5	—	6	20,00
	Mortales	ACC	19	23	21,05	19	—17,39	27	42,10
		E.P.	—	—	—	—	—	—	—
	TOTAL	ACC	15.745	14.823	— 5,85	16.514	11,40	18.914	14,53
		E.P.	79	62	—21,51	74	19,35	88	18,91

CONSTRUCCION			1984	1985	Δ %	1986	Δ %	1987	Δ %
CON BAJA	Leves	ACC	4.979	4.351	—12,61	5.549	27,53	7.837	41,23
		E.P.	5	2	—60,00	2	—	3	50,00
	Graves	ACC	91	69	—24,17	73	5,79	115	57,53
		E.P.	1	—	—	1	—	—	—
	Mortales	ACC	25	16	—36,00	15	— 6,25	18	20,00
		E.P.	—	—	—	—	—	—	—
	TOTAL	ACC	5.095	4.436	—12,93	5.637	27,07	7.970	41,38
		E.P.	6	2	—66,66	3	50,00	3	—

SERVICIOS			1984	1985	Δ %	1986	Δ %	1987	Δ %
CON BAJA	Leves	ACC	12.350	13.068	5,81	13.382	2,40	16.032	19,80
		E.P.	35	28	—20,00	45	60,71	40	—11,11
	Graves	ACC	228	241	5,70	253	4,97	278	9,88
		E.P.	19	25	31,57	14	—44,00	8	—42,85
	Mortales	ACC	45	40	—11,11	41	2,50	37	— 9,75
		E.P.	—	—	—	—	—	—	—
	TOTAL	ACC	12.623	13.349	5,75	13.676	2,44	16.347	19,53
		E.P.	54	53	— 1,85	59	11,32	48	—18,64

NOTICIAS

BARCOS

BUQUES POLIVALENTES DE 8.000 T.P.M.

La S.A. Juliana, Constructora Gijonesa ha entregado los buques VARNA y BURGAS a los armadores Navigation Maritime Bulgaria, de Bulgaria. A continuación se da una descripción de este tipo de buque.

GENERALIDADES

Se trata de un tipo de buque polivalente, con capacidad de 11.300 m³ de carga general y 444 TEU, está dotado de dos cubiertas, tres bodegas de carga y reforzado para navegación entre hielos. Es un buque, proyectado especialmente para el transporte de carga general, contenedores, carga a granel, grano, y con doble fondo reforzado especialmente para cargas pesadas y descarga con cucharas.

El buque cuenta con medios propios de carga (dos grúas electrohidráulicas que se describen en el capítulo correspondiente) y las dimensiones de sus escotillas (que abarcan casi toda la eslora y la manga de cada bodega) permiten un fácil y rápido manejo de todo tipo de cargamento.

El buque está propulsado por un motor de velocidad lenta de 6080 CV de potencia, que acciona una hélice de paso variable. Ello, unido a la hélice de proa, le proporciona unas condiciones óptimas de maniobrabilidad.

Por otra parte, también incorpora un generador de cola acoplado al motor principal mediante un multiplicador del tipo de frecuencia constante (RCF). En navegación normal la hélice de paso variable garantiza la frecuencia constante de la corriente de a bordo generada a través del alternador de cola, con el consiguiente ahorro energético. Sin embargo, si debido a una emergencia la hélice quedara inoperante como helice de paso variable también podrá utilizarse el generador de cola conectado al motor principal ya que sería entonces el multiplicador RCF el que mantendría constante las revoluciones del alternador y por tanto la frecuencia de la corriente por él producida.

El sistema de aire acondicionado de Acomodaciones tiene capacidad para renovar hasta un 70 por ciento de aire exterior, pudiéndose recircular interiormente todo el aire o parte de él. Todos los locales en acomodaciones, incluidos los aseos, llevan radiadores eléctricos.

Todos los elementos de a bordo están diseñados para unas condiciones de aire exterior entre —20ºC y +45ºC.

Para la limpieza del exterior de las superestructuras se dispone de una instalación de agua salada, fija, alimentada por el sistema de baldeo y C.I. del tipo de "rociadores".

El buque, con su equipo y maquinaria, cumple con los reglamentos de la Sociedad de Clasificación, Germanischer Lloyd, del que ha recibido la notación 100 A4 MC AUT 16/24 ICE CLASS E1, con las anotaciones de clase: "equipado para carga de contenedores", "reforzado para navegación entre hielos", "cargas pesadas y descarga con cucharas", y con planta de maquinaria capaz de funcionar sin personal de guardia 16 horas al día.

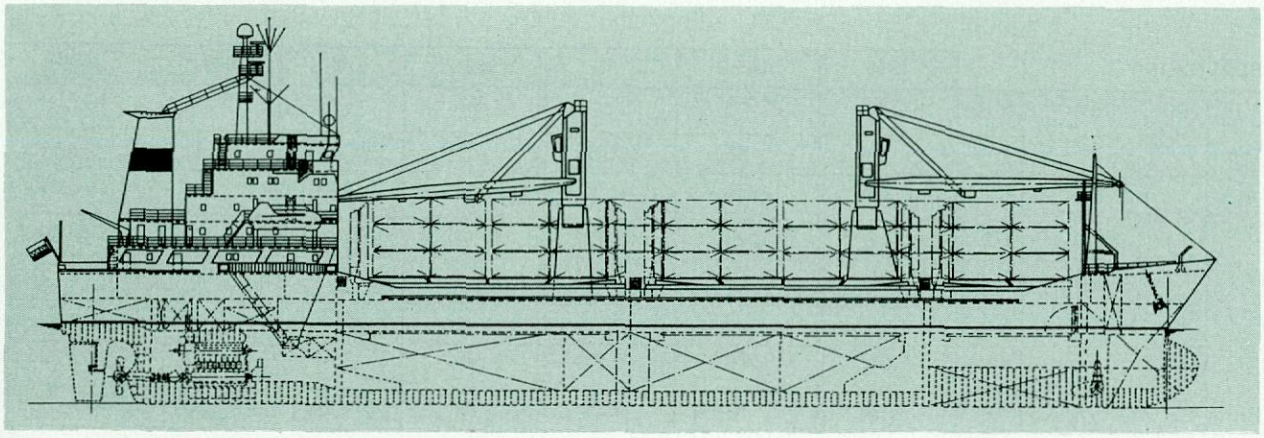
Cumple, además, los reglamentos internacionales para este tipo de buque, así como los reglamentos del US Coast Guard para buques de bandera extranjera, y reglamentos de los canales de Suez, Panama y Kiel.

Las características principales se indican en el cuadro I.

CASCO

El buque tiene proa de bulbo y popa de estampa, castillo a proa, acomodaciones y cámara de máquinas situadas a popa. Para lograr un nivel óptimo de vibraciones y ruidos, los mamparos de acero interiores de superestructura de acomodaciones son continuos en lo posible. El diseño de la carena se ha optimizado realizando varios proyectos de formas diferentes con los mismos parámetros básicos hasta conseguir la resistencia mínima, prestando especial interés al diseño del bulbo de proa para que sus resultados sean óptimos en todas las condiciones de navegación, todo ello contrastado con los resultados de los necesarios ensayos en el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo.

Se ha realizado, asimismo, un programa completo de ensayo de maniobrabilidad para conseguir optimizar las características de la carena y del timón, incluyendo ensayos de giro a Br y Er, ensayos de espiral de Dieudonne y de zig/zag, modalidades de 20/20, 20/10, 10/10.



CUADRO I

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

Eslora total	123,60 m. aprox.
Eslora entre perpendiculares	114,60 m.
Manga de trazado	21,00 m.
Puntal a cubierta superior	10,50 m.
Puntal a cubierta segunda	7,40 m.
Calado de proyecto	7,60 m.
Calado de escantillonado	8,00 m.
Peso muerto al calado 7,60 m.	8000 Tm.
Potencia de motor principal	6080 CV a 200 rpm.
Velocidad en pruebas al calado 7,60 m	14,1 nudos
Capacidad de fuel-oil	700 m^3
Capacidad de diésel oil	260 m^3.
Capacidad de agua dulce	220 m^3
Autonomía	10000 millas náuticas
Registro bruto aproximado	7455 TRB

Capacidad de carga: 12.200 m^3 de grano, 11.300 m^3 carga general

Contenedores en bodegas y cubierta: 444 TEUs ó 184 FEUs y 76 TEUs

El casco exterior del buque esta constituido por chapas de acero calmado. El costado tiene estructura transversal y va convenientemente reforzado para alcanzar la clasificación de navegación entre hielos indicada en el aparato anterior. El fondo es de estructura transversal en la cámara de máquinas y raseles, y longitudinal en las restantes zonas.

En la zona de carga, la estructura es longitudinal en cubierta superior, fondos y doble fondo. En el resto, la estructura es transversal o mixta. El doble fondo va dividido con una distribución de tanques de lastre y de agua de sentinas y con un tunel de tuberías en el centro.

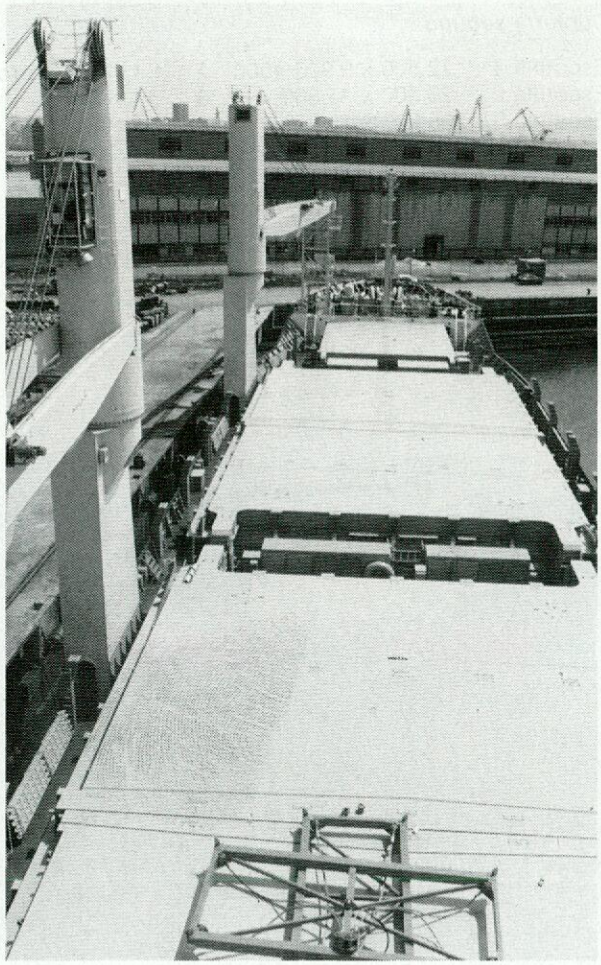
En los costados de las bodegas se disponen tanques laterales para lastre y combustible, entre el doble fondo y la cubierta segunda. El doble fondo va reforzado para contenedores en bodegas de carga: 4 capas de contenedores de 40' y 30 t. cada uno o de 20' y 25 t. cada uno. Va también reforzado para cargas pesadas, y descarga con cucharas, carga homogenea de 15 t./m^2, y cargas puntuales para plataformas de 10 t. en un eje y de 15 t. en el otro (2 ejes, 4 ruedas). El reforzado de cubiertas permite cargas en cubierta segunda, de 3 t./m^2. carga homogénea y de carretillas de 6,5 t. en el eje delantero con dos ruedas, así como en cubierta superior 1,75 t./m^2. El buque cuenta con cinco mamparos principales transversales y otros mamparos de acero para formar los siguientes locales: caja de cadenas, pañoles de proa, local de contraincendios, servomotor, lavandería, gambuzas seca y frigoríficas, cocina, local de aire acondicionado, TSH, local de baterías, tronco de escalera y cámara de control, etc., como se indica en el Plano de Disposición General que acompaña a esta descripción.

ESPACIOS Y MEDIOS DE CARGA

Como ya se ha indicado, el buque esta preparado para transportar contenedores en bodegas, en cubierta y sobre las tapas de escotillas. Está provisto, asimismo, de medios propios de carga, concretamente dos grúas electrohidráulicas. De todo ello se trata en el presente capítulo.

Contenedores en bodegas

Para la estiba de contenedores en bodegas, se dispone de un sistema de accesorios fijos y de trincado y amarre, proyectado y suministrado por Tec Container.



En la Bodega número 1 se pueden transportar tres capas de contenedores y en las Bodegas números 2 y 3, cuatro capas, todos ellos apoyados sobre el doble fondo, por lo que con este tipo de carga permanecerán abiertos los paneles de escotillas de entrepuente.

La carga máxima de cada contenedor es de 30 t. para los de 40' y de 25 t. para los de 20'.

Tanto los apoyos de contenedores dispuestos en el doble fondo, como los accesorios fijos para trincado y amarre situados en los mamparos de bodegas y en la parte interior a bodegas de las brazolas de escotillas de cubierta superior, son del tipo enrasado, para no interferir a otros tipos de carga.

Los accesorios móviles para apoyos de contenedores son del tipo de cono dobles y sencillos.

Los accesorios móviles para amarrar los contenedores transversalmente, estan formados por ganchos, barras y tensores comerciales y normalizados.

Tapas de escotilla y contenedores sobre cubierta

Las dimensiones de las escotillas y sus sistemas de cierre y apertura son los siguientes:

Cubierta superior:

	Dimensiones del hueco (mm)	Pares de paneles	Apertura
Escotilla 1	12,600 x 9,900	1	Popa
Escotilla 2	25,200 x 15,500	2	Proa-popa
Escotilla 3	25,200 x 15,500	2	Proa-popa

Cubierta segunda:

Escotilla 1	12,600 x 9,900/4000	2 + 1	Lateral y proa
Escotilla 2	25,200 x 15,500	6	Lateral
Escotilla 3	25,200 x 15,500	6	Lateral

Como puede apreciarse en el Plano de Disposición General que acompaña a esta descripción, el buque está preparado para transportar tres capas de contenedores sobre cubierta superior, apoyados sobre las tapas de escotillas, y los situados hacia los costados, van apoyados en sus extremos exteriores sobre soportes especiales soldados en las zonas laterales de cubierta.

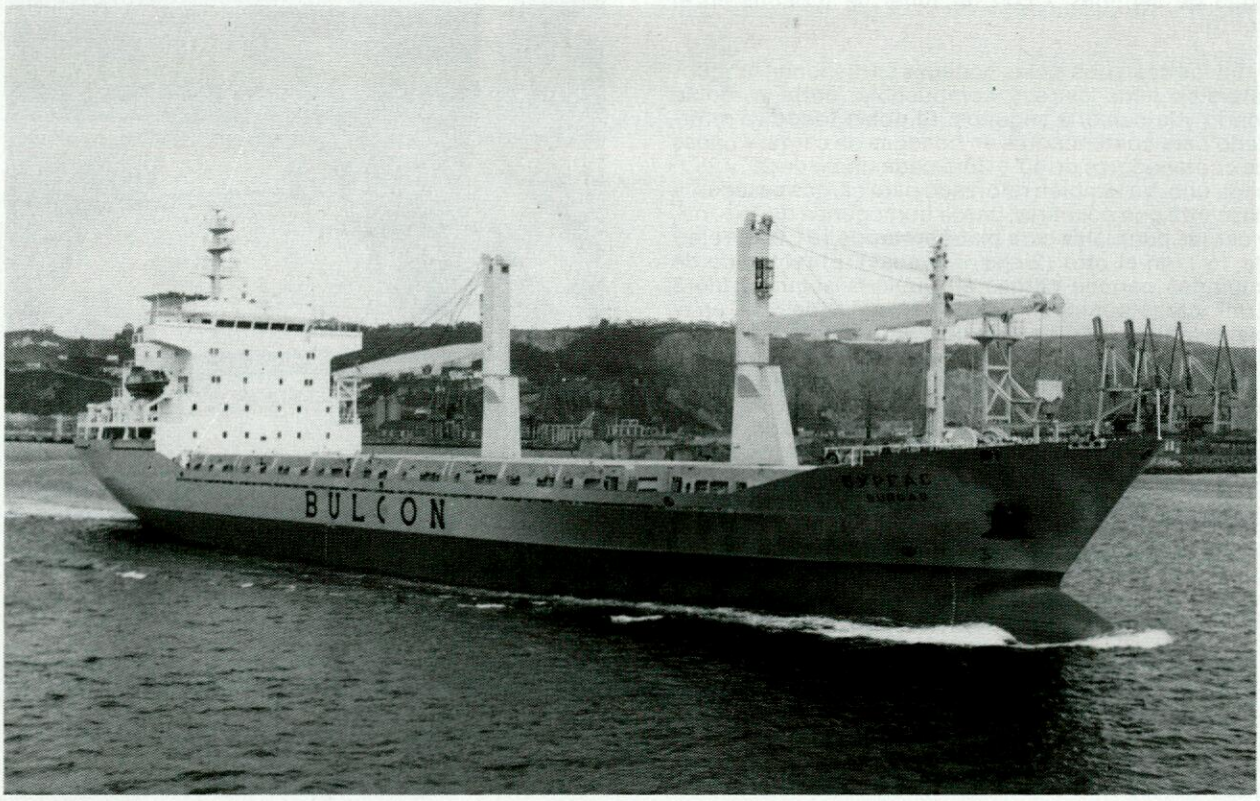
Las cargas máximas de los contenedores sobre cubierta superior son de 20/15/2,5 t. para 3 capas de contenedores de 20' y de 30/15/3,5 t. para los de 40'.

Se han instalado, sobre las tapas de escotilla, todos los accesorios fijos necesarios para el apoyo de los contenedores. Para el amarre se utiliza el sistema de "twist-locks". El proyecto y suministro de estos "fittings" ha sido, asimismo, de Tec Container.

Los cierres de escotillas de cubierta superior proyectados y suministrados por Ascargo son de acero de sistema estanco tipo "folding" accionados por procedimiento hidráulico mediante cilindros exteriores. Van reforzados y, según se ha indicado, provistos con los accesorios necesarios para tres capas de contenedores de 20'/15 t.ó 40'/20 t. así como para carga uniforme de 2,5 t./m^2.

Los cierres de cubierta segunda son a su vez de proyecto y suministros de Ascargo, van reforzados para las mismas cargas que la cubierta: carga homogénea de 3 t./m^2 y carretillas de 6,5 t. en el eje delantero con dos ruedas. Estos cierres son del tipo "folding", no estancos, accionados hidráulicamente mediante cilindros incorporados a los paneles.

La zona de estiba de los cierres es de longitud muy reducida, tanto en cubierta superior como entrepuente, realizándose la maniobra a distancia desde puestos de mando situados en las brazolas de escotillas de cubierta superior, para los paneles de esta cubierta y desde los entrepuentes para los paneles de cubierta segunda, con disposición de seguridades y enclavamientos que impiden falsas maniobras.



Grúas

En cubierta, a babor, van instaladas dos grúas electrohidráulicas marca HAGGLUNDS tipo L3626. Se trata de grúas giratorias de base fija, de 36 t. de fuerza ascensorial (SWL), con un alcance máximo de 26 metros y mínimo de 3 metros. Estas características, en combinación con la propia disposición de las grúas, hace posible operar cualquiera de los contenedores con alguna de las grúas.

Las grúas pueden girar 360º alrededor de su eje vertical, con velocidad variable desde 0 hasta 1 rpm.

La velocidad de hizada, con toda la carga suspendida del gancho, es de 0 a 20 metros/minuto y en vacío de 0 a 40 metros/minuto.

El tiempo de amantillado, desde el radio máximo al mínimo, es de 55 segundos.

Las grúas están dotadas de un sistema de parada automática cuando la escora del buque es mayor de 5º.

Sistema anti-escora

Con objeto de conseguir una escora mínima o prácticamente nula, durante las operaciones de carga y descarga, se dispone de un sistema de antiescora marca INTERING con un momento de 1300 t. x min. en condiciones normales de trabajo, dimensionado para las maniobras de carga y descarga con las grúas trabajando al costado de estribor o al costado de babor con brazo reducido. El control se sitúa en el puente, con mando local de emergencia y repetición en Cámara de Control.

MAQUINARIA

Toda la maquinaria instalada a bordo de estos buques responde al elevado standard de construcción y equipamiento que los caracteriza y está preparada para funcionar con el alto grado de automatización para el que se han construido. Una parte de esta maquinaria es importada y el resto ha sido suministrada por la industria española de equipos para buques. De todas estas máquinas y equipos se trata en el presente capítulo.

Equipo propulsor

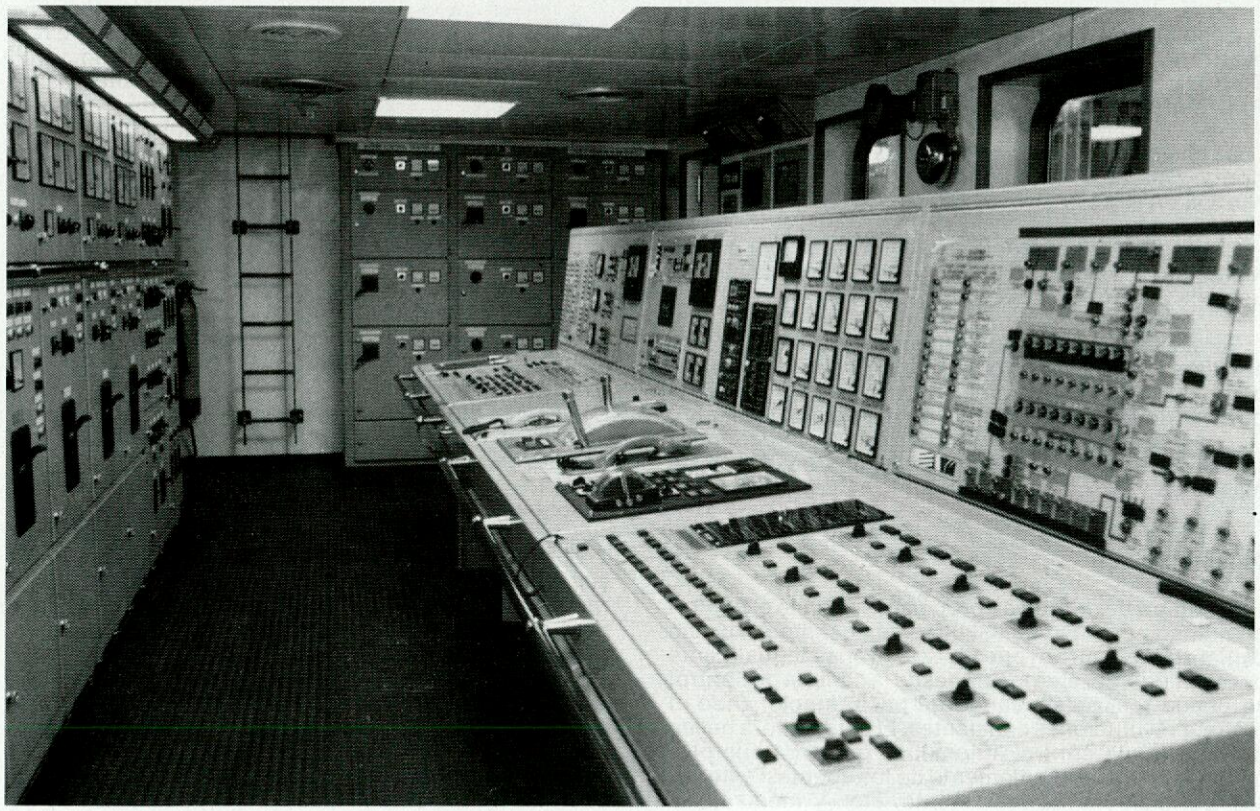
El propulsor es un motor diésel marino Burmeister and Wain, fabricado en Polonia, tipo 8L35 MC. de 8 cilindros en línea, dos tiempos, reversible, sobrealimentado por turbosoplante, cilindros refrigerados por agua dulce y pistones por aceite y válvulas de escape. Quema fuel-oil de 3.500 segundos Redwood I a 100 F., pero la planta es adecuada para quemar fuel-oil de hasta 6.000 segundos Redwood I a 10º F. El sentido de giro es a la derecha marcha avante, visto desde popa.

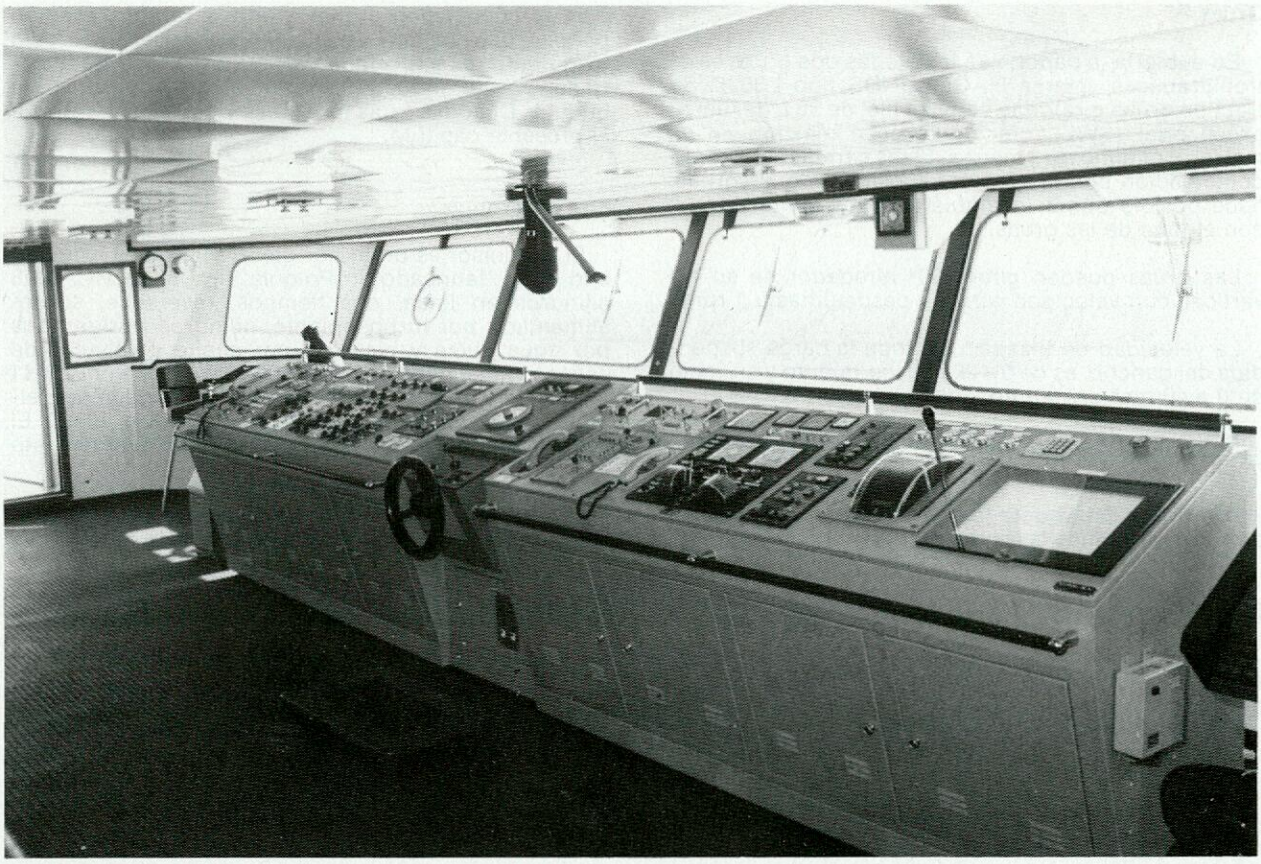
Va conectado por proa, por medio de un acoplamiento flexible a un incrementador de frecuencia constante, marca RENK tipo RCF 60-481 H al que va acoplado un alternador de 625 KVA. Por popa va acoplado directamente a la línea de ejes.

Los cierres y casquillos de bocina son marca LIPS.

El eje se acopla, a través de un pequeño carrete, al eje de la caja de distribución de aceite marca LIPS tipo RO-330-S. El extremo de popa del eje de la caja de aceite conecta con el eje de cola por medio de un acoplamiento hidráulico marca SKF tipo OK 300 HB. El buque va propulsado por una hélice de paso variable LIPS, con servomotor hidráulico en el núcleo, tipo 4C11-3 para accionamiento de las cuatro palas y con un diámetro de 3.900 mm.

La refrigeración de cilindros se efectúa mediante un sistema de agua dulce de circulación cerrada, enfriada por medio de agua salada a 27º C. Las bombas principales de circulación de agua salada, aspiran de las tomas de agua de mar y descargan directamente al





sistema de refrigeración del motor principal, además de a los servicios auxiliares. Todo el sistema se controla automáticamente mediante válvulas termostáticas Walton.

Maquinaria auxiliar

Cada uno de los buques instalados lleva tres grupos electrógenos, formados por un motor Bazan-MAN Tipo 7 L 20/27 de 640 Cv a 750 r.p.m. y un alternador ALCONZA, tipo Nir 4056 A-8 de 500 KVA, 380 V, 50 Hz.

Se ha instalado también, por cada buque, un alternador de cola (PTO). Es también marca ALCONZA tipo Nir 3553 A-4 de 625 KVA, 380 V, 50 Hz.

El grupo de emergencia está formado por motor MWM tipo D-234-V6 de 130 Cv. y alternador ALCONZA tipo Nir 2232 A-4 de 100 KVA, 380 V, 50 Hz.

Para el suministro de combustible a los motores auxiliares se ha previsto un equipo de mezcla "blending" que a partir de combustible pesado y diésel-oil obtiene de forma automática el fuel medio necesario.

Las características del resto de los auxiliares de máquinas y casco se indican en los Cuadros II y III.

Automatización

El equipo de control de propulsión permite el control combinado de paso de hélice y rpm. del motor, desde cámara de control, puente y alerones. Igualmente desde el puente, alerones y desde la cámara de control se puede realizar el mando de paso, funcionando el motor a revoluciones constantes. El equipo de la hélice dispone de un control automático de carga que permite que, independientemente de los agentes exteriores, condiciones de mar, viento, etc., y mediante la regulación automática del paso de la hélice, el motor mantenga un tanto por ciento de carga prefijado.

En caso de emergencia el motor dispone de un sistema independiente de control e inversión desde todos los puestos, una vez dispuesto el paso de la hélice en posición avante a través del telégrafo de órdenes.

El sistema de alarmas, desarrollado por AUTONA, S.A. está basado en un microprocesador Rockwell 6502 y está formado por los siguientes elementos:

- Sistema de alarmas para 225 puntos.
- Sistema de lecturas analógicas para 51 puntos.
- Repetición agrupada en camarotes y espacios públicos.
- Impresora de alarmas, con indicación de comienzo y terminación de alarmas, así como valor actual de las señales analógicas, situada en la cámara de control.

Tiene el buque también impresora de maniobras situada en el puente de gobierno y manejada desde la cámara de control por un microprocesador propio, con registro de las órdenes de mando del equipo propulsor.

El equipo propulsor está igualmente dotado de un sistema de seguridades que provoca la parada o la reducción automática de paso en el caso de que ocurran eventos que puedan dar lugar a una situación peligrosa para dicho equipo.

El sistema de automatismo de planta eléctrica desarrollado también por AUTONA, S.A., permite el arranque y parada automática de los grupos en función de la carga en la red, así como controla de forma automática las diferentes situaciones de transferencia y reparto de

CUADRO II

AUXILIARES DE MAQUINAS

No.	EQUIPO	SERVICIO	MARCA	MODELO	CARACTERISTICAS
1	Electrobomb. engran.	Trasiego de D.O.	ITUR	RCV-2R	18 m³/h. 30 mca.
2	Electrombomb. engran.	Trasiego de F.O.	ITUR	RCV-2RD	28 m³/h. 30 mca.
2	Electrobombas	Alim. combus. M.P.	ITUR	RC 1 1/2	5 m³/h. 100 mca.
2	Electrobombas	Refrig. A.D., M.P.	HIDROTECAR	SIMS 125/14/300	70 m³/h. 25 mca.
1	Valv. termost. 3 vías	A.D. ref. cil. M.P.	WALTON	R1	Controlador electron. DN80
2	Electrobomb. engran.	Lubric. levas M.P.	ITUR	RCV—2	9 m³/h. 50 mca.
2	Electrobombas	Aceite lubric. M.P.	ITUR	V—6ZI-100	135 m³/h. 50 mca.
2	Electrobomb. engran.	Trasvase aceite	ITUR	RCV—2	10 m³/h. 35 mca.
1	Valv. termost. 3 vías	Aceite lubric. M.P.	WALTON	LI	Control electron. DN 150
1	Equipo "blending"	Alim. comb. MM.AA.			
3	Electrob. autoasp.	Precalent. MM.AA.			
2	Electrob. cent. vert.	Refrig. A. S. Puerto	HIDROTECAR	SIMS/200 13/325	200 m³/h. 30 mca.
1	Valv. termost. 3 vías	Circ. A. D. regul. general	WALTON		Control electon. DN 80
2	Electrob. cent. vert. autocebadas	Circulación A.S.	HIDROTECAR	SMS B/250 300 + W	400 m³/h. 30 mca.
1	Valv. termost. 3 vías	Agua salada	WALTON	LC	Control electron DN 250
1	Caldera, vertical pirotubular mixta: con gases de escape M.P. con quemador	Vapor, agua caliente capaz de actuar como silencioso en circuito gases exhaus. M.P.	San Carlos	Y—10/16E	2600 kg/h. (1000+1600) 7 bares Quemador monobloc. aut.
4	Electrob. autoasp.	Alimentac. caldera	ITUR	MA—40/SL	3 m³/h. 110 mca.
1	Valv. termost. 3 vías	A.S. refrig. tanque observación caldera	WALTON		Control. por disco cierre tornillo térmico DN 40
2	Separadoras cent.	Purificación F.O.	ALFA—LAVAL	MOPX—309	Atolimpiant. 3500 SRI 3100 1/h.
3	Separadoras cent.	Purificación D.O.	ALFA—LAVAL	MOPX—207	Autolimpiantes 2600 1/h.
2	Electrocompresores	Aire arranque de motores	ABC	XS	84 m³/h. 30 bares
1	Motocompresor	Aire arranque emergencia	ABC	VA—30—DI	10 m³/h. 30 bares
1	Electrocompresor	Aire sistema antiescora	ABC	VGE—6—PC	32 m³/h. 10 bares
1	Grúa puente	Cámara de máquinas	VICINAY	D32—3N—2/1	3200 kg. 3,6 m/min.

cargas entre generadores, incluyendo el generador de cola.

El buque también dispone de un sistema de automatismo desarrollado por el fabricante del grupo de emergencia para el arranque y conexión automática de este grupo al cuadro de emergencia, en caso de "black-out" en la planta principal, así como la vigilancia propia de este equipo.

NAVEGACION Y COMUNICACIONES

Cada uno de estos buques lleva instalados los siguientes equipos de navegación y comunicaciones:

— Dos radares Racal-Decca, modelos ARPA 1690/6 y RM 1290 A/6 de banda "X" (3 cm), 25 KW de potencia, pantalla de 16" y 12" y antena de 6'.

— Aguja giroscópica Racal-Decca, con repetidores en los alerones y registrador de curso, tipo RD.MK-7, piloto automático de la misma marca, modelo DP 785 con repetidor de gobierno incorporado, superadaptativo, que permite tener en cuenta las condiciones reales de la carena con objeto de optimizar las funciones del piloto automático con fines de ahorro de combustible, preselector de rumbo, amplificador transistorizado, timón permanente y señal de desviación de rumbo. Han sido suministrados por Racal Marine, Systems Ltd.

— Radiogoniómetro tipo NAVIGON II Suministrado por PLATCH.

— Estación radiotelegráfica DEBEG 3008 suministrada por DEBEG, que comprende, entre otros, los siguientes elementos:

- 1 Transmisor Debeg 3115 TU
- 1 Sintonizador automático de antena Debeg 3115 A TU
- 1 Consola 11-10 de 19" incluyendo:
  Transmisor Debeg 7121 MF
  Cuadro Debeg 9007

- 1 Consola 11-10 de 19" incluyendo:
  Autoalarma Debeg 2300
  1 Receptor USB/LSB - Debeg 2051 SSB
  Panel de control Debeg 3115 CU
  Panel de control Debeg Z 7433

- Receptor Debeg 2340, Modelo B.

— Equipo de radio para botes salvavidas tipo Debeg 7500 suministro de Debeg.

— Ecosonda Simrad, tipo Ed-161, con escalas de profundidad de hasta 1.100 m.

— Corredera eléctrica Sperry tipo SR D-331 con indicador analógico de velocidad.

— Dos radioteléfonos de VHF, tipo Debeg 6330 suministrados por Debeg.

— Un "Load Master" marca KOCKUMS tipo V-40.

— Receptor de cartas meteorológicas por facsímil, marca Debeg modelo 7911 suministrado por Debeg.

— Equipo de navegación por satélite DECCA modelo MNS-2000, con presentación automática de latitud y longitud, optimización de ruta, trazado de ruta en pantalla, etc.

— Equipo de comunicación por satélite marca JRC tipo JUE-35B.

Lleva también instalado cada buque un equipo de señales acústicas marca Kockums-Nife, que comprende sirena de aire Supertyfon MKT 150/200, montada a popa, autocontrol, pulsadores, etc.

Incorpora, asimismo, un proyector de señales diurnas NIFE, un proyector de techo de puente, orientable y un proyector de proa (Canal de Suez).

Las comunicaciones interiores están servidas por los siguientes elementos:

- Equipo de teléfonos autogeneradas marca Hagenuk, tipo naval que comprende:

  — Sistema, 1 para comunicación Puente-Local de Emergencia, Local de CO_2, Servomotor.

  — Sistema 2, para comunicación Puente, Cámara de Control, Puesto de emergencia M.P., Camarotes de Capitán y Jefe de Máquinas, Estaciones de combustible Br. y Er.

- Equipo de teléfonos automáticos Hagenuk compuestos de central para 50 extensiones y 3 circuitos de conversación 11 teléfonos de mamparo, 34 teléfonos de sobremesa y dos teléfonos para empotrar.

- Equipo de música y avisos Fidex Bouyer.

MANIOBRA Y CUBIERTA

Para accionamiento del timón se ha instalado un servomotor electrohidráulico marca Tenfjord tipo 350B/2ESA—40+H 330, con dos grupos de electrobombas capaces de desarrollar un par nominal de 26 t. x m.

El servomotor es capaz de mover, con una bomba funcionando, el timón desde 35º a una banda hasta 30º a la otra en un tiempo máximo de 28 segundos, con el buque a plena carga, en marcha avante a su velocidad de servicio.

Para facilitar las maniobras en puerto, el buque lleva instalada una hélice de proa de paso variable, marca Lips, tipo CT06H-P de 4 palas con 1550 mm. de diámetro. Está accionada por motor eléctrico Alconza de 440 KW a 1500 rpm. A este régimen del motor la hélice gira a 353 rpm. el mando de este equipo se realiza desde el puente y desde los alerones.

El equipo de cubierta para operaciones de carga y descarga se describe en un capítulo anterior de este reportaje. El equipo de fondeo y amarre está formado por los siguientes elementos principales:

— Dos molinetes hidráulicos con barbotín para 9 m/min y 113 KN, tambor para 10 m/min., con tensión constante y 100 KN y cabirón para 20 m/min. y 70 KN (marcha rápida).

— Dos estopores para cadena de ancla de 56 mm. de diámetro.

— Dos chigres de amarre hidráulicos de 100 KN de tiro nominal con velocidades de amarre de 10 m/min. con tensión constante.

— Tres anclas "STOKES" de 3040 kg., c.u.

— 550 m. de cadena de 56 mm. de diámetro, calidad K-2.

— Un equipo de medida de la longitud de la cadena arriada situado en el puente de gobierno.

Cada buque va dotado de dos botes salvavidas cerrados, autoadrizables, con casco en poliester reforzado, construidos por la firma Pesbo. Tienen capacidad para 35 personas cada uno, y van propulsados por sendos motores diésel que les permiten alcanzar una velocidad de seis nudos. Sus dimensiones son 7,35 m. de eslora 2,55 m. de manga y 2,90 m. de altura máxima del bote cerrado.

Para maniobra de los botes se han instalado en cada buque dos juegos de pescantes de gravedad deslizantes/basculantes marca "Davit Company-Inmetusa". Están preparados para soportar el peso del bote con 35 personas embarcadas con un total de 5450 kg.

Lleva además, cada uno de los buques dos balsas salvavidas auto-hinchables, con capacidad unitaria para 16 personas marca Zodiac, así como el resto de los equipos reglamentarios de salvamento.

Las escalas reales, planchada de desembarco y pescantes de maniobra de las escalas, han sido construidos por Talleres Villarias.

HABILITACION

Los buques proyectados por la Oficina técnica de Juliana ofrecen una disposición de acomodaciones especialmente estudiada para un alto confort, con particular atención para obtener niveles mínimos de ruidos y vibraciones, para lo que va debidamente aislada la zona de cámara de máquinas, disponiéndose en la cubierta superior los espacios destinados a cámaras frigoríficas de víveres, lavandería y otros locales de servicio, así como la disposición de piso flotante en la cubierta primera de superestructura y en varios locales. Los niveles de ruido y de vibraciones cumplen las exigencias de IMO 1982 e ISO 1979 respectivamente. Los camarotes son individuales con aseo privado, estando además el buque dotado de hospital, cocina, comedores, salas de estar, oficinas, oficio, gimnasio, locales de cambio de ropa y otras instalaciones. Todos los espacios disponen de aire acondicionado excepto los aseos, que llevan ventilación por extractores eléc-

CUADRO III

AUXILIARES DEL CASCO

No.	EQUIPO	SERVICIO	MARCA	MODELO	CARACTERISTICAS
2	Electrobomb. centrif autocebadas	Lastre	HIDROTECAR	SIMS 125 18/440 + W	300 m³/h. 25 mca.
1	Separador agua/ac.	Sentinas	TURBULO	TEF — 55	5 m³/h.
1	Analizador y alarma 15 PPm	Separador sentin.	PASCH		Según normas IMO
1	Bomba de pistones, alternativa, duplex	Sentinas	ITUR	IPR — 180/	100 m³/h. 25 mca.
1	Electrobomb. engran.	Lodos	ITUR	RC — 1	3 m³/h. 30 mca.
1	Electrobomb. centrif. vert. autocebada	Baldeo, C.I. y sentinas	HIDROTECAR	SLMS b/ 80/280/2 + W	90 — 65 m³/h. 25 — 65 mca.
1	Electrobomb. centrif. vertical	Baldeo y C.I.	HIDROTECAR	SIMS 125/ 18/440 + W	70 m³/h. 65 mca.
1	Electrobomb. centrif. vert. autocebada	C.I. de emergencia	HIDROTECAR	SLMSb 80/ 280/2 + W	54 m³/h. 65 mca.
1	Generador de A.D.	Agua dulce desti.	ALFA—LAVAL	JVP — 36C	15,t./24 h.
1	Electrobomb. autoasp.	Agua caliente	ITUR	MZ — 311 "L"	2 m³/h. 15 mca.
1	Grupo hidroforo:				
	Bomba	Agua dulce	ITUR	MZ—413	5 m³/h. 40 mca.
	Calderín	Agua dulce	ITUR		1000 litros
1	Grupo hidroforo:				
	Bomba	Agua potable	ITUR	MZ — 314 — L	3 m³/h. 40 mca.
	Calderín	Agua potable	ITUR		600 litros
1	Equipo de vacío y planta tratamiento	W.C. y aguas residuales	EVAC/RED/FOX	SRM/350M	
1	Incinerador	Residuos cocina	LINDERGARD	SH — 20 — SM	450.000 Kcal/h.
1	Equipo Valv. cierre rápido	Varios	T. HERMAR	Varios	DN25 DN125
1	Equipo valv. asiento	Descarga al costado	T. HERMAR	Varios	DN 40 DN300
1	Equipo valv. y contra-válvulas mariposa	Tomas de mar	SIGEVAL	FG	DN350 y PN10
1	Equipo valv. mariposa telemandadas	Varios	SIGEVAL	FG	DN65 - 250 y PN10
1	Esterilizador de agua	Agua dulce	ITUR	REX/15/3 y REX/10/2	5000 l/h. y 3000 l/h.

tricos y la cocina y gambuza que llevan impulsión y extracción mecánica.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES

Sería prácticamente imposible detallar toda la maquinaria y equipos que incorporan estos interesantes buques. De los que no han encontrado cabida en los capítulos que hemos dividido esta descripción, no pueden dejar de citarse los siguientes, con los cuales cerramos esta descripción:

— Instalación antivibratoria para el sistema de exhaustación de motor propulsor y motores auxiliares, suministrada por Vibrachock.

— Sistemas de detección de incendios por detectores iónicos, uno para Cámara de Máquinas con 26 detectores, uno para bodegas, con 32 detectores y otro para acomodaciones con 19 detectores iónicos. En locales varios se disponen 2 detectores iónicos más y un detector de llama.

La instalación de detectores ha sido suministrada por SALWICO.

Instalación fija contra-incendios a base de CO_2 para Cámara de Máquinas, Panol de pintura, Local grupo emergencia, Local hélice de proa y bodegas de carga, compuesta por un total de 61 botellas de 45 kg. y suministrada por Macisa.

— Sistema de Teleniveles, suministrado por SIGEVAL, formado por instrumentos neumáticos de medida, indicadores y accesorios para medida continua de nivel de 14 tanques y temperatura de 4 tanques. Desde este mismo pupitre se controlan las válvulas y las bombas de lastre y sentinas.

— Instalación frigorífica para gambuzas, con dos grupos frigoríficos para 23.200 f/h. c/uno.

— Ventilación mecánica en espacios de carga, cámara de máquinas, locales de C.I., grupo de emergencia, etc.

— 40 tomas de corriente, normalizadas internacionalmente, para la conexión de los contenedores refrigerados en cubierta. Han sido suministradas por Proexa y cumplen con las normas CEE—17/2—3H.

— Dos pescantes Ferry para provisiones y servicio de popa.

ASTILLEROS

ACTIVIDAD DE LOS ASTILLEROS NACIONALES DURANTE EL MES DE SEPTIEMBRE DE 1987

NUEVOS CONTRATOS

Astilleros Ardeag.—«Albor Dos». Pesquero congelador de arrastre de 226 GT y 141 TPM. Armador: Esteve Galván, S. A., de España. Motor propulsor: VOLUND de 870 BHP a 425 rpm.

Astilleros del Atlántico.—Dos pesqueros palangreros congeladores de 335 GT y 230 TPM. Armador: Campo Pesca, S. A., de España. Motores propulsores: dos Caterpillar, tipo 3412T, de 432 BHP a 1.500 rpm cada uno.

Pesquero palangrero congelador de 335 GT y 230 TPM. Armador: Recursos Marinos, de España. Motores propulsores: dos Caterpillar, tipo 3412T, de 432 BHP a 1.500 rpm cada uno.

Astilleros de Huelva.—Pesquero congelador de arrastre de 122 GT y 100 TPM. Armador: Onupesca, S. A., de España. Motor propulsor: Guascor, tipo E318TA2SP, de 700 BHP a 1.800 rpm.

Pesquero congelador factoría de 1.100 GT y 1.160 TPM. Armador: Pesqueras Gabriel González, S. A., de España. Motor propulsor: Stork Werspoor, tipo 6SV-280, de 2.070 BHP a 750 rpm.

Tres pesqueros congeladores de arrastre por popa de 260 GT y 150 TPM. Armador: Marítima Polux, S. A., de España. Motor propulsor: Stork Werkspoor, tipo DRO-218K, de 800 BHP a 750 rpm.

Pesquero congelador factoría de 1.100 GT y 1.160 TPM. Armador: Marítima Polux, S. A., de España. Motor propulsor: Stork Werkspoor, tipo 6SV-280, de 2.070 BHP a 750 rpm.

«La Santina». Pesquero congelador de arrastre por popa de 219 GT y 170 TPM. Armador: Ramón Fernández Menéndez, de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo SBA-6M-528, de 870 BHP a 900 rpm.

«Tres de Agosto», «Doce de Octubre» y «La Española». Pesqueros congeladores de arrastre de 277 GT y 160 TPM. Armador: Mariscos Rodríguez, S. A., de España. Motor propulsor: Caterpillar, tipo 3512TA, de 1.060 BHP a 1.200 rpm.

Pesquero congelador de arrastre por popa de 207 GT y 150 TPM. Armador: Hermanos Garberi, S. A., de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo SBA-6M-528, de 870 BHP a 900 rpm.

Pesquero congelador de arrastre por popa de 207 GT y 150 TPM. Armador: Fina Tendero, S. A., de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo SBA-6M-528, de 870 BHP a 900 rpm.

Pesquero congelador de arrastre por popa de 321 GT y 225 TPM. Armador: Vidal Bocanegra, S. A., de España. Motor propulsor: Caterpillar, tipo 3512-TA, de 1.060 BHP a 1.200 rpm.

Balenciaga.—Pesquero congelador de arrastre de 417 GT y 270 TPM. Armador: Pesquera Areso, S. A., de España. Motor propulsor: M.T.M., de 1.000 BHP a 375 rpm.

Hijos de J. Barreras.—Dos pesqueros congeladores de arrastre por popa de 2.313 GT y 2.000 TPM. Armador: Friopesca, S. A., de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo SBV8M358, de 3.000 BHP a 375 rpm.

Pesquero congelador de arrastre por popa de 975 GT y 1.250 TPM. Armador: Pesquera Santodomingo, S. A., de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo SBV8M358, de 2.400 BHP a 300 rpm.

Pesquero congelador de arrastre de 1.448 GT y 1.250 TPM. Armador: Cotobad, S. A., de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo SBV8M358, de 2.400 BHP a 300 rpm.

Cuatro pesqueros palangreros congeladores de 300 GT y 250 TPM. Armador: Ezpata Arrain, S. A., de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo BA6M528, de 870 BHP a 900 rpm.

Cinco pesqueros congeladores de arrastre de 470 GT y 420 TPM. Armador: Pesquera Alvarez Castellano, S. A., de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo SBV6M628, de 1.450 BHP a 900 rpm.

Pesquero congelador de arrastre de 470 GT y 420 TPM. Armador: Exfaumar, S. A., de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo SBV6M628, de 1.450 BHP a 900 rpm.

Unión Naval de Levante. Factoría de Valencia.—Buque de cruceros de 6.152 GT y 930 TPM. Armador: Hoteles Marinos, S. A., de España. Motores propulsores: dos Echevarría/Wartsila, tipo 12V22HFD, de 2.650 BHP a 1.000 rpm, cada uno.

BOTADURAS

Astilleros Armón.—«Arpeco V». Pesquero congelador de arrastre por popa de 480 GT y 340 TPM. Armador: Arpeco, S. A., de Mauritania. Motor Propulsor: Caterpillar, tipo 3512, de 1.064 BHP a 1.200 rpm.

«Manama II». Camaronero congelador de 305 GT y 201 TPM. Armador: Inter Arika, S. A., de Panamá. Motor propulsor: Caterpillar, tipo 3512, de 1.064 BHP a 1.200 rpm.

Astilleros de Huelva.—«Figuereo Nueve». Pesquero congelador de arrastre por popa de 321 GT y 225 TPM. Armador: Pedro Figuereo Alonso, de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo SBA8M528, de 1.000 BHP a 750 rpm.

Balenciaga.—Pesquero congelador de arrastre de 417 GT y 270 TPM. Armador: Pesquera Areso, S. A., de España. Motor propulsor: M.T.M., de 1.000 BHP a 375 rpm.

Construcciones Navales P. Freire.—«Areasa Tres». Pesquero congelador de arrastre de 1.183 GT y 1.000 TPM. Armador: Pesquerías Area, S. A., de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo SBV6M358, de 2.000 BHP a 300 rpm.

Enrique Lorenzo y Cía.—«Nuevo Andes». Pesquero congelador de arrastre por popa de 472 GT y 314 TPM. Armador: Pesca Oeste, S. A., de España. Motor propulsor: Mirrles Blackstone, tipo ESL8, MARK2, de 1.329 BHP a 750 rpm.

Hijos de J. Barreras.—Pesquero congelador de arrastre por popa de 1.571 GT y 1.700 TPM. Armador: Marítima del Berbés, S. A., de España. Motor propulsor: Barreras/Deutz, tipo SBV8M-358, de 3.000 BHP a 375 rpm.

Juliana Constructora Gijonesa.—«La Rabida». Granelero de 8.277 GT y 11.940 TPM. Armador: Auxiliar de Transportes Marítimos, S. A. (AUXTRAMARSA), de España. Motor propulsor: Bazán/MAN, tipo 7L40/45, de 5.250 BHP a 600 rpm.

Naval Gijón.—«Arosa Doce» y «Arosa Trece». Bacaladeros de 807 GT y 750 TPM. Armador: S. A. Pesquera In-

dustrial Gallega (SAPIG), de España. Motor propulsor: Stork Werkspoor, tipo 8SW280, de 2.555 BHP a 700 rpm.

PRUEBAS OFICIALES/ENTREGAS

Astilleros Armón.—«Arpeco IV». Pesquero congelador de arrastre por popa de 480 GT y 340 TPM. Armador: Arpeco, S. A., de Mauritania. Características principales: eslora total, 39 m.; eslora entre perpendiculares, 32,5 m.; manga, 9 m.; puntal, 6,2/4 m., y calado, 3,75 m. Capacidad de bodegas: 390 m^3. Motor propulsor: Caterpillar, tipo 3512, de 1.064 BHP a 1.200 rpm. Velocidad en pruebas: 11,5 nudos.

«Manama I». Camaronero congelador de 305 GT y 201 TPM. Armador: Inter Arika, S. A., de Panamá. Características principales: eslora total, 34,5 m.; eslora entre perpendiculares, 30,45 m.; manga, 8,5 m.; puntal, 4,6 m., y calado, 3,5 m. Capacidad de bodegas: 250 m^3. Motor propulsor: Caterpillar, tipo 3512, de 1.064 BHP a 1.200 rpm.

Astilleros del Atlántico.—«Carvisa Tres». Pesquero palangrero congelador de 340 GT y 231 TPM. Armador: Carvisa, S. A., de España. Características principales: eslora total, 40,1 m.; eslora entre perpendiculares, 33,1 m.; manga, 8 metros; puntal, 6/3,8 m., y calado, 3,52 m. Capacidad de bodegas: 262 m^3. Motor propulsor: ABC, tipo 6MDXS, de 750 BHP a 750 rpm. Velocidad en pruebas: 12,35 nudos.

Astilleros Españoles. Factoría de Sestao.—Transporte de ácido fosfórico de 8.020 GT y 10.200 TPM. Armador: Ankroon Corp., de Liberia. Características principales: eslora entre perpendiculares, 126 m.; manga, 20,5 m.; puntal, 9,85 m., y calado, 7,3 m. Motor propulsor: AESA/B&W, tipo 7L35MC, de 5.320 BHP a 200 rpm.

Astilleros de Huelva.—«Erra-J». Pesquero congelador de arrastre por popa de 218 GT y 185 TPM. Armador: Onuba Pesquera, S. A., de España. Características principales: eslora total, 34,04 m.; eslora entre perpendiculares, 29,5 m.; manga, 7,7 m.; puntal, 5,4/3,4 m., y calado, 3,35 m. Capacidad de bodegas: 260 m^3. Motor propulsor: Echevarría/B&W, tipo 5L23/0, de 850 BHP a 825 rpm.

Astilleros de Huelva.—«Amasua Séptimo». Pesquero congelador de arrastre por popa de 403 GT y 178 TPM. Armador: Armadores de Buques Marisqueros, S. A., de España. Características principales: eslora total, 37,26 m.; eslora entre perpendiculares, 30,6 m.; manga, 8,6/5,65 m.; puntal, 3,5 m., y calado, 3,454 m. Motor propulsor: Echevarría/B&W, tipo 6L23/30DKV, de 1.100 BHP a 825 rpm. Velocidad en pruebas: 11,68 nudos. Capacidad de bodegas: 320 metros cúbicos.

Astilleros de Murueta.—«Itxas-Lur». Pesquero congelador de arrastre por popa de 1.000 GT y 1.221 TPM. Armador: Pesquerías Ormalarra, S. A., de España. Características principales: eslora total, 66,5 m.; eslora entre perpendiculares, 57 m.; manga, 11,2 m.; puntal, 7,1/4,7 m., y calado, 4,65 m. Capacidad de bodegas: 1.400 m^3. Motor propulsor: Echevarría/B&W, tipo 8L28/32DVO, de 1.950 BHP a 710 rpm.

Astilleros Zamacona.—«Ekaitz». Pesquero congelador de arrastre por popa de 375 GT y 250 TPM. Armador: Artalde, S. A., de España. Características principales: eslora entre perpendiculares, 32,8 m.; manga, 8,6 m.; puntal, 6 m., y calado, 3,75 m. Motor propulsor: Echevarría/B&W, tipo 6L23/30KVO, de 1.100 BHP a 825 rpm.

Balenciaga.—«Arretxu». Pesquero de arrastre al fresco de 137 GT y 76 TPM. Armador: Arretxu, S. A., de España. Características principales: eslora total, 24,2 m.; eslora entre perpendiculares, 20 m.; manga, 7 m.; puntal, 3,5 m., y calado, 3 m. Capacidad de bodegas: 91 m^3. Motor propulsor: Guascor, tipo F-318, de 600 BHP a 1.800 rpm.

Construcciones Navales Santodomingo.—«Sil». Pesquero congelador de arrastre por popa de 1.647 GT y 1.400 TPM. Armardor: Pescanova, S. A., de España. Características principales: eslora total, 78,5 m.; eslora entre perpendiculares, 70 m.; manga, 14 m.; puntal, 8,4/6 m., y calado, 5,2 m. Capacidad de bodegas: 1.600 m^3. Motores propulsores: dos Barreras/Deutz, tipo SBV8M628, de 1.925 BHP a 950 rpm, cada uno.

LA CONSTRUCCION NAVAL EN EL TERCER TRIMESTRE DE 1987

Según las estadísticas del Lloyd's Register of Shipping correspondientes al tercer trimestre de 1987, la cartera de pedidos de los astilleros mundiales ha aumentado en 489.398 GT durante ese período, quedando en 21.834.914 GT (ver INGENIERIA NAVAL, noviembre de 1987). Se prevé que más del 71 % de dicho tonelaje se entregará antes del final de 1988.

Se han contratado 2,9 millones de GT durante el trimestre que es, aproximadamente, 0,5 millones de GT más que la producción total durante ese período.

El número total de buques comenzado ha sido de 338 con 2.515.723 GT (2.199.236 GT en el trimestre anterior), el número de buques botados ha sido de 365, con 2.288.082 GT (2.425.667 GT en el trimestre anterior), y el número de buques entregados 344, con 2.347.165 GT (2.812.452 GT en el trimestre anterior).

Cartera de pedidos al 1 de octubre de 1987

Países	Núm.	GT
Corea del Sur	157	5.458.171 (+388.506)
Japón	304	5.449.098 (+157.252)
China (incl. Taiwán)	70	1.351.796 (—129.976)
Yugoslavia	55	1.199.946 (— 10.878)
Italia	86	1.074.410 (— 39.240)
Polonia	145	883.245 (— 28.874)
Brasil	64	873.692 (— 46.605)
Alimania Occidental	44	724.597 (+135.227)
Rumania	31	612.583 (— 94.421)
Finlandia	48	586.429 (+168.158)
Alimania Oriental	71	575.110 (— 16.479)
Dinamarca	55	485.600 (— 97.065)
India	88	472.276 (+ 3.136)
Francia	32	312.871 (+ 27.712)
Reino Unido	56	264.772 (+ 50.950)
España	181	247.115 (— 25.788)
Bulgaria	16	218.928 (+ 67.500)
TOTAL MUNDIAL	2.113	21.834.914 (+489.398)

Los mayores incrementos en las carteras de pedidos han correspondido a Corea del Sur, Finlandia, Japón y Alemania Occidental, mientras que se han registrado reducciones substanciales en las carteras de pedidos de China (+ Taiwán), Dinamarca y Rumania.

Los 1.222 buques en construcción alcanzan la cifra de 9.427.840 GT que es superior en 243.690 GT a la del trimestre anterior, y los 891 buques no comenzados alcanzan la cifra de 12.407.074 GT, que supone un aumento de 245.078 GT con relación al trimestre anterior.

Los petroleros y otros buques-tanque representan el 40,6 por ciento de la cartera de pedidos, los graneleros el 20,8 % y los cargueros el 22,4 %, mientras que los portacontenedores representan el 43,4 % (2,1 millones de GT) de la cartera total de pedidos de los cargueros.

Los transportes de gas licuado totalizan la cifra de 0,7 millones de GT, con una capacidad de 0,8 millones de metros cúbicos. El país que más contribuye a este tonelaje es Japón con más del 94 % del tonelaje y capacidad total.

El mayor buque entregado durante el trimestre fue el granelero/petrolero «Ruhr Ore» de 305.000 TPM y 171.924 GT, construido en el astillero China SB y que es el primero de dos buques para registro en Panamá. Los mayores petroleros han sido el «Kyuseki Maru» de 263.800 TPM (145.000 GT) y el «Cosmos Neptune» de 238.770 TPM (138.500 GT), construidos en los astilleros japoneses Mitsubishi e I.H.I., respectivamente. El mayor granelero entregado fue el «Suruga Maru» de 215.158 TPM y 107.943 GT, construido en el astillero japonés N.K.K. para NYK Line. Otros buques entregados en Japón durante el trimestre han sido el transporte de combustible nuclear «Pacific Pintail» de 5.087 GT, para Pacific Nuclears Fuels, que es el primer buque de su tipo que se construye fuera del Reino Unido para dicho armador.

En el astillero finlandés Rauma-Repola ha sido entregado a la URSS, para servicio en el Antártico, el buque rompehielos de investigación y suministro «Akademik Fyodorov» de 10.000 GT.

En el astillero Gdanska de Polonia ha sido entregado el «Pavlin Vinogradov» de 7.700 TPM y 4.500 GT que es el primero de 14 buques para transporte de madera, y en el astillero polaco Gdynia el ro-ro «Zeran» de 7.500 TPM y 6.000 GT, para armador nacional, que es el primero de cinco buques para servicio en el Mediterráneo.

En el astillero Bay de Estados Unidos se entregaron los dos primeros portacontenedores de la clase Z para el armador Sea-Land, «Sea-Land-Anchorage» y «Sea-Land-Tacoma», de 20.668 TPM y 15.785 GT, con una capacidad de 1.412 contenedores TEU.

Buques entregados en el tercer trimestre de 1987

Países	Núm.	GT
Japón	139	1.282.697
China (incluido Taiwán)	9	253.554
Corea del Sur	15	207.217
Dinamarca	12	103.520
Rumania	1	88.285
España	33	65.808
Italia	4	53.690
Polonia	16	46.335
Alemania Occidental	13	39.384
Estados Unidos	10	35.479
Rusia	1	32.264
Alemania Oriental	2	31.390
Yugoslavia	2	27.354
Reino Unido	9	26.059
TOTAL MUNDIAL	344	2.347.165

PUBLICACIONES

LOS TRANSPORTES MARITIMOS-1986

Acaba de publicarse el informe anual del Comité de Transportes Marítimos de la OCDE, en el que se examina la evolución de la situación en el campo de los transportes marítimos durante el año 1986 y, cuando ha sido posible, durante los primeros meses de 1987, situándola ante las tendencias a más largo plazo de los transportes marítimos y de los intercambios internacionales.

Como en años anteriores, el informe consta de capítulos dedicados a los hechos ocurridos en el campo de la política marítima, a la demanda de tonelaje, a la oferta de tonelaje y a los mercados de fletes. Describe principalmente la evolución de los problemas de política marítima, a nivel nacional e internacional, y en particular todo lo que tienda a salvaguardar y favorecer la competencia en el sector de los transportes marítimos de forma que pueda desarrollarse en condiciones de transparencia y de liberalización progresiva; pero se interesa también por la intervención de los poderes públicos, principalmente en los países en desarrollo y en los países con comercio de Estado, en los servicios de transporte marítimo internacional.

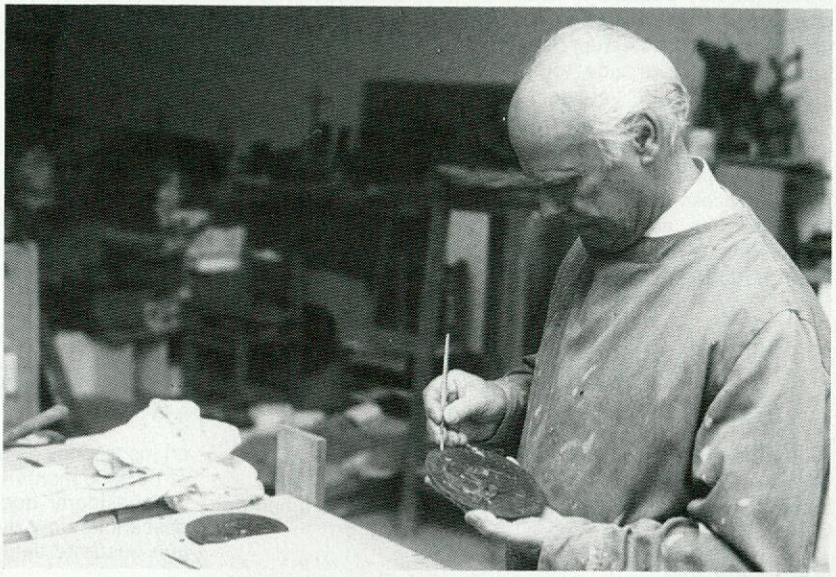
El capítulo I contiene un estudio de los hechos nuevos y cuestiones de política marítima nacional e internacional que el Comité de transportes marítimos ha conocido en 1986. Señala que, a pesar de un crecimiento notable, la demanda global de tonelaje no ha sido suficiente para restablecer el equilibrio en el mercado de los transportes marítimos en lo que se refiere a los buques tanque, graneleros y portacontenedores. Las flotas de los países de la OCDE han tenido que hacer frente a las intervenciones gubernamentales de los países en desarrollo y de los países con comercio de Estado, las cuales han limitado el libre acceso a las cargas. Asimismo, han tenido que hacer frente a las intervenciones gubernamentales de los países en desarrollo y de los países con comercio de Estado, las cuales han limitado el libro acceso a las cargas. Asimismo, han tenido que hacer frente a las políticas de fijación de tarifas no comerciales puestas en práctica por un determinado número de compañías marítimas de los países con comercio de Estado.

El capítulo II contiene un análisis de la evolución reciente de la demanda de tonelaje y de las hipótesis sobre la orientación que esta demanda podría tomar en 1987. Aunque el conjunto del tráfico marítimo internacional haya aumentado un 2 % en volumen, después del crecimiento nulo observado en 1985, el balance de 1986 es poco satisfactorio para los armadores. Medidos en toneladas × milla, los resultados de 1986 deberían ser más alentadores puesto que señalan un aumento del 5,4 % frente a una disminución del 2,3 % en 1985. Sin embargo, se señala que esta mejora se debe casi totalmente al crecimiento de las cargas de petróleo. La neta mejora registrada durante un corto período en el sector de buques tanques ha dado lugar a que vuelvan a entrar en servicio un número importante de unidades, hecho que, asociado a los controles más rigurosos ejercidos sobre la producción petrolífera, ha tenido como efecto crear para los armadores una situación tan poco rentable como la de 1985. En lo que se refiere a 1987, el mercado del transporte marítimo petrolero, caracterizado siempre por una oferta excedentaria, entra en un nuevo año de incertidumbre pues es difícil evaluar la incidencia que tendrá la decisión tomada en diciembre de 1986 por los países de la OPEP en materia de precios y de niveles de producción.

Por el contrario, la evolución en el sector de graneles secos ha sido decepcionante. Debido a la flexión de la producción siderúrgica en la casi totalidad de los grandes países industrializados y a la muy fuerte disminución de las entregas de cereales por mar, imputable a mejores cosechas que han reducido las necesidades de importación, el tráfico marítimo, para las tres principales mercancías secas transportadas a granel —mineral de hierro, carbón y cereales— acusa una disminución de un 5 % aproximadamente, tanto en volumen como en toneladas × milla. Otras cargas, incluidas las de las líneas regulares, parecen haber marcado una progresión muy ligera. Para 1987 no hay que esperar una inversión de la tendencia en los mercados de graneles secos, dado que ninguno de los principales productos en cuestión tiene posibilidad de suscitar un enderezamiento de la demanda de tonelaje capaz de absorber el excedente que representa de un 15 a un 20 % de la flota actual de graneleros. Para la flota de buques de línea, las perspectivas para 1987 no son brillantes, dado que la diferencia entre la capacidad disponible en contenedores y la demanda de transporte debería

(Pasa a la pág. 582.)

LA MEDALLA DEL PREMIO GREGORIO LOPEZ BRAVO DE INGENIERIA NAVAL



Un proceso creativo del escultor Venancio Blanco

Esta es la medalla del Premio Gregorio López Bravo de Ingeniería Naval, original del escultor Venancio Blanco. Una obra nacida de las manos de uno de los principales valores de la escultura contemporánea que hace un par de meses nada más aceptó la ejecución de esta obra, pequeña en tamaño pero con el mismo proceso creativo de otra obra escultórica de mayores dimensiones. Hemos asistido paso a paso al proceso de realización de esta medalla y hemos tenido ocasión de conversar con el artista que nos ha desvelado el interesante mundo de la creatividad plástica. Desde el momento mismo de aceptar el trabajo, Venancio Blanco comenzó a contemplar fotografías del personaje que da nombre al premio convocado, Gregorio López Bravo, de esa contemplación nacieron dibujos, esbozos, emplazamiento de la cabeza en el círculo de la medalla, distribución de letras, abultamientos, formas valoradas sobre otras y desaparición de otras zonas consideradas como anécdotas. Un trabajo lento y que poco a poco va enriqueciendo el concepto de la medalla. En el reverso, estudios de espacios y cuerpos, líneas de fuerzas en las que cabe ver proas, velas, ángulos... es igual, de todo ello puede haber realmente en ese reverso que muestra igualmente el emblema de la Asociación de Ingenieros Navales de España.

La medalla, antes de configurarse del todo, no solamente dio lugar a varias docenas de dibujos y esbozos gráficos. También la forma produjo sus ensayos en materias varias: desde la cera, a la escayola, incluso se hicieron pruebas de algunas versiones en bronce, materia definitiva que iba a tener la medalla. Es importante para el artista convencerse ante las diversas apariencias que la obra adquiere en unos y otros materiales. Una visión realista del retrato de Gregorio López Bravo, parece era lo más indicado, pero el retrato no es único ni mucho menos, es una fotografía. El retrato en el arte presenta y puede presentar infinitas soluciones y ejemplos. El artista tiene

su visión y su personalidad. Compaginar, hacer compatible ambas cosas con el parecido del espíritu y la psicología del personaje retratado es lo que lleva al éxito. La medalla del Premio Gregorio López Bravo de Ingeniería Naval que hoy traemos a nuestras páginas es una obra bien hecha, realizada sin regateos de esfuerzos y con la honestidad que preside toda la producción artística de Venancio Blanco, un virtuoso de la escultura, un excelente dibujante, un artista preparado técnicamente que se ha creado su propio proceso de elaboración y análisis de formas, adaptación a su peculiar manera de hacer. Venancio Blanco parte de la idea o del tema y elabora sus elementos y sus datos. Después dibuja en su pensamiento y más tarde concreta esos dibujos con líneas y sombras, con luces y huecos. Así, el dibujo de Venancio Blanco se forma primero en su mente antes que en el papel y la escultura cobra su apariencia, de igual manera, antes en el dibujo que en la materia corpórea que ocupa un lugar real en el espacio.

Así, vimos en cierto momento del proceso varias versiones de retratos de Gregorio López Bravo en cera teñida de color cercano al del bronce, versiones realizadas en escayola con la efigie realizada conforme al más fiel parecido realista. Después, otras versiones presentaban como intentos de someter el retrato a estudios de huecos que definen ya perfectamente la escultura de Venancio Blanco en su larga y rica trayectoria. Finalmente la muestra definitiva, ejemplo de integración de todos los ensayos anteriores, pues ningún paso dado en la elaboración de una escultura o de un relieve, como es el caso que nos ocupa y en el que nos fijamos de manera especial en esta ocasión, resulta ocioso o estéril al contemplar el final, la obra escogida. Porque esa obra tiene algo de todos esos momentos intermedios incorporados con plena identidad a la medalla definitiva.

Francisco Prados de la Plaza

(Viene de la pág. 580.)

aumentar de nuevo, a pesar de un aumento del volumen de las cargas.

El capítulo III examina la evolución de la flota mundial en 1986, que ha registrado una reducción del 2,7 % en arqueo bruto y del 4 % en toneladas de peso muerto (12 millones de TPM). Esta reducción que es la más fuerte registrada hasta la fecha, excepto en tiempos de grandes conflictos, ha hecho bajar el tonelaje en casi un 5 % con relación a la cifra record de 1982. Esta disminución se explica esencialmente por una nueva reducción de la flota petrolera mundial, así como por la fuerte contracción de la flota de transportes mixtos y de buques cargueros convencionales. Las flotas bajo pabellón de los países miembros de la OCDE han registrado un retroceso espectacular mientras que las flotas de un pequeño número de países en desarrollo han progresado de forma que los países en desarrollo con economía de mercado han podido alcanzar, con tres años de anticipación, el objetivo consistente en controlar el 20 % del tonelaje mundial al final de la Tercera Década para el desarrollo.

Los mercados de fletes (tratados en el capítulo IV) han reflejado las interacciones de la oferta y la demanda en 1986 y sus repercusiones sobre los principales mercados de fletes. En lo que concierne a los mercados de graneles secos las tasas de fletes han caído a niveles por debajo de lo previsto, y, en ciertos casos, son inferiores a los de hace 35 años. En el sector de buques tanques las tasas han estado casi estancadas a un nivel muy bajo hasta julio, para alcanzar a finales de agosto un valor igual al doble de las existentes el año anterior, continuando en septiembre su progresión para a partir de entonces hundirse de nuevo el mercado de forma que al final del año las tasas de fletes no se diferencian apenas de las de los años anteriores a pesar de una mejora del volumen total transportado. Debido a la sobrecapacidad persistente en los tráficos de líneas regulares, ha sido casi imposible durante 1986 mantener las tasas estables. Globalmente se puede considerar que en 1987 las tasas de fletes continuarán descendiendo y que la recuperación general se hará esperar aún bastante tiempo.

El capítulo V muestra cómo han evolucionado los principios comunes de la política marítima a lo largo de los años y analiza el grado de importancia de los dos nuevos instrumentos adoptados el 13 de febrero de 1987 por el Consejo de la OCDE. Estos instrumentos constituyen el fundamento de la nueva actitud, común y coherente, de los países Miembros con respecto a la política marítima internacional y de las relaciones con los países exteriores a la Organización. Como anexos a este capítulo figuran el texto de la Recomendación sobre los principios comunes de la política marítima en intención de los países Miembros, y el de la Resolución concerniente al dar a la citada Recomendación y a los trabajos a emprender para extender y hacer más eficaces los partes del Código de la liberación de las operaciones invisibles corrientes relativas a los transportes marítimos.

En el capítulo VI se encuentra un estudio de los diversos tipos de medidas proteccionistas en uso actualmente en los países en desarrollo sobre los tráficos internacionales. En el anexo I figura un inventario detallado de estas medidas por países, y en los anexos II y III se citan los países que practican directa e indirectamente el privilegio de pabellón.

El texto se acompaña de un anexo estadístico que agrupa, a partir de fuentes muy diversas, los datos esenciales de los intercambios marítimos, la evolución de la flota mercante mundial por pabellón, tonelaje, edad y fletes marítimos, tanto globalmente a largo plazo como de una manera más detallada para los próximos dos o tres años.

«Los transportes marítimos 1986». 226 págs. OCDE. París 1987.

INGENIERIA NAVAL

REVISTA TECNICA DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES DE ESPAÑA

TOMO LV - AÑO 1987

INDICE

Págs.

ENTREVISTA

Con el Rector de la Universidad Politécnica de Madrid, D. Rafael Portaencasa Baeza, por **Francisco Prados de la Plaza** 110

Con D. Manuel García Gil de Bernabé, Presidente de CONSTRUNAVES, por **Francisco Prados de la Plaza** 204

Con D. Fernando García Tomás, Presidente de INDUNARES, por **Francisco Prados de la Plaza** 252

Con D. Juan María Gómez de Mariaca y Alonso Celada, Presidente de ANAVE, por **Francisco Prados de la Plaza** 362

COMENTARIO DE ACTUALIDAD

XXVI Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval..... 2

Un Plan para una década 64

La construcción naval española en 1986 156

El ingeniero naval: presente y futuro 208

Premio «Gregorio López Bravo» 256

Los ingenieros navales también solicitan la correcta aplicación de la Ley de Atribuciones..... 258

Mesa redonda sobre contaminación marina, por **Luis Pérez Rojas** 260

6.ª WEMT'87, por **L. Mazarredo** 366

Reunión-coloquio sobre el sector marítimo..... 536

DOCUMENTO

Programa de actuación de la Comisión de asuntos técnicos profesionales de la Asociación y el Colegio Oficial de Ingenieros Navales..... 9

Págs.

Directiva del Consejo de la CEE sobre ayudas a la construcción naval 113

La construcción naval española en 1986 435

DISCURSOS

Del Comisario Sutherland con motivo del 50 Aniversario de la AWES 296

Del Presidente del Instituto de la Ingeniería de España, D. Manuel García Gil de Bernabé, en el acto de clausura del 5.º Congreso de los Ingenieros del I.C.A.I. . 300

ARTICULOS

Sobre las superficies regladas y el desarrollo de las superficies desarrollables, por **Víctor Villoria San Miguel**..... 14

Nuevas técnicas constructoras para buques menores de 50 metros de eslora, por **José Luis Caparrós Buendía** 19

Reglamentación en la industria mar adentro, por **Manuel Moreu Munaíz** y **Arturo Muiña Domíngez**. 25

Selección de formas para la Serie BAZAN-82 (fragatas y corbetas), por **Honorio Sierra** 66

Sobre la enseñanza de la Ingeniería Naval, por **Luis de Mazarredo** 73

La construcción naval en la pasada legislatura y directrices para el futuro, por **Francisco Angulo Barquín** 79

Estudio de las causas anormales de las diferencias entre las cantidades de origen y destino de productos petrolíferos objeto de transporte marítimo y medidas que podrían adoptarse para su reducción, por **José Antonio Martínez Ortiz de Landaluce** 84

El sistema SINGLAR, un sistema totalmente informatizado que integra el tratamiento de la información generada en el desarrollo del proyecto de un buque, por **Antonio Crucelaegui Corvinos, Rogelio Rodríguez Cano** y **José Miguel Mangas Cataño**... 125

Págs.

Un nesting elemental, por **Jesús María Porres Ituarte** ... 143
Transformación de carenas por variación del coeficiente de la Sección Maestra, por **Joaquín Ramírez García** ... 170
Soldadura: procesos, consumibles y costes en astilleros medianos y pequeños, por **Antonio Gómez Moreno** ... 174
Las multas y los premios en los contratos de construcción naval, por **Ricardo Alvariño Castro** ... 211
Fe de erratas de «La construcción naval española en 1986» ... 213
Análisis general sobre acciones de adecuación tecnológica y organizativa en el subsector de medianos y pequeños astilleros, por **Antonio Sánchez-Jáuregui Martínez** ... 224
Nueva tecnología en construcción naval ante las aplicaciones metalúrgicas del láser, por **Juan Fernández de Palencia y Roc** ... 220
Contaminación marina por petróleo e hidrocarburos, por **Fernando Robledo de Miguel** ... 263
El Convenio Internacional MARPOL 73/78, por **Francisco Archanco Fernández** ... 266
Ajustes de funciones por mínimos cuadrados (caso no lineal) mediante la aplicación del algoritmo de Rosenbrock, por **Alfonso Osorio de Rebellón Dorda** 305
El sistema de «Garantía de Calidad» y su problemática de implantación, por **Emilio Sánchez Jiménez** ... 310
El crédito oficial y la financiación a la construcción naval en España, por **José Ignacio de Ramón** ... 314
Módulos de armamento, por **Juan Ramón Calvo Amat** ... 320
Comentarios sobre algunos códigos de O.M.I., por **Luis Pérez Rojas** ... 372
Puente flotante sobre el Estrecho de Gibraltar, por **Ignacio Díez de Ulzurrun** ... 385
La maniobrabilidad del buque pesquero, por **Antonio Baquero** ... 394
La conversión de petroleros en unidades flotantes de almacenamiento, producción y descarga de crudo, por **M. de Oña Compán** y **F. Yllescas Ortiz** ... 405
Reflexiones acerca del exceso de flota y capacidad de construcción naval, por **J. B. Parga** ... 483
Segunda fase del programa ESPRIT, por **Francisco Fernández González** ... 484
Proyectos piloto de la CEE sobre la lucha contra la contaminación marina por hidrocarburos, por **Luis Pérez Rojas** ... 490
Los microprocesadores y el control de procesos distribuidos en la automación de instalaciones navales, por **Amable López Piñeiro** ... 499
Criterios de elección de los materiales compuestos en la construcción naval, por **Fulgencio García Hernández** ... 513
Variación en posición vertical del centro de carena, por **Joaquín Ramírez García** y **José Miguel Mangas Cataño** ... 543
Predicciones de vibraciones en buques, por **J. L. González Díez** ... 548

TRAFICO MARITIMO

El registro especial de matriculación de naves en Canarias, por **Miguel Pardo Bustillo** ... 237
La Marina Mercante Soviética, por **Miguel Pardo Bustillo** ... 284
Participación de nuestra bandera en el comercio marítimo con el exterior. Año 1985 ... 330
El diagnóstico y la racionalización de la gestión de la empresa marítima, por **Miguel Pardo Bustillo** y **Federico Esteve Jaquotot** ... 410
La reconversión de la marina mercante, por **Miguel Pardo Bustillo** ... 520
El siniestro del ferry ro-ro «Herald of Free Enterprise», por **Ricardo Alvariño Castro** ... 523
Ahorro energético en la Marina Mercante, por **Miguel Pardo Bustillo** ... 562

HISTORIA

El primer tratado europeo de construcción naval, por **Luisa M. Merás** ... 186
Acerca de la medición del meridiano, por **María Pilar de San Pío** ... 239
Tráfico comercial prehistórico, por **Olga Vallespín Gómez** ... 285
El tratado de construcción naval de Juan Escalante de Mendoza, por **Luisa M. Merás** ... 525
Tráfico comercial prehistórico (II): navegación, rutas y vías, por **Olga Vallespín Gómez** ... 564

PAGINA JURIDICA

Por **José Antonio Ferrer Sama** ... 189
Por **José Antonio Ferrer Sama** ... 242
Por **José Antonio Ferrer Sama** ... 289
Ley de Atribuciones, por **José Antonio Ferrer Sama** 335
Seguridad Jurídica, por **José Antonio Ferrer Sama**. 416
El arbitraje de equidad en la práctica, por **Pedro Suárez Sánchez** ... 524
Seguridad e higiene en el trabajo, por **José Antonio Ferrer Sama** ... 567

NOTICIAS

BARCOS

Petrolero económico ... 36
Nuevos buques factoría ... 36
El mayor granelero del mundo ... 36
«Cabo Negro», «Cabo Blanco», «Cabo Sim», «Cabo Ghir» y «Cabo Noun» ... 101
«Hermanos Touza» ... 101
Transporte de productos de petróleo y químicos ... 103
Granelero con dos hélices ... 147
Transporte de productos químicos ... 149
Portacontenedores con alojamientos a proa ... 192
Nuevo proyecto de petrolero de productos ... 290
Nuevas series de buques ... 290
Petroleros construidos en EE.UU. ... 336
Segunda versión de un granelero ... 337
Frigorífico de 5.500 TPM ... 418
Buques polivalentes de 8.000 TPM ... 570

Págs.

ASTILLEROS

Directiva sobre ayudas a la construcción naval 37
Actividad de los astilleros nacionales durante el mes de octubre de 1986 37
Estadísticas de la O.C.D.E. 38
Contrato de portacontenedores 104
Actividad de los astilleros nacionales durante los meses de noviembre y diciembre de 1986 105
La construcción naval mundial en el cuarto trimestre de 1986 según el Lloyd's Register 150
Recepción de buques en Corea 151
Venta de submarinos 151
Actividad de los astilleros nacionales durante los meses de enero y febrero de 1987 193
La construcción naval mundial en 1986 194
Agrupación en Dinamarca 195
Retrasos en las entregas 195
Buscando economías 195
Anulaciones en Japón 195
Actividad de los astilleros nacionales durante el mes de marzo de 1987 246
La construcción naval en el primer trimestre de 1987 .. 246
Estadísticas de la O.C.D.E. 247
Ayudas en Países Bajos 248
Contratación de ingenieros 248
Quiebra de astilleros 248
La situación en Alemania 249
Mejora de los costes estructurales 249
Postura sindical 249
Buscan asistencia técnica 249
Actividad de los astilleros nacionales durante el mes de abril de 1987 291
Ayudas en Países Bajos 292
Propuesta sindical 292
Ayudas a Alemania 293
Pérdidas en Japón 293
Actividad de los astilleros nacionales durante el mes de mayo de 1987 339
AESA contrata un petrolero para Francia 340
... y treinta pesqueros para Marruecos 340
Actividad de los astilleros nacionales durante el mes de junio de 1987 420
Estadísticas de la O.C.D.E. 422
El mercado de la construccion naval 422
Actividad de los astilleros nacionales durante los meses de julio y agosto de 1987 528
La construcción naval en el segundo trimestre de 1987 529
Estadísticas de la O.C.D.E. 530
Primas a la construcción naval 531
Actividad de los astilleros nacionales en el mes de septiembre de 1987 578
La construcción naval en el tercer trimestre de 1987 .. 579

TRAFICO MARITIMO

El nuevo Plan de la Marina Mercante francesa 39
La flota mundial según el Lloyd's Register 40
Economía en la explotación 41
Política marítima comunitaria 107
Pérdidas en las sociedades en comandita 152
Peticiones de los armadores británicos 152
Ayuda a los armadores en Francia 195
La O.C.D.E. y el proteccionismo marítimo 196
Estudio sobre petroleros 250
Pérdidas en plataformas 250
Petición de ayudas 250
El mercado de nuevas construcciones 293
Crédito para armadores nacionales 532

REUNIONES Y CONFERENCIAS

Asamblea General de ANAVE 41
Congreso del CIMAC 108
Rectificación y ampliación a la reseña del Simposio sobre «off-shore» 152
Agenda 153
Agenda 200
XXVII Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval 294
Agenda 294
XXVII Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval 424
Décima Asamblea General de ANAVE 425

PUBLICACIONES

Bibliografía 61
Unidades ligeras de combate 107
Nuevos Reglamentos del Germanischer Lloyd para técnica submarina 154
Guía de compradores 198
Bibliografía sobre producción 198
Guía actualizada sobre pinturas 198
Reglas sobre estiba y trincado de contenedores 198
Nueva edición del Reglamento de Bureau Veritas 199
Notas informativas del Bureau Veritas 199
Bibliografía 201
Los transportes marítimos-1986 580
Bibliografía 586

VARIOS

Clasificación de la resistencia a las colisiones 46
Actualización del Anuario del Colegio Oficial de Ingenieros Navales 47
En la jubilación de un buen compañero 108
Nuevas Licencias FORAN 108
Asociación de antiguos miembros de la M.N.U. e I.M.E.C.A.R. 200
Uso del acero-TM en construcción naval y tecnología «off-shore» 293
Programa de ordenador del Germanischer Lloyd 294
Nueva fábrica de motores diesel 340
Homenaje a un constructor naval 429
Medalla para el Premio «Gregorio López Bravo» de Ingeniería Naval 486
Fantasía poética de la construcción naval en la pintura de María Antonieta Laviada, por **Francisco Prados de la Plaza** 487
La medalla del Premio «Gregorio López Bravo», por **Francisco Prados de la Plaza** 581
Indice general 583

BIBLIOGRAFIA.—Diciembre 1987

13.—MECANICA (incluyendo la mecánica de fluidos, la resistencia de materiales y ondas materiales en general)

2.671. **Method to reduce vibration in superstructure living quarters** (en ruso).
I. Belov y A. Yemelyanov.
«Sudostroenie». Diciembre 1984.

2.672. **On the vibration of stiffened shell structure** (en japonés).
I. Michimoto y otros.
«Journal of the Society of Naval Architects of Japan». Diciembre 1983.

2.673. **Vibration of plate with mass-spring systems** (en japonés).
O. Watanabe y otros.
«Journal of the Society of Naval Architects of Japan». Diciembre 1983.

2.674. **Ventilateur de tunnel routier: cassures de rotor**
H. de Leiris y R. Waeckerle.
«Bulletin Technique du Bureau Veritas». Noviembre 1984.

2.675. **Deux cassures liees a des defauts hors du commun.**
R. Waeckerle y otros.
«Bulletin technique du Bureau Veritas». Octubre 1984.

2.676. **Mesure de contraintes residuelles par difraction X. Aplications.**
G. Maeder.
«Bulletin Technique du Bureau Veritas». Noviembre 1984.

2.677. **Systematic fatigue failure of the reversing-reduction gear's primary shaft of several coastal launches.**
H. de Leiris y R. Waeckerle.
«Bulletin Technique du Bureau Veritas». Octubre 1984.

2.678. **Work-hardening and ageing of steel plates or steels.**
J. Thomas y otros.
«Bulletin Technique du Bureau Veritas». Octubre 1984.

2.679. **Vibrations of sumerged structures with cyclic symmetry.**
J. Allouche y otros.
«Institut de Recherches de la Construction Navale». CI-85.11. 1985.

2.680. **«Synthetic sound» foretells good histening.**
«Veritas». Enero-febrero 1986.

2.681. **Optimal self-propulsion of a deformable prolate shperoid.**
T. Miloh.
«Journal of Ship Research». Junio 1983.

2.682. **A note on the evaluation of the wave resistance of two-dimensional bodies from measurements of the downstream wave profile.**
J. Duncan.
«Journal of Ship Research». Junio 1983.

2.683. **Application of the folding hinge model for investigating single-cell box girders when stressed by temperature fields** (en alemán).
W. Kissing y U. Kaftan.
«Schiffbauforschung». Núm. 4, 1982.

2.684. **Approximation and error estimation for the treatment of statical and dynamical problems involving plates** (en alemán).
W. Eichholz y H. Pfau.
«Schiffbauforschung». Núm. 4, 1982.

2.685. **Static and dynamic buckling of pressure loaded, ring stiffened cylindrical shells.**
G. Smitses e I. Sheiman.
«Journal of Ship Research». Junio 1983.

2.686. **Deformación de paneles sometidos a fuertes cargas.**
H. Matthies y H. Payer.
«Forschungszentrum des Deutschen Shiffbau». Núm. 114, 1981.

2.687. **Factors affecting the load carrying capacity of plates in compression.**
M. Kmiecik.
«Schiffbauforschung», Núm. 4, 1982.

2.688. **Double-precision evaluation of the oscillatory source potential.**
J. Newman.
«Journal of Ship Research». Septiembre 1984.

2.689. **A finite-element solution of thermal distorsion with applications to thrust bearings.**
J. Ma.
«Journal of Ship Research». Diciembre 1984.

2.690. **Plastic reserve strength of rectangular plates.**
C. Chu y W. Vorns.
«Journal of Ship Research». Septiembre 1984.

2.681. **Improvement of design and materials by failure analysis and the prognostic approach to reliability.**
O. Scott y A. Smith.
«British Ship Research Association». Abstract 41, 827.

2.692. **Failure analysis of propeller blade.**
Y. Ino e Y. Tatara.
«Nippon Kokan Technical Bulletin». Vol. 2, 1984.

2.693. **An approximation of spatial stability and transition calculations of a laminar boundary.**
G. Kuiper.
«International Shipbuilding Progress». Marzo 1985.

2.694. **Torsional modulus of materials used for small propeller shafts.**
G. Hindmarsh.
«British Ship Research Association». Report número 8-82. Julio 1982.

2.695. **Método de los elementos finitos para el cálculo de mecánica de fluidos.**
B. Haggblad y M. Mattsson.
«Boletin ASEA». Vol. 45, n.° 1, 1983.

2.696. **Must the computer change everything** (en alemán).
«Schiff und Hafen». Agosto 1983.

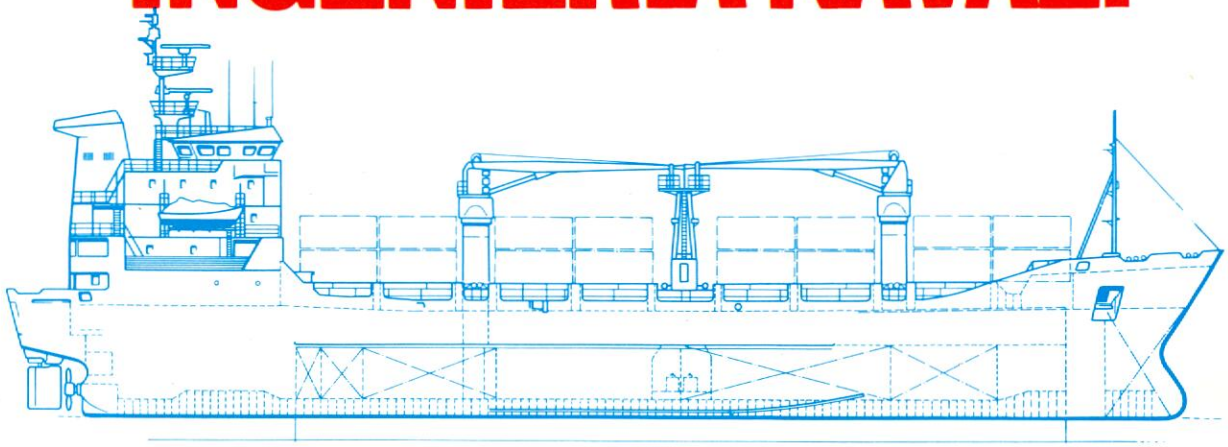
2.697. **Fatigue crack propagation under service loading (1st. report). Comparison of fatigue crack propagation behaviour under random loading with that under block loading** (en japonés).
S. Machida y otros.
«Journal of the Society of Naval Architects of Japan». Diciembre 1983.

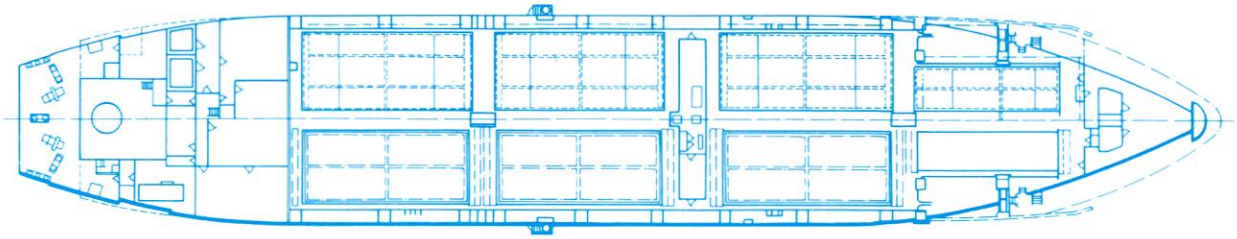
2.698. **A study of hysteresis loops in strain cycling fatigue and life estimation** (continued report).
Behaviour of hysteresis loops at 288°C (en japonés).
K. Iida y otros.
«Journal of the Society of Naval Architects of Japan». Diciembre 1983.

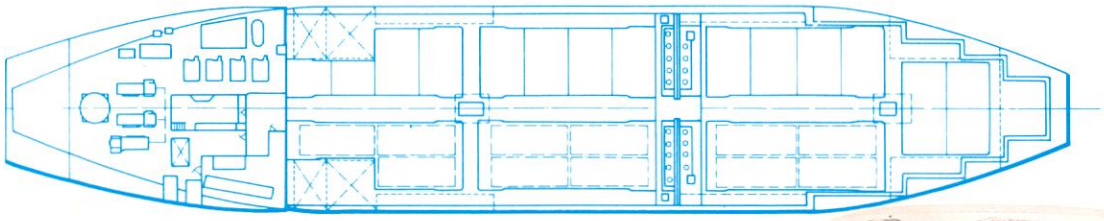
2.699. **Fatigue life under random loading (2nd report). Relationship between stress-strain response under random loading and miner's cumulative damage law** (en japonés).
J. Yagi y otros.
«Journal of the Society of Naval Architects of Japan». Diciembre 1983.

2.700. **Flambement elastique de cylindres sous pression externe.**
R. Giribone y otros.
«Bulletin Technique du Bureau Veritas». Octubre 1983.

ACEITES MARINOS CS. INGENIERIA NAVAL.







Los motores de las modernas flotas, exigen medios modernos en materia de lubricación. Los laboratorios CS trabajan en este sentido, ofreciendo soluciones de alta tecnología en todos sus aceites marinos.

El resultado de este programa intensivo de investigación, son productos de alta calidad, como ATLANTA, DISOLA, TALUSIA y AURELIA. Estos aceites tienen garantizado el suministro, asistencia técnica y calidad en cualquier puerto del mundo, al estar avalados por el servicio internacional LUB MARINE.

Aceites marinos CS:
Alta tecnología para la industria naval.

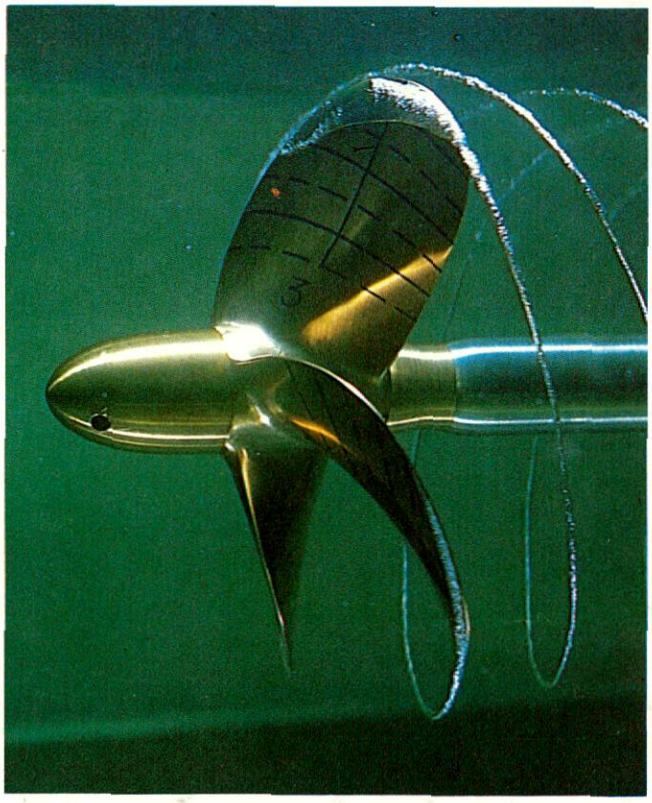
Canal de Experiencias Hidrodinámicas

Carretera de la Sierra, s/n.
28048-EL PARDO (Madrid)
(91) 736 02 00
Télex: 43064 CAN E
(España/Spain)

Fue creado en 1930, siendo en la actualidad un organismo autónomo, dependiente del Ministerio de Defensa. Su finalidad es el estudio, experimentación e investigación de los aspectos hidrodinámicos de la Construcción Naval, tanto militar como mercante o pesquera.

Sus actividades comprenden la experimentación con *modelos a escala de carenas y propulsores, así como* el proyecto de los mismos, con el fin de conseguir un óptimo comportamiento hidrodinámico del buque en su conjunto.

El efecto combinado del alto costo de los combustibles marinos y de la crisis del Sector Naval da cada vez mayor relevancia a los trabajos de investigación hidrodinámica que se realizan en el Canal, y que contribuyen decisivamente a la mejora de las condiciones de explotación de los buques que en él se ensayan, ya que permiten disminuir sensiblemente su consumo energético, por la menor resistencia al avance y el mejor rendimiento del propulsor.



El Centro realiza sus trabajos por encargo de sus clientes, nacionales o extranjeros, con destino a todo tipo de buques.

El C.E.H., en su continuo esfuerzo de modernización, ha comenzado los trabajos de construcción de un Laboratorio para Ensayos de Comportamiento del Buque en la Mar, Maniobrabilidad e Ingeniería Oceánica, estando también prevista la construcción de un Canal de Agua Circulante, apropiado para la experimentación de artes de pesca, el estudio de líneas de corriente, etc.