AÑO LIII - NUMERO 605
NOVIEMBRE 1985

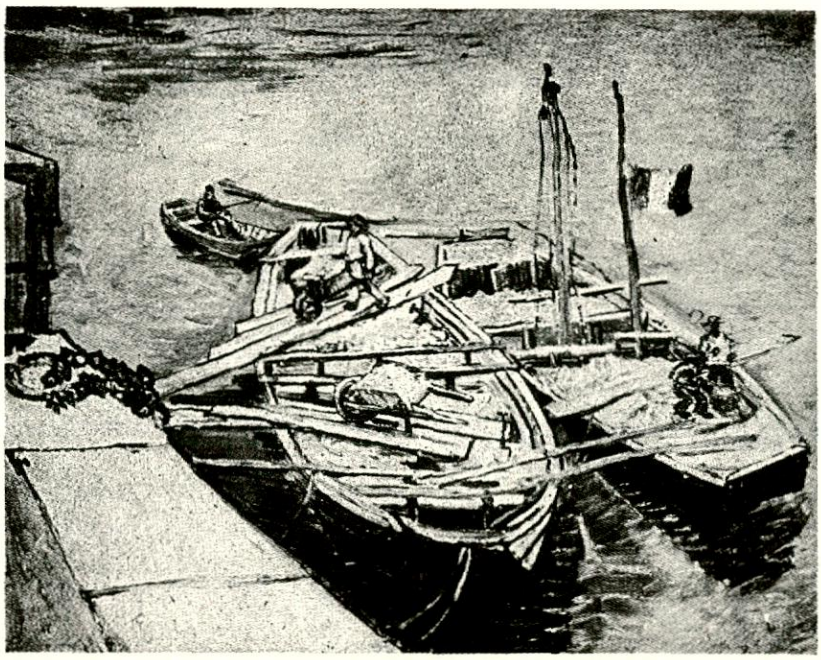
Ingenieria Naval

dfc

CAPACIDAD y COMPROMISO.

- Nuevas construcciones.
- Off-shore.
- Reparaciones y grandes transformaciones.
- Motores y equipos marinos.
- Investigación y proyectos.

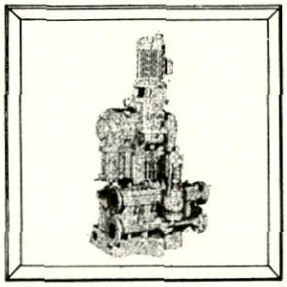
dfc DIVISION DE CONSTRUCCION NAVAL GRUPO I.N.I.

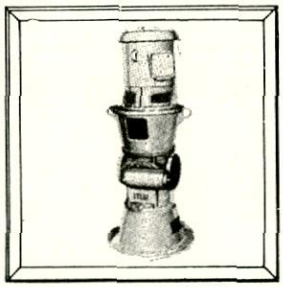


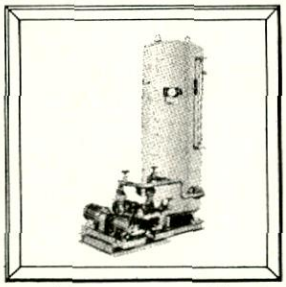
Muelle del Ródano.
VINCENT VAN GOGH

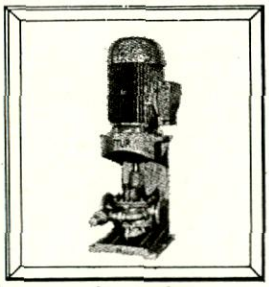
Bombas para la marina con una firma de relieve.

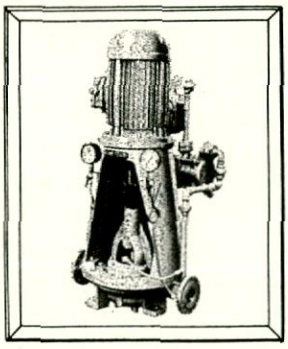
Van Gogh, una firma de relieve reconocida internacionalmente en el mundo del arte.











Así es también ITUR, un prestigio creciente, con más de 60 años al servicio de la industria naval y cubriendo todas las necesidades de bombeo que pueden presentarse en un buque:

Lubricación y refrigeración, por agua salada o dulce, de los motores principales. Trasiego de combustibles. Achique de sentinas, lastre, baldeo y contra-incendios.

Limpieza del parque de pesca, circulación de viveros y *salmuera, bombeo de vísceras* y residuos de pescado, en los modernos buques factoría y atuneros congeladores.

Equipos hidróforos de agua a presión, salada o dulce. Servicios de calefacción y de aire acondicionado, etc.

Solicite más amplia información a su proveedor habitual o al fabricante

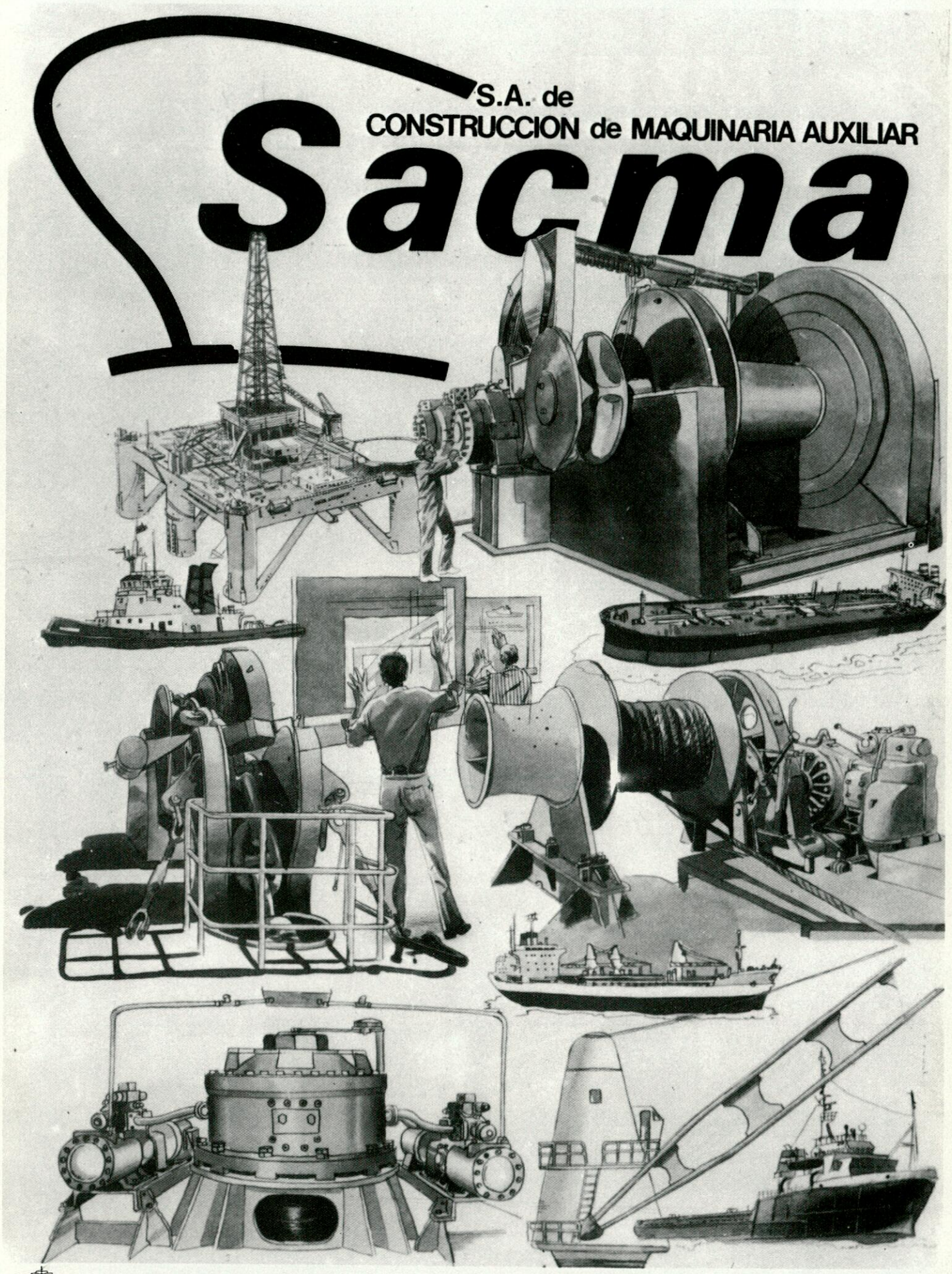
BOMBAS ITUR

MANUFACTURAS ARANZABAL, S. A.

Apartado 41
Telf. (943) 85 12 45 - 85 13 45 (10 líneas)
Telegramas: ITUR
Telex 36335 - ARANZ-E y 36359 - ITUR E
Zarauz (Guipuzcoa) España

Representantes y servicio post-venta en todo el país.

ITUR
fuente de soluciones



Barrio Larragoiti, s/n - Sopelana (Vizcaya) - Tel. 676 25 00 (8 lineas) - Télex: 31935 ACMA E

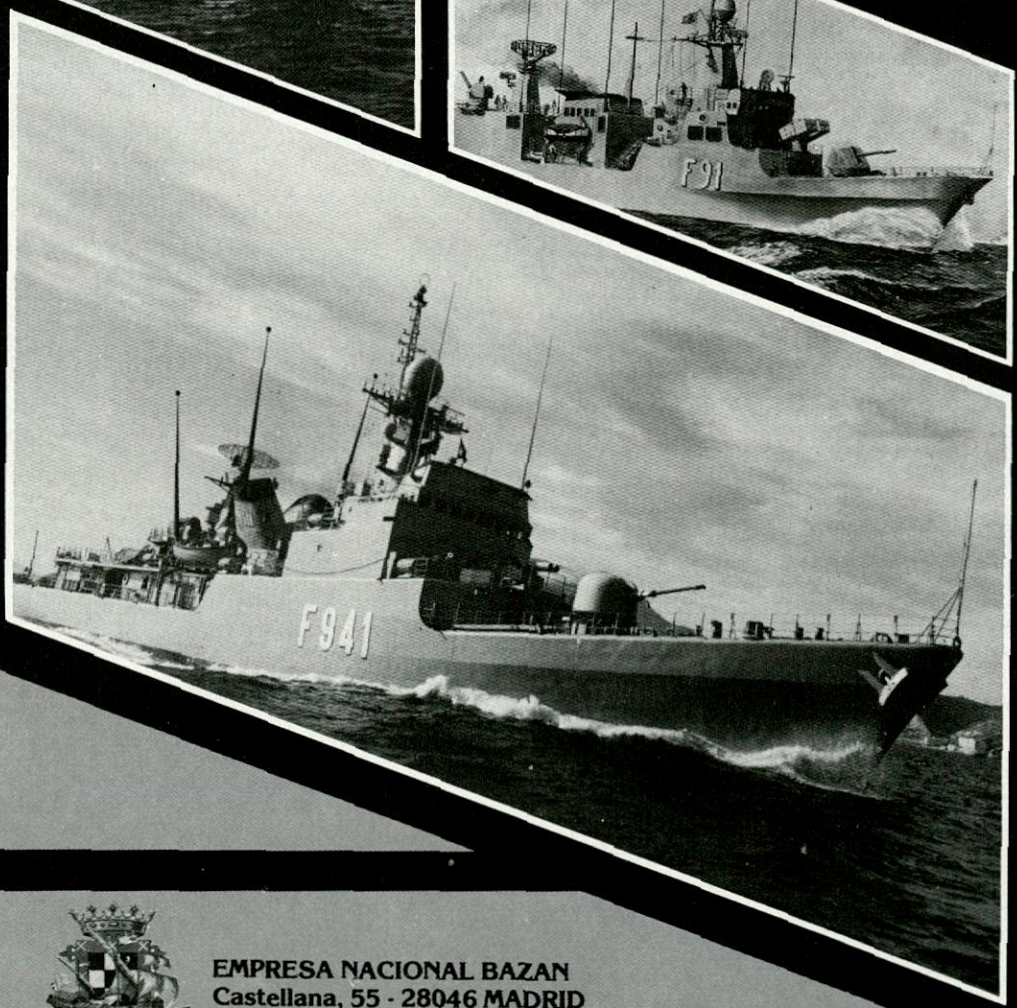
BAZAN

expertos en 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: 27480 BAZAN-E. Tel. 441 51 00

B/V-5

Ingeniería Naval

AÑO LIII - NUMERO 605
NOVIEMBRE 1985

ORGANO OFICIAL DE 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 y Portugal	**2.900**	**pesetas**
Países hispanoamericanos	**4.000**	»
Demás países	**4.400**	»
Precio del ejemplar	**500**	»

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

Pág.

Artículos Técnicos

Consideraciones ante el Plan de Flota de la Marina Mercante, por **Gerardo Polo** 490

Resistencia por formación de olas de un SES (Surface Effect Ship), por **Juan Fernández de Palencia Delgado** . 496

Estudio de la problemática de la descarga/lastrado de un buque mixto petrolero y de aprovisionamiento en las diferentes situaciones operativas, por **Antonio Crucelaegui Corvinos** 502

Utilización de microprocesador en el control de generación de energía eléctrica en aplicaciones navales, por **Amable López, Luis G.ª Tabares, José Bueno y Roberto Faure** 520

Noticias

BARCOS

«Espalmador» - «Ibiza» 525

«La Lebombi» 525

Buques para transporte de acero 527

Pesquero holandés 527

ASTILLEROS

Actividad de los astilleros nacionales durante los meses de agosto y septiembre de 1985 528

La construcción naval mundial en el tercer trimestre de 1985. 529

Estudio sobre el desguace 530

Estadísticas de la O.C.D.E. 531

Llamada a la concertación 531

Bajan los precios 532

TRAFICO MARITIMO

Pérdidas y desguaces de buques en 1984 532

El mercado de nuevas construcciones 533

Desguace de los mayores petroleros 533

La financiación en Dinamarca 533

Evolución del tonelaje amarrado 534

PUBLICACIONES

Reglas del Germamscher Lloyd 534

Portada

División de Construcción Naval. Grupo I.N.I.

CONSIDERACIONES ANTE EL PLAN DE FLOTA DE LA MARINA MERCANTE

Por Gerardo Polo
Dr. Ingeniero Naval

Indudablemente, desde la perspectiva que proporciona la contemplación de los acontecimientos al término de 1985, puede decirse que la crisis que sufre el sector marítimo desde el año 1973, si no es en su conjunto la peor que ha conocido la historia —lo cual sería, cuando menos, aventurado en un mercado tradicionalmente sujeto a los fenómenos cíclicos—, sí es una de las más importantes, tanto por lo larga cuanto por lo generalizada, toda vez que ha afectado, y de forma acusadísima, a todo tipo de buques y sectores, si bien sus efectos han presentado las lógicas diferencias según los tamaños de los buques, los tráficos, etc.

Concretamente, a lo largo de estos años hemos asistido a reducciones muy sensibles, y aún espectaculares en algunos casos, del comercio mundial por vía marítima y del tráfico marítimo mundial en toneladas-milla (cuadro 1), a la par que a un crecimiento sostenido —aunque desacelerado— de la flota mundial en la primera mitad del período de crisis (fig. 1), para pasar después a un estancamiento a partir de 1980 y aún a una ligera reducción del tonelaje mundial, particularmente en los ejercicios de 1983 y 1984, mientras el amarre de flota alcanzaba valores punta, especialmente a lo largo del trienio comprendido entre 1982 y 1984, con porcentajes escalofriantes de flota amarrada a nivel mundial, del orden del 15 al 20 por 100 en términos de peso muerto (fig. 2).

Tal vez lo peor sea que las previsiones que, periódicamente, realizan los expertos no prevean a corto ni siquiera a medio plazo mejoras sustanciales de la situación y, en este sentido, es preciso señalar que, según el «Journal de la Marine Marchande», la actualización de los estudios de la Asociación de Constructores Navales Japoneses (SAJ) conduce a la conclusión de que el fondo de la crisis en el sector de la construcción naval no se alcanzará hasta el quinquenio 1985-1990, que según el informe constituirán los años más duros para los astilleros. Y si bien puede resultar difícil aceptar que la industria naval se encuentre a estas alturas de la crisis en esa situación, no hay que olvidar las previsiones publicadas el pasado mes de julio por la propia SAJ, vaticinando una reducción de flota de buques-tanque y de carga seca del orden de un 15 por 100 en 1990 sobre los niveles actuales.

El hecho concreto es que, se dé una u otra interpretación a la crisis económica mundial como causa determinante de la crisis del sector marítimo, lo cierto es que el fuerte impacto del aumento del precio de los crudos producido en los pri-

Cuadro 1

EVOLUCION DEL TRAFICO MARITIMO MUNDIAL

AÑOS	Petróleo y productos	Principales graneles	Otras mercancías	TOTAL	DISTANCIAS MEDIAS (millas)		
					Petróleo	Pples. granel	Otras merc.
1967	865 (4.130)	314 (1.384)	685 (1.716)	1.864 (7.280)	4.774	4.407	2.505
1968	975 (4.947)	339 (1.492)	727 (1.933)	2.041 (8.372)	5.073	4.401	2.658
1969	1.080 (5.630)	368 (1.671)	789 (2.090)	2.237 (9.374)	5.212	4.510	2.648
1970	1.240 (6.487)	437 (2.049)	804 (2.118)	2.481 (10.654)	5.231	4.688	2.634
1971	1.317 (7.455)	435 (2.106)	825 (2.169)	2.577 (11.730)	5.861	4.841	2.629
1972	1.446 (8.850)	451 (2.148)	866 (2.306)	2.763 (13.104)	5.982	4.762	2.662
1973	1.640 (10.217)	541 (2.625)	940 (2.562)	3.121 (15.104)	6.230	4.852	2.725
1974	1.625 (10.621)	578 (2.831)	1.045 (2.935)	3.248 (16.387)	6.536	4.914	2.808
1975	1.496 (9.730)	556 (2.826)	995 (2.810)	3.407 (15.366)	6.504	5.082	2.824
1976	1.682 (11.183)	567 (2.839)	1.075 (3.035)	3.324 (17.057)	6.649	5.007	2.823
1977	1.748 (11.467)	555 (2.830)	1.120 (3.220)	3.423 (17.517)	6.560	5.099	2.875
1978	1.727 (10.646)	574 (2.933)	1.190 (3.455)	3.491 (17.034)	6.164	5.110	2.903
1979	1.817 (10.659)	668 (3.411)	1.270 (3.605)	3.755 (17.675)	5.866	5.106	2.839
1980	1.638 (9.405)	700 (3.652)	1.310 (3.720)	3.648 (16.777)	5.742	5.217	2.840
1981	1.482 (8.371)	719 (3.759)	1.305 (3.710)	3.506 (15.840)	5.648	5.228	2.843
1982	1.328 (6.482)	681 (3.657)	1.240 (3.560)	3.249 (13.699)	4.881	5.370	2.871
1983	1.212 (5.558)	653 (3.512)	1.220 (3.510)	3.090 (12.580)	4.585	5.378	2.877
1984	1.228 (5.500)	722 (3.860)	1.315 (3.700)	3.265 (13.060)	4.479	5.346	2.813

En millones de Tm/año y miles de millones de Tm/milla, entre paréntesis.
Fuente: ANAVE.

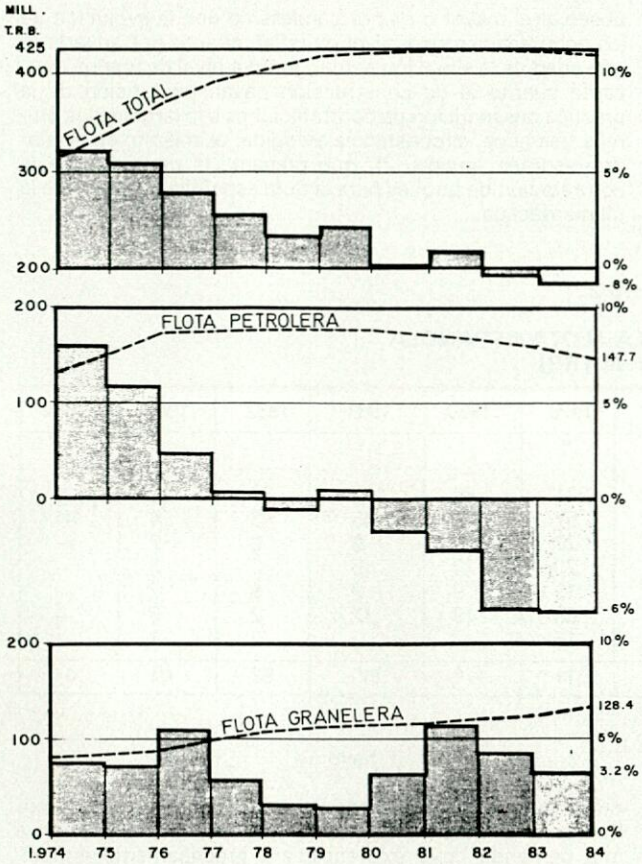


Fig. 1.—Evolución de la flota mundial (1974-1984). Tasas de crecimiento.
Fuente: Lloyd's Register (de ANAVE).

meros años, con la secuela del paralelo incremento de precios en determinadas materias primas y los consiguientes esfuerzos desplegados para mantener unos equilibrios ya imposibles en las balanzas de pagos de los distintos países, acabaron poniendo de manifiesto un alcance de la crisis mucho más profundo de lo que en principio parecía vislumbrarse, apreciándose que las respuestas que se trataban de dar a la crisis estaban, por así decirlo, desfasadas con la realidad, al forjarse sobre la base de unos planteamientos institucionales que habían funcionado correctamente en una época de desarrollo y expansión, pero que no eran adecuados para combatir los efectos de una crisis que se asentaba sobre unas bases completamente diferentes. Es decir, que no se trataba tan sólo de un problema estructural importante en cuanto a los costes de producción, cuyos valores relativos variaban en función de los cambios en los precios que se estaban produciendo, sino que juntamente con esos desajustes —que ya de por sí conducían a alteraciones ciertamente importantes en el comercio internacional, al derivarse modificaciones sensibles en la relación real de intercambio— estábamos asistiendo a un cambio posiblemente histórico en las relaciones tecnológicas, cambio al que no son ajenas ni las nuevas tecnologías ni el empleo de nuevas materias primas o el desarrollo de nuevas fuentes de energía.

Por lo que se refiere a España, el impacto de la crisis en la Marina Mercante ha ocasionado, en su conjunto, un descenso de la flota muy superior proporcionalmente al que se ha registrado a nivel mundial, con una pérdida en 1984 sobre el tonelaje máximo alcanzado en 1978 superior al 15 por 100, y un descenso de más de un millón de toneladas de registro bruto. El comportamiento en su conjunto ha sido, con todo, sensiblemente similar al de la flota mundial, si bien el descenso de la flota petrolera ha sido bastante mayor que el experimentado a nivel mundial, mientras que la evolución de los buques graneleros ha seguido una línea de marcado ajuste con el conjunto de la flota granelera mundial, experimentando un incremento del orden del 30 por 100 sobre las cifras de tonelaje bruto correspondientes al año 1978. Notables diferencias, por tanto, entre unos y otros tráficos y ti-

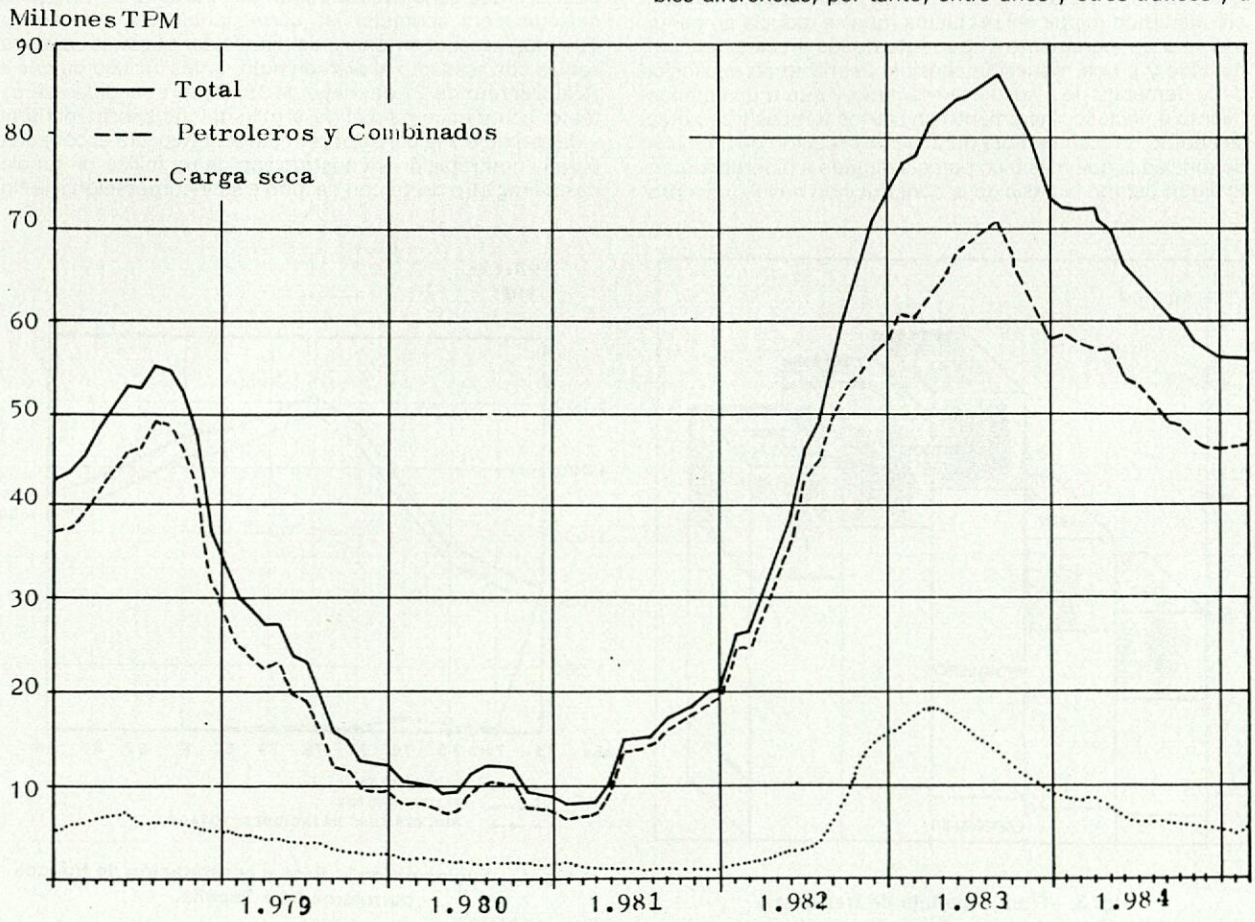


Fig. 2.—Evolución del tonelaje mercante amarrado en el mundo.
Fuente: Instituto de Economía de Bremen (de ANAVE).

pos de buques, con descensos muy acusados en petroleros, buques combinados, carga general y buques de pasaje, e incrementos sensibles en graneleros portacontenedores, «roll-on/roll-off» y buques especiales, aunque lógicamente con incidencias cuantitativas mucho menos importantes que las correspondientes a los grupos de buques en situación regresiva. En todo caso, no está de más contemplar en los adjuntos gráficos (figs. 3 a 8) la evolución de la flota española por tipos de buque desde el comienzo de la crisis, no tanto por observar el mayor o menor paralelismo con la evolución de los acontecimientos a nivel mundial, cuanto por advertir la gravedad de la situación actual, tanto a nivel de marina mercante cuanto al de construcción naval, en función de la práctica desaparición de contrataciones a lo largo de los últimos tres años, circunstancia recogida, asimismo, en el cuadro-resumen (cuadro 2), que presenta la evolución de la contratación de buques para la flota española a lo largo de la última década.

Cuadro 2

CONTRATACION DE LA FLOTA ESPAÑOLA
(en miles de TRB)

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Petroleros	140	259	—	25	72	—	—	—	—	—
Combinados	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Graneleros	46	—	2	—	241	59	172	32	32	—
Carga gral.	92	66	104	56	57	44	45	43	14	4*
Portacontenedores	23	24	38	27	25	32	9	3	2	—
Ros-Ros	8	5	16	12	20	13	5	2	2	—
Frigoríficos	—	1	9	—	13	9	2	9	7	—
Especiales	7	6	6	16	68	19	12	2	3	—
Pasaje	—	—	15	12	15	—	—	2	1	—
TOTAL	316	361	190	148	511	176	245	93	61	4

* Miles de GT.
Fuente: ANAVE.

Aquéllos para los que la Historia sea fuente inagotable de enseñanzas, recordarán, sin duda, el inicio de la crisis del sector marítimo en nuestro país, las vueltas y revueltas que se dieron a nivel de Administración, astilleros, armadores, etc., para cerrar los ojos, en definitiva, y no querer ver el alcance de una crisis tan profunda como la que se estaba gestando. El hecho concreto fue que, quedándose tan sólo en una visión miope del problema, que se reducía aparentemente a un incremento importante de los precios del combustible y a una reducción sensible del ritmo de expansión de la demanda de transporte marítimo y aún a un estancamiento e, incluso, incremento en ciertos tráficos y sectores, se abordó un plan de flota para la construcción de un millón de toneladas que más bien parecía dirigido a hibernar durante algún tiempo la crisis de la construcción naval que a producir efecto alguno de saneamiento en el sector marítimo. Para ello se trataron de arbitrar cauces de financiación a una demanda cuya existencia era prácticamente imposible —salvo en un planteamiento puramente «voluntarista» del problema—, tanto desde el punto de vista del mercado como por lo que hace referencia al necesario equilibrio financiero que sería preciso lograr por parte de las empresas navieras para acometer las correspondientes inversiones. Tuvimos ocasión entonces de manifestar nuestras serias reservas con respecto al plan de flota, antes incluso de que el Real Decreto de 21 de mayo de 1976 sobre medidas de carácter económico para el desarrollo del transporte marítimo y de estímulo a la construcción naval convocara el concurso para la contratación y construcción de un millón de toneladas de registro bruto con destino a su incorporación a la flo-

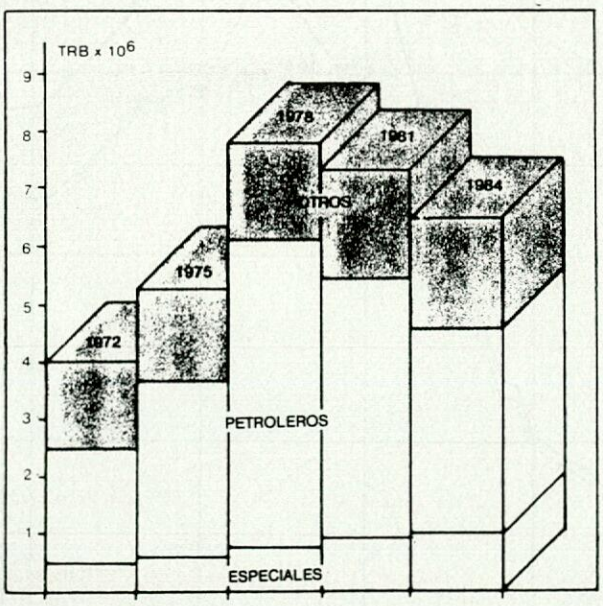


Fig. 3.—Flota española de transporte.
Fuente: ANAVE.

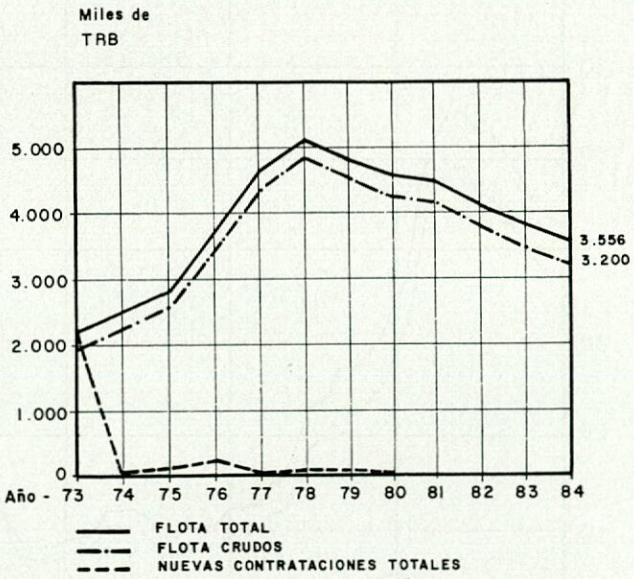


Fig. 4.—Evolución de la flota y contratación de buques petroleros para España.
Fuente: ANAVE.

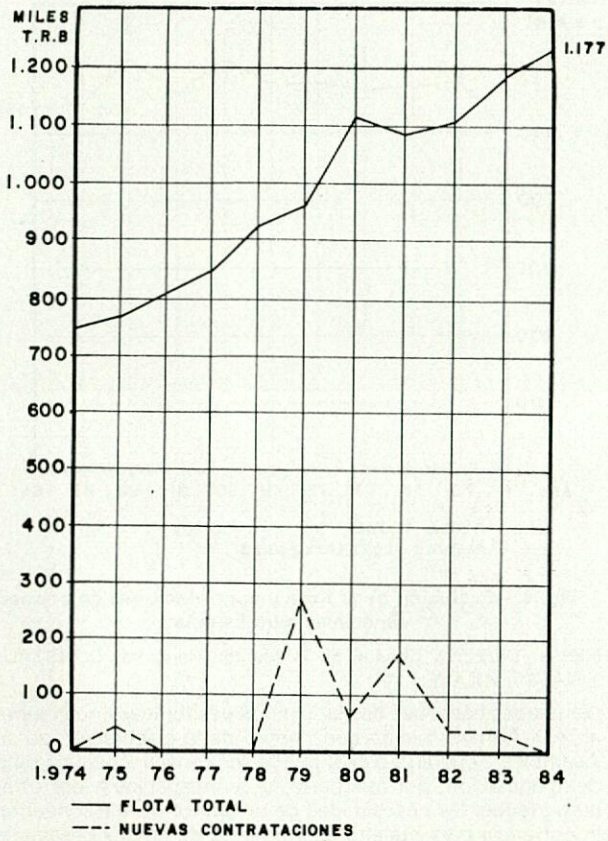


Fig. 5.—Evolución de la flota y contratación de buques graneleros para España.

Fuente: Dirección General de la Marina Mercante (de ANAVE).

ta mercante nacional (ref. 1). Desgraciadamente, el tiempo nos dio la razón y el concurso del millón de toneladas constituyó un rotundo fracaso que tan sólo enmascaró por algún tiempo el problema, manteniéndolo «en conserva» a la espera de que se abordara algún día el candente problema de la reestructuración del sector de la construcción naval, que ha evolucionado hacia la actual «reconversión».

Sin que lo que sigue haya de servirnos de consuelo, no debemos ignorar que no ha sido España el único país que ha cometido errores tan graves: a este respecto, no puede olvidarse el caso del gigante japonés Sanko, que en 1983 contrató ciento veinticinco buques en una actitud mezcla de «esconder la cabeza bajo el ala» y «huida hacia adelante» que ha terminado en fabulosa quiebra y que, en definitiva, con ser tan diferente del caso español, se ha sustentado en el mismo error de base: la inexistencia de una demanda real suficiente en un mercado de fletes caracterizado por la prepotencia de la oferta.

Uno y otro constituyen ejemplos vivos de respuestas inadecuadas a la crisis, basadas en mecanismos que tal vez hubieran podido dar resultados muy distintos en una época expansiva, pero que en las circunstancias en que fueron tomadas constituyeron decisiones condenadas al fracaso. Fracaso en el que —por lo que se refiere a nuestro país— de alguna manera todos participaron: la Administración, arbitrando unas medidas erróneas en su incapacidad de hacer frente a la problemática industrial, social y laboral que suponía la crisis; los astilleros, algunos de ellos integrados en el sector público, que presionaron fuertemente sobre las autoridades en demanda de soluciones fáciles incardinadas en previsiones optimistas del futuro, que estaban lejos de ser viables; los navieros, que tras una inicial negativa —tan sólo «de puertas a fuera»— apoyaron ardorosamente unas medidas que si bien tal vez sólo pretendían dar al sector de la construcción naval una salida de emergencia para el fantasma del desempleo que se aproximaba y un plazo de respiro a la Administración para estudiar con más detenimiento posibles soluciones, lo cierto es que acabaron convirtiéndose en catalizador de una demanda artificial creada prácticamente al amparo de las condiciones financieras de la oferta de recursos y base, por tanto, para un planteamiento más especulativo que empresarial de la inversión en buques.

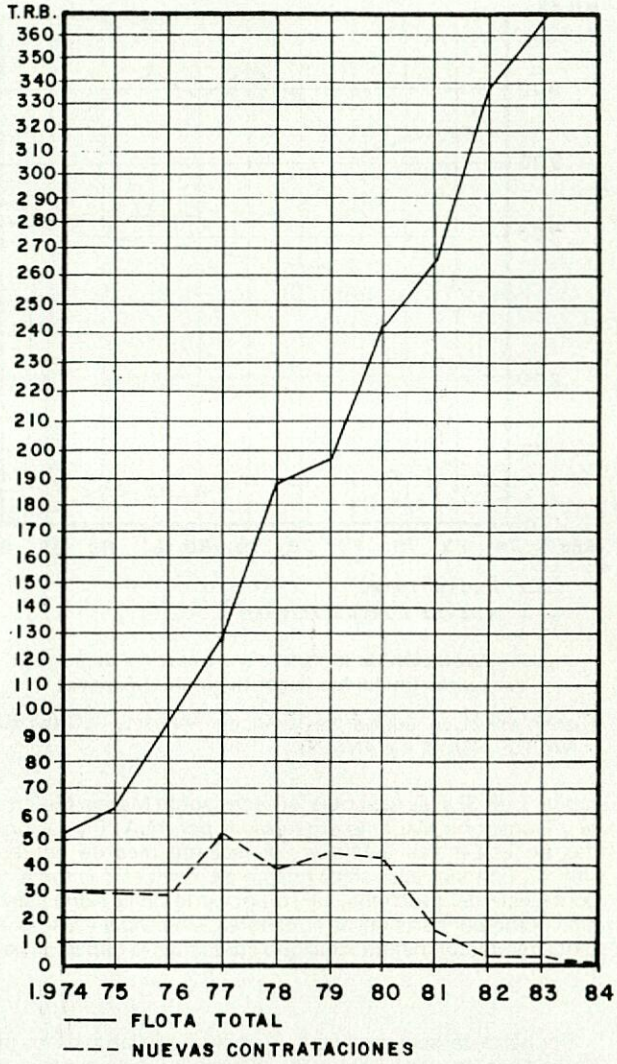


Fig. 6.—Evolución de la flota y contratación de buques portacontenedores y Ro-Ro para España.

Fuente: Dirección General de la Marina Mercante. CONSTRUNAVES (de ANAVE).

Si nos hemos referido, aunque sea en forma somera, a algunos aspectos particularmente importantes de la evolución del sector a lo largo de los últimos años, ello es debido a que de algún modo la crisis no resulta continua siendo motor de numerosos esfuerzos dirigidos a encontrar salida a una situación cada vez más difícil y que tiene la marina mercante prácticamente «contra las cuerdas».

En este sentido, a lo largo de los últimos dos años, y muy especialmente en el próximo a concluir 1985, hemos asistido a una proliferación de reuniones de estudio sobre el tema, reuniones promovidas en unos casos y apoyadas en otros por la patronal del sector —ANAVE— y la Administración, y cuyos hitos más sobresalientes han sido las desarrolladas en el pasado mes de febrero sobre el Plan de Flota de la Marina Mercante (ref. 2), organizadas por el Ministerio de Transportes a través del Instituto de Estudios y Transportes y Comunicaciones, las que tuvieron lugar el mes de julio pasado en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, de San-

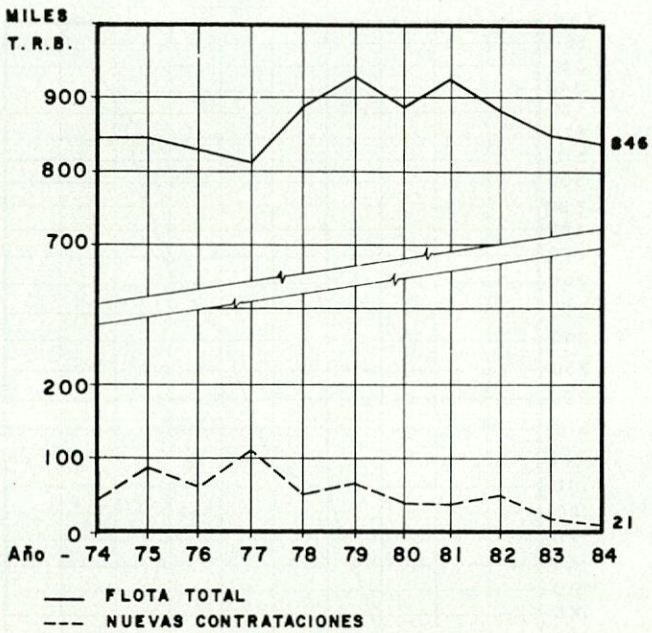


Fig. 7.—Evolución de la flota y contratación de buques cargueros (incluidos frigoríficos) para España.

Fuente: Dirección General de la Marina Mercante. CONSTRUNAVES. ANAVE (de ANAVE).

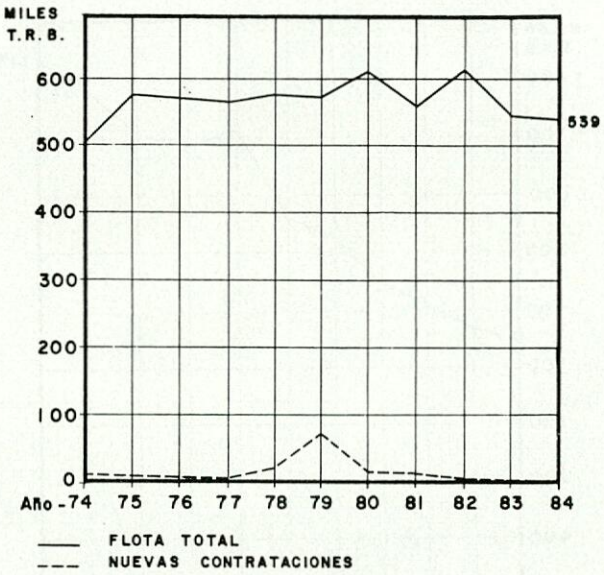


Fig. 8.—Evolución de la flota y contrataciones de buques especiales para España.

Fuente: Dirección General de la Marina Mercante. CONSTRUNAVES. ANAVE.

tander (ref. 3) y las recientes jornadas sobre Marina Mercante y Transporte Marítimo organizadas por ANAVE y celebradas en El Escorial a finales del reciente mes de octubre (ref. 4). En todas ellas se ha puesto de manifiesto la toma de conciencia del problema, tanto por parte de la Administración como por parte de los armadores, sin olvidar ese importantísimo factor institucional que constituye la banca oficial.

* * *

Por parte del sector naviero, la postura a lo largo de los últimos años ha sido clara: se ha planteado únicamente —o, tal vez, nada menos— un objetivo de supervivencia a lo largo del período que reste de crisis, objetivo a conseguir a través de una batería de medidas urgentes que permitan garantizar la simple viabilidad del sector, para acometer en paralelo y a continuación unas medidas más profundas de reestructuración tendentes a fortalecer a la marina mercante española y ponerla en condiciones de competir adecuadamente a nivel internacional.

Mucho nos tememos, sin embargo, que este planteamiento, recogido desde 1983 en las conclusiones de las sucesivas Jornadas sobre Transporte Marítimo y Marina Mercante, organizadas por ANAVE y celebradas a finales de los tres últimos años, lleve el triste camino de repetirse sistemáticamente durante el último trimestre de cada ejercicio, como en su día se repitió hasta la saciedad en la antigua OFICEMA —antecedente inmediato y precursor de ANAVE— la enumeración de los problemas que el Estado debía resolver —o colaborar activamente en su resolución, más bien lo primero— en relación con la situación siempre delicada de nuestra marina mercante y siempre anhelante de una Ley de Ordenación de la misma, de la que los armadores parecen esperar efectos milagrosos. Resulta curioso a estos efectos repasar las Memorias de OFICEMA desde hace veinte años y los discursos presidenciales en la Asamblea anual, que constituyen en conjunto un rosario de lamentaciones y súplicas, fiel reflejo de una época y un modo de hacer que, por lo menos en el sector naviero, no parece haya sido del todo superada.

Porque resulta triste comprobar a estas alturas que bastantes de las medidas propugnadas en la actualidad por los navieros para el saneamiento del sector y aún para su simple subsistencia, coinciden sensiblemente con las demandas planteadas hace más de veinte años y reiteradas anualmente ante la Administración con motivo de la celebración de su Asamblea General. Lo cual puede ser consecuencia de falta de imaginación, por una parte, o de incapacidad, por otra, para atender las necesidades de un sector de trascendental importancia para nuestra economía; o de ambas cosas a la vez, tal vez esto último, o quizá, de un planteamiento general a nivel de pretensiones del sector imposibles de atender por parte de la Administración, no ya por falta de medios —aún teniendo en cuenta la escasez de recursos de nuestro país— sino por significar un traspaso de competencias y responsabilidades sobre los hombres del sector público, lo que tal vez nunca fue asumible por parte del mismo.

En todo caso, resulta reconfortante comprobar que, al menos en las últimas Jornadas, celebradas a finales del pasado mes de octubre, se habla claramente de que alguna de las medidas tomadas por el Gobierno —concretamente la creación de la Comisión Interministerial y la elaboración del Plan de Flota— han sido positivas, aunque limitadas e insuficientes. Esto es ya un paso adelante, que resulta digno de ser subrayado: el reconocimiento de que se ha hecho algo por parte de la Administración en beneficio del sector marítimo.

Al día de hoy, y en forma muy resumida, los armadores españoles entienden que el saneamiento básico de la marina mercante que permita un relanzamiento posterior exige, fundamentalmente, medidas de apoyo por parte de la Administración en los siguientes campos principales:

— Renegociación de la cuantiosa deuda contraída por el sector con el Banco de Crédito Industrial para la construcción de la flota, de forma que un escalonamiento de los vencimientos permita encontrar una vía que asegure la supervivencia de las empresas navieras, tanto a plazo inmediato como en el futuro, garantizando la continuidad de las mismas y su estabilidad financiera.

— Ampliación decidida de la participación de la flota nacional en los tráficos exteriores, tanto en los de importación y exportación como en los extranacionales. Se resalta la importancia de alcanzar un grado de cobertura suficiente en determinados tráficos, lo que podría hacer necesaria la incorporación de nuevos buques.

— Estímulos al desguace de buques y flexibilización en los condicionamientos para la exportación de las unidades que no tengan interés en los mercados servidos por la flota nacional, de forma que paulatinamente se

vayan reduciendo y aún desapareciendo los excedentes de flota actualmente existentes en algunos tráficos.

— Control sobre las nuevas construcciones que puedan incorporarse a la flota mercante española, al objeto de evitar que planteamientos fundamentalmente especulativos contribuyan a desequilibrar un mercado en situación ya de por sí bastante inestable.

— Desarrollo decidido de una política de libertad para el sector, tanto por lo que se refiere a la construcción del buque, cuanto por lo que hace referencia a la financiación del mismo, equipamiento, seguros, tripulación, reparaciones, etc. Todo ello dentro de un amplio capítulo que hace referencia a los costes, y que en los últimos tiempos ha sido objeto de insistentes análisis por parte de los armadores, que han hecho especial hincapié en la situación de «cautividad» y dependencia en que afirman se ha creado y desarrollado la marina mercante en nuestro país.

En este sentido, no podemos dejar de mencionar los trabajos de Gámir y Cuadrado, aquél sobre lo que, en definitiva, vienen a constituir los costes fijos del buque —costes de capital, seguros, tripulación, mantenimiento y reparaciones—, señalando que la «desprotección» media del sector de la marina mercante oscila entre un 19 y un 23 por 100, y Cuadrado añadiendo las diferencias derivadas de las cargas fiscales y del combustible e indicando que los costes adicionales de la flota española pueden oscilar entre un 10 y un 36 por 100, según el tipo de buque, sobre los correspondientes a la flota competitiva en el mercado internacional (referencias 5 y 6).

Sólo en los últimos años se ha hecho referencia —y con no demasiada insistencia, desgraciadamente— a un problema que consideramos vital para la marina mercante, y muy especialmente para los buques de línea regular, en particular los de cabotaje: la problemática de las operaciones de carga/descarga y los gastos de puerto, cuya incidencia es doble, a través de los costes de las correspondientes operaciones y a través del tiempo empleado en las mismas; no deja de resultar sorprendente que tal incidencia es desmesurada no sólo en la pura economía de la explotación naviera, sino también en el mero desglose analítico del «dónde» se produce cada componente del coste; en este sentido, resulta preciso recordar que la proporción de costes producidos durante la estancia en puerto de los buques sobre el coste total del transporte muelle/muelle sea una cifra del orden del 50 por 100 y en ocasiones superior (ref. 7).

Tampoco encontramos alusiones en los documentos analizados a lo que, quiérase o no, ha constituido tradicionalmente una subvención: el crédito naval, resultando de ello una contribución o ayuda estatal a la financiación de la flota (ref. 8).

Sí se ha hecho hincapié, por el contrario, en la solicitud de ampliación de primas y subvenciones, suministros de combustibles a precios internacionales, adaptación del cuadro indicador de tripulaciones mínimas, etc.

Un conjunto de medidas solicitadas, como puede verse, proteccionistas y liberadoras, en gran medida contradictorias y que, en definitiva, son reflejo tanto de la profundidad de la crisis que sacude al sector de la marina mercante cuanto de sus propias carencias y limitaciones. Un sector, en suma, deprimido por el largo y penoso desequilibrio entre oferta y demanda, que ha mantenido un bajísimo nivel de fletes a lo largo de la última década, y con unas hipotecas históricas que le han hecho buscar con demasiada frecuencia —aunque casi siempre con escaso éxito— el apoyo incondicional —y aún casi paternalista— de la Administración para que ésta solucionara, de una u otra forma, la problemática que el propio sector era incapaz de afrontar.

* * *

No cabe duda de que con unos planteamientos como los que brevemente se han expuesto más arriba para tratar de dar una idea de la situación del sector de la marina mercante española, la Administración ha debido jugar un importante papel a lo largo y a lo ancho de la prolongada crisis. Sin embargo, cuanto se hizo en la primera etapa puede resumirse muy simplemente aludiendo a la convocatoria del tristemente famoso plan para la construcción de un millón de toneladas de registro bruto, convocado a mediados de 1976, y que tan sólo sirvió para disfrazar un problema que no se quería, no se sabía o no se podía afrontar. Cierto, que la responsabilidad hay que achacársela única y exclusivamente a la Administración, pues en la gestación del generoso concurso participaron de una u otra forma, directa o indirectamente, armadores, astilleros, centrales sindicales, etc., quienes a través de consultas o mediante presiones llevaron al sector a esconder la cabeza y no acometer el problema de la reestructuración cuando todavía era tiempo de efectuarla.

Así las cosas, tanto el actual Director General de la Marina Mercante como el Presidente de ANAVE han podido afirmar —y no faltos de razón— que la flota corría el riesgo de desaparecer. Una flota sobredimensionada y mal estructurada. Y una Administración sin medios humanos ni materiales, tanto a nivel central como a nivel periférico. Sobre estas pobres bases, el Gobierno se comprometió a elaborar y presentar un Plan de Flota que, con la colaboración de todos los sectores implicados, constituyera un conjunto de medidas que permitieran, por una parte, la simple supervivencia de la marina mercante, para servir de punto de arranque para el relanzamiento del sector.

Pero el Plan de Flota no es únicamente un problema que atañe a la Administración: en su elaboración y gestación han tenido entrada y posibilidades de debate todas las partes implicadas, tanto en el sector de la construcción naval como en el de la marina mercante; armadores, astilleros, «brokers», cargadores, entidades financieras, sindicatos, etcétera, han tenido oportunidad, cuando menos, de dejar oír su voz para que el proyecto de puesta en marcha de una política marítima no fuera cosa únicamente de la Administración. ANAVE, concretamente, mantuvo desde el principio una postura de total colaboración en el proyecto.

Demorada la presentación del plan, pero sin modificaciones en sus planteamientos básicos a pesar del relevo ministerial producido en la cartera de Transportes a mediados del actual año, por parte de los responsables, se ha señalado que antes de que comience 1986 verían la luz definitivamente las medidas correspondientes.

Próxima, por tanto, la aparición del Plan de Flota que parece pretender configurar un planteamiento básico de la política del Gobierno en materia de marina mercante, conviene no olvidar las reiteradas aspiraciones de los armadores, asociados en la patronal del sector, que han insistido en la necesidad de que el mismo constituya un conjunto armónico de medidas —unas a corto, otras a medio y largo plazo—, que huya tanto de lo que representa una simple enumeración de ideas, y aún de propósitos, cuanto de lo que se limita a un mero programa de construcciones —o de desguaces, o de ambas cosas a la vez— que permita hacer frente al actual desequilibrio entre oferta y demanda. Un conjunto de medidas capaz de incardinar a la marina mercante en el contexto del conjunto de la economía nacional, contemplando tanto la problemática del abastecimiento de nuestro país a través de las importaciones de mercancías, como la del desarrollo de nuestro comercio exterior de cara a la exportación; no pasando por alto la problemática de nuestros transportes interiores, de los que está prácticamente ausente el cabotaje; profundizando, por supuesto, en la especial configuración que supone para nuestro país la existencia de varias provincias insulares y territorios en el continente africano; y no olvidando, finalmente, las eventuales necesidades que pudieran derivarse de una política de defensa. Y todo ello teniendo en cuenta, naturalmente, nuestra inminente incorporación a la Comunidad Económica Europea.

Ni que decir tiene que no es fácil de conjugar todo el conjunto de necesidades para hacer frente a la crisis. No queremos dejar de señalar la necesidad de que, sin renunciar al

(Pasa a la pág. 501.)

RESISTENCIA POR FORMACION DE OLAS DE UN SES (SURFACE EFFECT SHIP)

Por Juan Fernández de Palencia Delgado (*)

Dr. Ing. Naval

RESUMEN

Se expone un procedimiento teórico para calcular la resistencia por formación de olas en un vehículo tipo SES, supuesta conocida la distribución de presión en el interior del colchón.

Utilizando dicho procedimiento y un grupo de curvas de distribución de presiones en función de los parámetros geométricos del colchón, se efectúa un cálculo sistemático de la resistencia adimensional por formación de olas variando dichos parámetros. Los resultados se han representado mediante familias de curvas.

Se efectúa un análisis final de la influencia de cada parámetro sobre la resistencia por formación de olas.

ABSTRACT

A theoretical procedure is exposed to calculate the wave resistance in a Surface Effect Ship. It is assumed that the inner pressure distribution of the cushion is known.

Using such procedure and a series of pressure distribution curves, as a function of the geometrical parameters of the cushion, a systematic computation is performd for the nondimensional wave resistance varing those parameters. Results are presented by means of families of curves.

An analysis is finally made for the influence from each geometrical parameter on the wave resistance.

INDICE

1. INTRODUCCION.

2. RESISTENCIA POR FORMACION DE OLAS.

   2.1. **Hipótesis del procedimiento de cálculo.**
   2.2. **Desarrollos en serie de Fourier.**
   2.3. **Expresión de la resistencia por formación de olas.**

3. ANALISIS DE LA RESISTENCIA ADIMENSIONAL.

   3.1. **Expresión de la resistencia en forma adimensional.**
   3.2. **Influencia de la geometría del colchón sobre la resistencia por formación de olas.**

4. CONCLUSIONES.

5. REFERENCIAS.

NOMENCLATURA

A : Area del colchón.
d : Profundidad del fondo.
Fr : Número de Froude.
g : Aceleración de la gravedad.
H : Altura del techo del colchón sobre el agua interior del colchón.
h : Altura de escape.
L', B': Semieslora equivalente y semimanga del colchón.
L_1, L_2: Límites de la región de cálculo en las direcciones x, y.
l, b : Eslora y manga del campo de presiones.
p : Presión en un punto de la superficie libre.
p_o : Presión en el centro del colchón.
R : Resistencia por formación de olas.
R_A : Resistencia adimensional por formación de olas.
t : Tiempo a partir del instante inicial.
U : Velocidad del SES.
W : Sustentación del colchón.
x, y, z: Sistema de coordenadas fijo de la región de cálculo.
x_c : Abscisa relativa del límite del colchón.
x^*, y^*: Sistema de coordenadas móvil ligado al SES.
α : Angulo con la vertical de las paredes de proa y popa del colchón.
φ : Función potencial de velocidad.
η : Elevación de la superficie de la ola.
ρ : Densidad del agua.

1. INTRODUCCION

Tradicionalmente se ha venido utilizando para calcular la resistencia por formación de olas, en los vehículos de colchón de aire en general, diferentes hipótesis sobre la distribución de presión en el colchón:

— Algunos autores como Crewe y Eggington, Newman y Poole o Barratt (refs. 1, 2 y 3), entre otros, suponen que la presión en el interior del colchón es uniforme. Esta hipótesis que simplificaba bastante los cálculos es claramente incorrecta puesto que la velocidad del aire no es la misma en todos los puntos del interior del colchón (ref. 4), y es poco utilizada en la actualidad.
— Otros autores como Doctors y Sharma, Haussling y Van Eseltine o Tatinclaux (refs. 5, 6, 7 y 8), suponen que la distribución de presión en el colchón sigue dife-

(*) Empresa Nacional Bazán.

rentes leyes matemáticas, hipótesis más bien orientadas a la simplificación de los cálculos o a la resolución de problemas concretos que basadas en mediciones reales de la presión.

Sin embargo, la distribución de presión en el colchón se ha comprobado que tiene gran influencia sobre la resistencia por formación de olas (refs. 4, 5 y 8); por tanto, una hipótesis no muy correcta sobre la forma en que se distribuye la presión en el colchón puede dar lugar a errores graves en los cálculos de esta resistencia.

Para eliminar estos riesgos de error en el presente trabajo se utilizan los valores numéricos de las series de distribuciones de presión calculadas en función de la geometría del colchón (ref. 9). Con estos datos se efectúa un cálculo sistemático de la resistencia por formación de olas variando los parámetros geométricos más representativos del colchón y los resultados se han representado mediante curvas. Finalmente se efectúa, a partir de dichas curvas, un análisis de la influencia de cada parámetro geométrico sobre la resistencia por formación de olas.

Los cálculos y curvas del presente artículo son sólo de aplicación a vehículos tipo SES (Surface Effect Ship) de paredes laterales rígidas y parcialmente sumergidas en el agua.

2. RESISTENCIA POR FORMACION DE OLAS

La resistencia por formación de olas de un SES se puede determinar de la misma forma que la de cualquier otro vehículo de colchón de aire, pero teniendo en cuenta que en este caso la presión en el interior del colchón se puede considerar constante en sentido transversal (ref. 10).

El procedimiento utilizado en el presente artículo para calcular esta resistencia está basado en el método seguido por Haussling y Van Esentine (refes. 6 y 7), modificado para adaptarlo a las distribuciones de presión empleadas aquí (ref. 4).

2.1.: Hipótesis del procedimiento de cálculo

Siguiendo el citado procedimiento se efectúan las siguientes hipótesis:

- Se supone que la resistencia por formación de olas de un SES es igual a la producida por un campo de presiones no uniforme con la misma superficie y forma que el colchón del SES y desplazándose a la misma velocidad que éste.
- En lo que se refiere a la generación de olas por el SES, se va a suponer que se cumplen las mismas hipótesis y condiciones de contorno que para la teoría linealizada de olas de pequeña amplitud (refs. 4 y 11).
- Se supone que la función potencial de velocidad, la presión y la elevación de la superficie se pueden considerar como funciones doblemente periódicas, con períodos los límites de la región de cálculo por donde se desplaza el vehículo (refs. 6 y 7). Dicha región finita, cuyos límites longitudinales son $\pm L_1$ y cuyos límites transversales son $\pm L_2$, deberá ser lo suficientemente grande para que el tren de olas generado por el SES no quede afectado por las olas reflejadas en los límites durante el tiempo en que se efectúa el cálculo.
- Se supone que el vehículo opera en aguas profundas. Profundidad «d» grande respecto a la eslora.

2.2. Desarrollos en serie de Fourier

Utilizando las hipótesis citadas en el párrafo anterior se pueden obtener las expresiones de la función potencial de velocidad, de la presión y de la elevación de la superficie en forma de desarrollos en doble serie de Fourier (refs. 4, 6, 7 y 12), de los que sólo se dan sus expresiones finales:

$$\varphi(x, y, z; t) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \cosh\left[k_{mn}(z+d)\right] \cdot \left[C^c_{mn} \cos\left(\frac{m\pi y}{L_2}\right) \cos\left(\frac{n\pi x}{L_1}\right) + C^s_{mn} \cos\left(\frac{m\pi y}{L_2}\right) \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi x}{L_1}\right)\right] \quad (1)$$

$$p(x, y; t) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \left[P^c_{mn} \cos\left(\frac{m\pi y}{L_2}\right) \cos\left(\frac{n\pi x}{L_1}\right) + P^s_{mn} \cos\left(\frac{m\pi y}{L_2}\right) \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi x}{L_1}\right)\right] \quad (2)$$

$$\varphi(x, y, z; t) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \left[M^c_{mn} \cos\left(\frac{m\pi y}{L_2}\right) \cos\left(\frac{n\pi x}{L_1}\right) + M^s_{mn} \cos\left(\frac{m\pi y}{L_2}\right) \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi x}{L_1}\right)\right] \quad (3)$$

Donde el coeficiente «k_{mn}» está dado por:

$$k^2_{mn} = \pi^2 \left(\frac{m^2}{L_2^2} + \frac{n^2}{L_1^2}\right) \quad (4)$$

Y donde C_{mn} y M_{mn} son los coeficientes de los desarrollos en serie de Fourier de la función potencial de velocidad y de la elevación de la superficie, respectivamente, que se determinan con ayuda de las condiciones de contorno (refs. 4, 6 y 7), en función de los coeficientes del desarrollo en serie de Fourier de la presión P_{mn} que pueden obtenerse de la función p (x, y; t) (ref. 12), mediante las ecuaciones:

$$\left.\begin{aligned} P^c_{mn} &= \frac{1}{qL_1L_2} \int_{-L_1}^{L_1} \int_{-L_2}^{L_2} p(x, y; t) \cos\left(\frac{m\pi y}{L_2}\right) \cdot \cos\left(\frac{n\pi x}{L_1}\right) dy dx \\ P^s_{mn} &= \frac{1}{qL_1L_2} \int_{-L_1}^{L_1} \int_{-L_2}^{L_2} p(x, y; t) \cos\left(\frac{m\pi y}{L_2}\right) \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi x}{L_1}\right) dy dx \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Tomando la constante «q» los siguientes valores:

$$\begin{cases} q = 4 & \text{, si } m = 0 \quad y \quad n = 0 \\ q = 2 & \text{, si } m = 0 \quad o \quad n = 0 \\ q = 1 & \text{, si } m \neq 0 \quad y \quad n \neq 0 \end{cases}$$

2.3. Expresión de la resistencia por formación de olas

Siguiendo a Doctors y Sharma, Haussling y Van Eseltine o Hogben (refs. 5, 6, 7 y 13), entre otros, se puede determinar la resistencia por formación de olas integrando las fuerzas horizontales de presión sobre las olas, en la dirección de la marcha, sobre toda la superficie del colchón (fig. 1).

Puesto que la presión sobre la superficie del agua es nula fuera de los límites del colchón se puede extender esa integración a toda la región de cálculo, es decir, la resistencia se puede expresar por la integral doble:

$$R = \int_{-L_2}^{L_2} \int_{-L_1}^{L_1} p\,\eta_x \, dx dy \quad (6)$$

Donde «p» es la función que define la presión sobre toda la superficie de la región de cálculo.

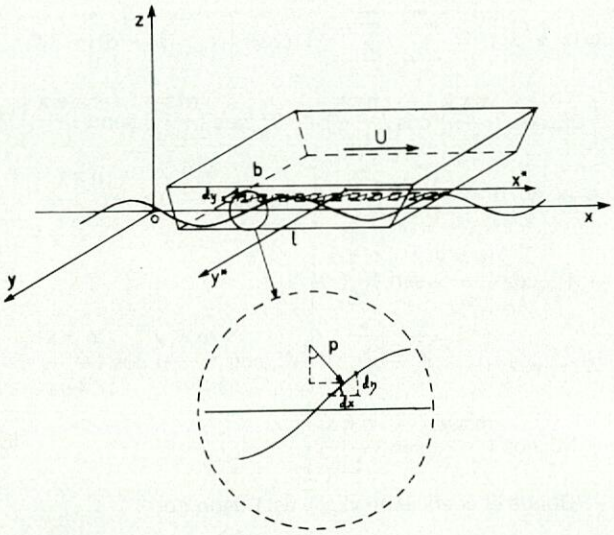


Fig. 1

Introduciendo en la expresión de la resistencia, ecuación (6), el desarrollo en serie de Fourier de la presión, ecuación (2) y la derivada del desarrollo de la elevación de la superficie, ecuación (3), integrando, simplificando y después de cierta manipulación (ref. 4), la resistencia por formación de olas se puede expresar finalmente por esta serie:

$$R = \frac{\pi}{2\rho} \frac{p_o^2}{L_1^2 L_2} \sum_{n=1}^{\infty} n \left[\sum_{m=1}^{\infty} (R_{mn}) + \frac{R_{on}}{2} \right] \qquad (7)$$

Donde en un SES la presión en el centro «p_o» está dada (ref. 10), por:

$$p_o = \frac{W}{4L'B'I_1} \qquad (8)$$

Siendo «W» la sustentación producida por el colchón, «B'» la semimanga del colchón, «L» la semieslora equivalente del colchón (fig. 2), e «I_1» la integral de la presión relativa dada (ref. 10), por:

$$I_1 = \int_o^{x_c} \left(\frac{p}{p_o}\right)_{x^*} \left(\frac{x^*}{L}\right) \qquad (9)$$

Donde $(p/p_o)_{x^*}$ es la presión, respecto a la presión en el centro, función de la distancia x* al centro del colchón y «x_c» es la abscisa relativa del límite del colchón, cuyos valores numéricos se pueden determinar en función de la geometría del colchón (ref. 9).

Y donde el término general de la serie de la resistencia «R_{mn}» está dado (ref. 4), por:

$$R_{mn} = \frac{k_{mn} \tanh (k_{mn} d)}{\gamma_{mn}} Q_{mn}^2 \cdot \left[\frac{\operatorname{sen} \left(\gamma_{mn} - \frac{n\pi U}{L_1} \right) t}{\gamma_{mn} - \frac{n\pi U}{L_1}} - \frac{\operatorname{sen} \left(\gamma_{mn} + \frac{n\pi U}{L_1} \right) t}{\gamma_{mn} + \frac{n\pi U}{L_1}} \right] \qquad (10)$$

Estando el coeficiente «γ_{mn}» dado por:

$$\gamma_{mn}^2 = g\, k_{mn} \tanh (k_{mn} d) \qquad (11)$$

Y donde el coeficiente «Q_{mn}» que indica la forma de la distribución de presión está dado (ref. 4) en función de las coordenadas (x*, y*) ligadas al SES por:

$$Q_{mn} = \frac{4}{p_o} \int_o^{\frac{l}{2}} \int_o^{\frac{b}{2}} p(x^*, y^*) \cdot \cos \left(\frac{m\pi y^*}{L_2} \right) \cos \left(\frac{n\pi x^*}{L_1} \right) dy^* dx^* \qquad (12)$$

Siendo p(x*, y*) la presión en cada punto (x*, y*), del interior del colchón. Ahora bien, puesto que en un SES la presión sólo es variable longitudinalmente, la presión en un punto (x*, y*) del colchón estará dada (ref. 10), por:

$$p(x^*, y^*) = p_o \cdot \left(\frac{p}{p_o}\right)_{x^*}$$

Por otra parte, los límites del campo de presiones «l», «b», vendrán dados para un SES por:

$$\frac{l}{2} = x_c L' \quad ; \quad \frac{b}{2} = B'.$$

Teniendo en cuenta lo anterior, el coeficiente «Q_{mn}» queda definido entonces por:

$$Q_{mn} = 4 \int_o^{x_c L'} \int_o^{B'} \left(\frac{p}{p_o}\right)_{x^*} \cdot \cos \left(\frac{m\pi y^*}{L_2} \right) \cos \left(\frac{n\pi x^*}{L_1} \right) dy^* dx^* \qquad (13)$$

Puesto que $(p/p_o)_{x^*}$ es sólo función de «x*», se puede efectuar la integración por separado y «Q_{mn}» queda:

$$Q_{mn} = 4 \cdot \frac{L_2}{m\pi} \operatorname{sen} \left(\frac{m\pi B'}{L_2} \right) \cdot L' I_2 \qquad (14)$$

Donde I_2 es la integral en función de la nueva variable (x*/L') dada por:

$$I_2 = \int_o^{x_c} \left(\frac{p}{p_o}\right)_{x^*} \cdot \cos \frac{n\pi L' (x^*/L')}{L_1} \, d\left(\frac{x^*}{L'}\right) \qquad (15)$$

Por otra parte, sustituyendo en la expresión de la resistencia, ecuación (7), la presión «p_o», ecuación (8), la resistencia queda finalmente en función de las dimensiones del colchón, en la forma:

$$R = \frac{\pi}{32\rho} \frac{W^2}{(B'L')^2 I_1^2} \frac{1}{L_1^2 L_2} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} n \left[\sum_{m=1}^{\infty} (R_{mn}) + \frac{R_{on}}{2} \right] \qquad (16)$$

3. ANALISIS DE LA RESISTENCIA ADIMENSIONAL

3.1. Expresión de la resistencia en forma adimensional

Con el fin de que puedan ser comparables desde el punto de vista de la resistencia por formación de olas diferentes vehículos, conviene utilizar una expresión de la resistencia, está dará además una medida de la eficiencia de las formas del colchón del SES desde este punto de vista.

Algunos autores como Doctors y Sharma o Haussling y Van Eseltine (refs. 5, 6 y 7), utilizan la siguiente expresión:

$$R_A = \frac{R}{W} \frac{L'}{(p_o/\rho\, g)} \qquad (17)$$

Ahora bien, como la presión en el centro «p_o» es proporcional a (W/L'B'), ecuación (8), y como el área del colchón «A» es proporcional a (L'B') y viene dada (ref. 10), por $A = 4 \,.\, B'_c \,.\, (x_c L')$, la resistencia adimensional la podemos expresar por:

$$R_A = \frac{R}{W^2} A \,.\, L' \,.\, \rho g \qquad (18)$$

Sustituyendo en esta última ecuación la resistencia, ecuación (16), la resistencia adimensional queda:

$$R_A = \frac{\pi}{8} \frac{x_c\, g}{B' I_1^2} \frac{1}{L_1^2 L_2} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} n \left[\sum_{m=1}^{\infty} (R_{mn}) + \frac{R_{on}}{2} \right] \qquad (19)$$

Como se puede ver en esta expresión, la resistencia por formación de olas es función de la geometría del colchón puesto que también lo son el área «A», la integral «I_1» y el término general de la serie «R_{mn}».

3.2. Influencia de la geometría del colchón sobre la resistencia por formación de olas

Teniendo en cuenta la relación existente entre la resistencia adimensional y la geometría del colchón, ecuación (19), se ha realizado un programa de ordenador para analizar como influye sobre esta resistencia la variación de cada uno de los parámetros geométricos: α, L'/H, h/H y L'/B', definidos como se ve en la fig. 2.

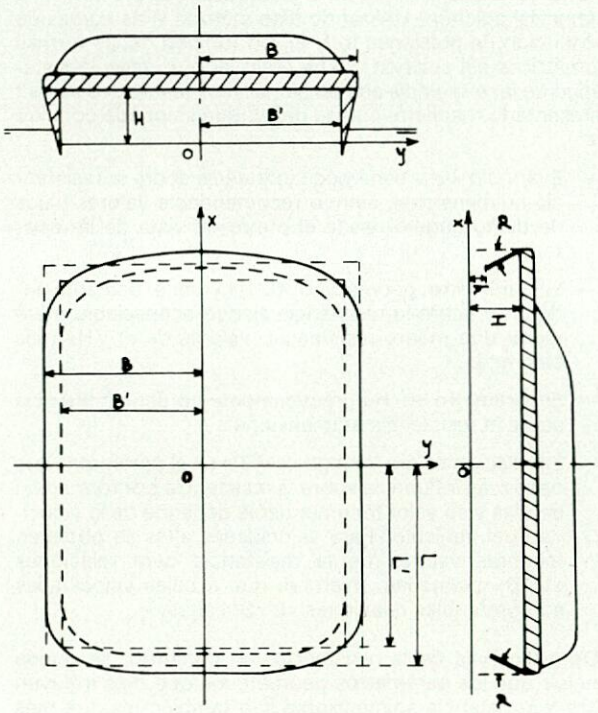


Fig. 2

En este programa se efectúa el cálculo de la resistencia, estacionaria en el tiempo (ref. 4), para una serie de números de Froude, definido aquí por:

$Fr = U/\sqrt{g\,(2L')}$, puesto que «L'» es la semieslora.

En cada pasada se hace variar sólo un parámetro geométrico mientras que el resto se mantiene fijo. Los resultados numéricos de este programa se han representado mediante familias de curvas como se ve en las figs. 3, 4, 5 y 6.

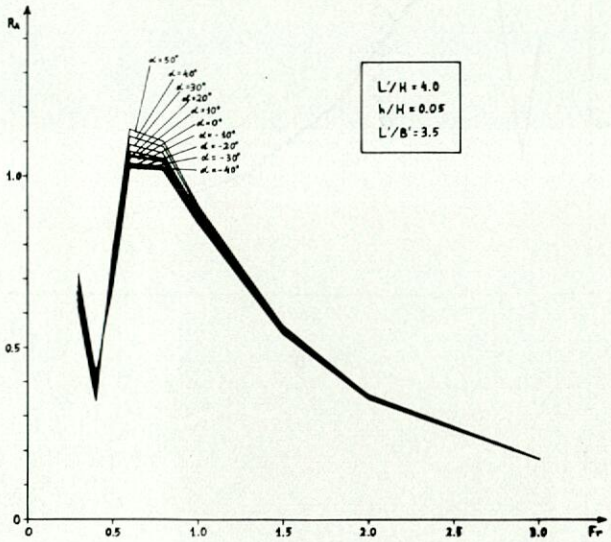


Fig. 3

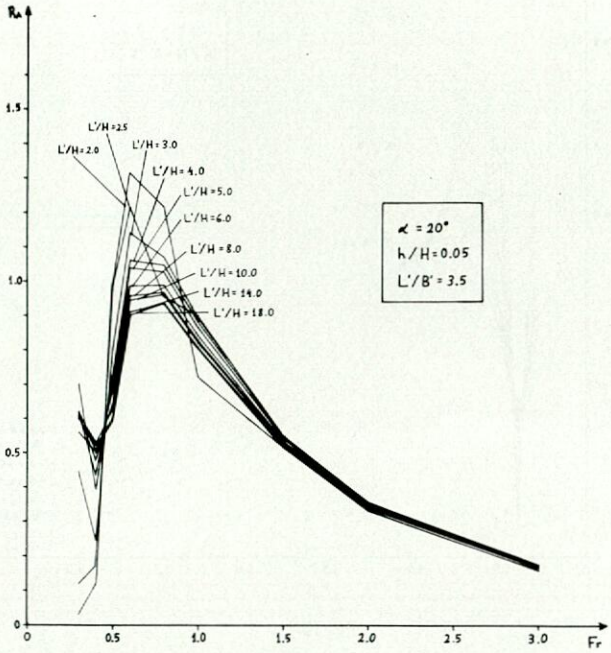


Fig. 4

En la fig. 3 se han representado las curvas de la resistencia adimensional en función del ángulo « α », que forman las paredes de proa y popa del colchón con la vertical, y del número de Froude.

Se puede observar en la figura que el ángulo « α » tiene una influencia más bien pequeña sobre la resistencia adimensional y que para los valores más bajos de este ángulo « α » se obtienen los menores valores de esta resistencia,

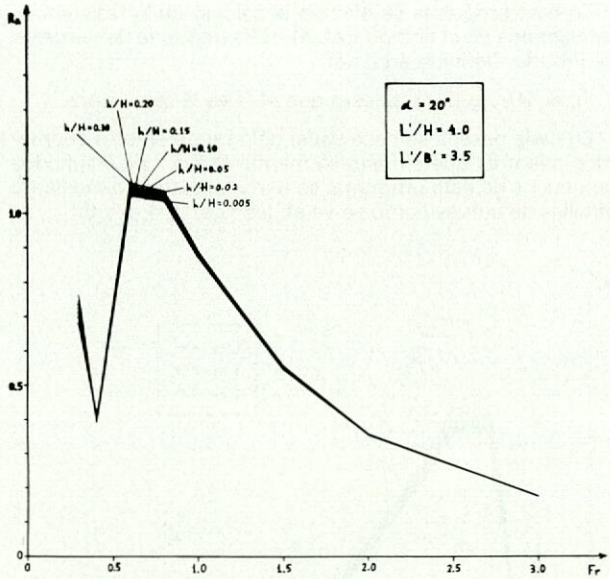


Fig. 5

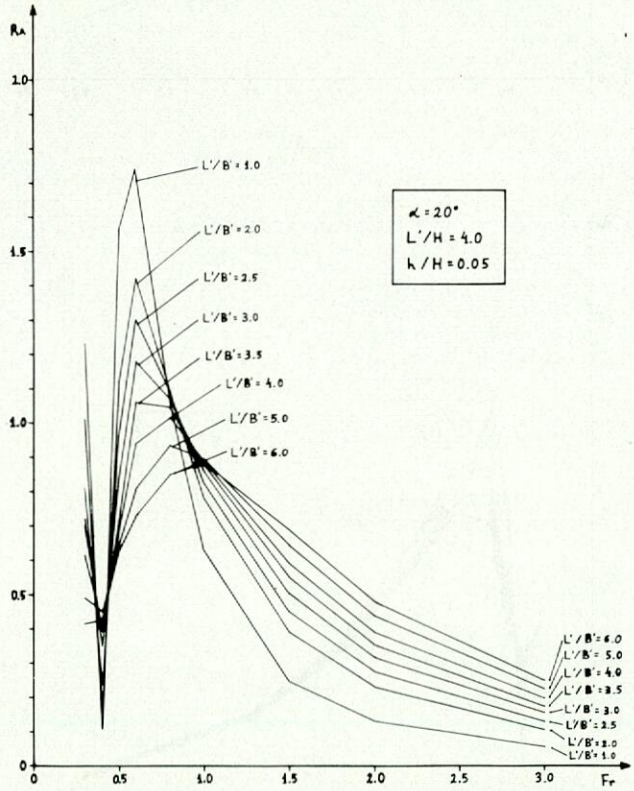


Fig. 6

especialmente a valores bajos y medios del número de Froude. Esto parece contradecir lo obtenido anteriormente (ref. 4); sin embargo, no es así porque hay que tener en cuenta que aquí se ha definido la resistencia adimensional «R_A» de forma diferente y que además en este trabajo se está tratando con «SES», donde sólo intervienen el ángulo de las paredes transversales del colchón.

En la fig. 4 se representan las curvas que muestran la variación de la resistencia adimensional con el parámetro geométrico «L'/H» y con el número de Froude.

Como se ve en la figura, este parámetro tiene una influencia apreciable sobre la resistencia adimensional, lo que se debe a la gran influencia que también tiene este parámetro sobre las curvas de distribución de presiones (ref. 9), puesto que los valores de «R_{mn}» e «I_1», dependientes de la distribución de presión, repercuten en el valor de R_A.

Según esta figura, parece ser conveniente valores altos del parámetro «L'/H» para conseguir una resistencia reducida sobre todo a números de Froude bajos.

En la fig. 5 se han representado las curvas de la resistencia adimensional en función del parámetro geométrico «h/H». Se puede observar que la variación de este parámetro tiene una influencia despreciable sobre la resistencia por formación de olas, tanto a bajas como a altas velocidades, lo que se debe a la influencia casi nula que tiene este parámetro sobre la distribución de presión (ref. 9), y como consecuencia entre la resistencia adimensional, por las mismas razones que se citaron anteriormente.

Por último, en la fig. 6 se han representado las curvas que muestran la influencia sobre la resistencia adimensional de la variación de la relación eslora/manga, «L'/B'», del colchón y del número de Froude.

Se puede observar en la figura que, a bajas velocidades, valores de la eslora/manga altos proporcionan valores de la resistencia más bajos y que a altas velocidades, sin embargo, los valores más bajos de la relación eslora/manga son los que dan valores más bajos de la resistencia.

Esta variación de la influencia del parámetro «L'/B'» al variar la velocidad, se debe a la mayor o menor importancia que adquieren las olas transversales respecto a las longitudinales al variar la relación eslora/manga y la velocidad.

Los resultados expresados por estas curvas son similares a los obtenidos por Doctors y Sharma, Tatinclaux o Newman y Poole (refs. 2, 5 y 8) entre otros.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha expuesto un método teórico que permite determinar la resistencia por formación de olas en un SES conocida la forma de la distribución de presión en el interior del colchón. Utilizando este método y las curvas de distribución de presiones (ref. 9), en función de las formas geométricas del colchón, se ha efectuado un cálculo sistemático de la resistencia adimensional y los resultados se han representado mediante curvas de las que se puede concluir que:

- El ángulo « α » tiene poca influencia sobre la resistencia adimensional, siendo recomendable valores bajos de dicho ángulo desde el punto de vista de la resistencia.
- El parámetro geométrico «L'/H» tiene bastante influencia sobre la resistencia siendo aconsejable, para lograr una menor resistencia, valores de «L'/H» más bien altos.
- El parámetro «h/H» prácticamente no tiene influencia sobre la resistencia adimensional.
- La relación eslora/manga «L'/B'» es el parámetro que tiene más influencia sobre la resistencia por formación de olas y su valor recomendable depende de la velocidad del vehículo. Para velocidades altas se obtienen menores valores de la resistencia para relaciones «L'/B» pequeñas, mientras que a bajas velocidades son preferibles relaciones «L'/B'» altas.

De las curvas de la resistencia, en conjunto, se puede concluir que los parámetros geométricos que más influyen sobre la resistencia adimensional son también los que más influyen sobre las distribuciones de presión (ref. 9), lo que prueba la fuerte relación entre éstas y la resistencia por for-

mación de olas, como también se deduce de las ecuaciones de la resistencia y auxiliares (16), (9), (10), (13) y (15).

Las anteriores conclusiones son válidas sólo desde el punto de vista de la resistencia por formación de olas y, por tanto, podrían servir para deducir unas formas geométricas óptimas desde dicho punto de vista. Sin embargo, hay que tener en cuenta que otros integrantes de la potencia total instalada, como la potencia de sustentación, dependen también de las formas del colchón, lo mismo que otros aspectos del proyecto como estructura, volúmenes, etc. Por consiguiente, siempre habrá que elegir unas formas del colchón de compromiso que optimicen todos los factores a tener en cuenta en el proyecto.

5. REFERENCIAS

1. CREWE, P. R. & EGGINGTON, W. J.: «The Hovercraft - A New Concept in Maritime Transport». Transactions RINA. Vol. 102, julio 1960, págs. 315-340.
2. NEWMAN, J. N. & POOLE, F.A.P.: «The Wave Resistance of a Moving Pressure Distribution in a Canal». Schiffstechnik. Vol. 9, núm. 45, 1962, págs. 21-26.
3. BARRAT. M. J.: «The Wave Drag of a Hovercraft». Journal of Fluid Mechanics. Vol. 22, parte 1, 1965, págs. 39-47.
4. FERNANDEZ DE PALENCIA, D. J.: «Distribución de presiones en el colchón de un VCA en función de la Geometría del mismo». Tesis Doctoral ETSIN. Madrid, 1984.
5. DOCTORS, L. J. & SHARMA, S. D.: «The Wave Resistance of an Air Cushion Vehicle in Accelerated Motion». The University of Michigan, Department of Naval Arquitecture. Núm. 99, diciembre 1970.
6. HAUSSLING, H. J. & VAN ESELTINE, R. T.: «Unsteady Air-Cushion Vehicle Hydrodynamics Using Fourier Series». Journal of Ship Research. Julio 1976, págs. 79-84.
7. HAUSSLING, H. J. & VAN ESELTINE, R. T.: «Waves and Wave Resistance for Air-Cushion Vehicles with Time-Dependent Cushion Pressures». Journal of Ship Research. Septiembre 1978, págs. 170-177.
8. TATINCLAUX. J. C.: «On the Wave Resistance of Surface-Effect Ships». Transactions SNAME. Vol. 83, 1975, págs. 51-66.
9. FERNANDEZ DE PALENCIA, D. J.: «Distribución de Presiones bajo un vehículo de colchón de aire». Ingeniería Naval, núm. 595, enero 1985, págs. 9-13.
10. FERNANDEZ DE PALENCIA, D. J.: «Potencia de sustentación de un SES (Surface Effect Ship)». Ingeniería Naval, núm. 598, abril 1985, págs. 153-156.
11. LE MEHAUTE, Bernard: «An Introduction to hydrodynamics and water waves». Springer-Verlag, New York, 1976.
12. SPIEGEL, M. R.: «Análisis de Fourier». McGraw-Hill, México, 1977.
13. HOGBEN, N.: «An Investigacion of Hovercraft Wavemaking». Journal Royal Aeronautical Society». Vol. 70, febrero 1966, págs. 321-329.

(Viene de la pág. 495.)

cumplimiento de normas ortodoxas en toda la problemática de la financiación, se valore con flexibilidad por parte de la banca oficial la profesionalidad naviera y la voluntad firme y decidida de seguir adelante en la lucha sin arrojar la toalla ante la crisis.

Y una observación final —no exenta de temor—: ya hemos dicho que no quisiéramos que, en modo alguno, el Plan de Flota se quede en eso, en un plan de nuevas construcciones de buques, ya sea para incrementar una flota que a lo largo de los últimos años ha perdido parte importante de sus efectivos, como vimos más atrás, ya para sustituir o renovar parte de un tonelaje al que habría que encontrar salida vía desguace o exportación. Cualquier planteamiento en ese sentido que no se asiente sobre una base realista —el mercado— y no tengo como punto de partida una demanda que lo sustente, está necesariamente condenado al fracaso. Como tampoco será viable cualquier solución que no contemple la verdadera capacidad financiera de asunción de obligaciones por parte de los navieros. Demanda, por tanto, de una parte, y capacidad financiera de otra, constituyen los pilares básicos sobre los que una política marítima puede establecer medidas que constituyan incentivo para el desarrollo del sector, bien a través de instrumentos de política económica encaminados a mejorar las expectativas de rentabilidad de las inversiones, bien a través de mecanismos que faciliten la accesibilidad y disposición de los recursos necesarios para financiarlas, pero siempre sobre la base de una consideración global del problema en el contexto económico nacional, huyendo, por consiguiente, de toda tentación de «voluntarismo» que degeneraría en algo parecido al célebre concurso del millón de toneladas.

Confiemos en que así sea.

REFERENCIAS

1. POLO, G.: «La financiación, ¿base de la política de marina mercante? INGENIERIA NAVAL, núm. 495, septiembre 1976.
2. M.T.T.C.: «Jornadas sobre el Plan de Flota» celebradas en Madrid, 21-22 de febrero de 1985. Boletín Informativo del M.T.T.C., núm. 12, enero-febrero 1985.
3. ANAVE: Conclusiones al «Encuentro sobre Marina Mercante y Transporte Marítimo». Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Santander, 16-18 de julio de 1985.
4. ANAVE: Conclusiones de la I, II y III Jornadas sobre Marina Mercante y Transporte Marítimo. Segovia (22-24 de septiembre de 1983), Avila (21-24 de noviembre de 1984), El Escorial (23-25 de octubre de 1985), respectivamente.
5. GAMIR, L.: «Los efectos sobre la marina mercante de la protección a la construcción naval, de los costes de personal y de la regulación de reparaciones, seguros y mantenimiento». Informe núm. 5, Gabinete de Estudios de ANAVE, julio de 1984.
6. CUADRADO, J. R.: «La Marina Mercante: su papel en el marco del transporte en España. Problemática general y perspectivas». Encuentro sobre Marina Mercante y Transporte Marítimo. Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Santander, 16-18 de julio de 1985.
7. POLO, G.: «Algunas reflexiones sobre el aprovechamiento económico del desarrollo tecnológico: la problemática portuaria». INGENIERIA NAVAL, núm. 567, septiembre 1982.
8. RODRIGUEZ MAGALLANES, E.: «La contribución estatal a la financiación de un buque». INGENIERIA NAVAL, número 559, enero 1982.

ESTUDIO DE LA PROBLEMATICA DE LA DESCARGA/LASTRADO DE UN BUQUE MIXTO PETROLERO Y DE APROVISIONAMIENTO EN LAS DIFERENTES SITUACIONES OPERATIVAS

Por Antonio Crucelaegui Corvinos (*)

RESUMEN

El estudio explora y analiza el conjunto operativo de condiciones de descarga de un buque en proyecto destinado al aprovisionamiento en la mar, de forma discreta, en función de las cantidades a suministrar de los distintos fluidos y cargas.

A partir de las hidrostáticas, capacidades, secuencias preferentes de descarga, cantidades de las mismas y condiciones de navegabilidad requeridas, una serie de programas de ordenador valora la distribución de lastres, su ubicación más adecuada y las capacidades de bombeo acordes con el espectro de soluciones, detectando situaciones críticas temporales de navegación y haciendo posibles numerosas modificaciones en el proyecto en un tiempo mínimo.

Se analizan dos variantes de buque, con tanques «limpios» y «segregados».

ABSTRACT

This study explores and examines the various unloading situations of a replenishment vessel, replenishing disequal amounts at sea of fuel and supplies, and their repercusion on navegality conditions.

A series of computer programmes evaluates the ballast distribution, ideal location of same and pumping capacity, based on the hidrostatic curves, capacities, preferred unloading sequences, quantities unloaded and desired navigability conditions.

The programmes detect critical navegational situations and make possible numerous modifications in design in the least possible time.

Two variants of ship with «clean» and «segregated» tanks are analysed.

INDICE

1. HIPOTESIS INICIALES Y PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.
2. CONSIDERACIONES GENERALES.
3. PARAMETRIZACION DE LA DESCARGA.
4. EVOLUCION DEL ANALISIS Y ALTERNATIVAS CONSIDERADAS.
5. RELACION DE TIEMPOS DESCARGA/LASTRADO PARA DISTINTOS CAUDALES.
6. CONCLUSION Y ACCIONES RECOMENDADAS.

AGRADECIMIENTO.

ANEXOS.

I. **Organigramas funcionales de la aplicación.**
II. **Disposiciones generales analizadas.**
III. **Listados de condiciones de carga discretizadas y de secuencias de descarga (extracto).**
IV. **Gráficas descarga-lastrado (curvas de «paloma»).**

INTRODUCCION

El buque de aprovisionamiento es un buque concebido para desempeñar una función operativa por excelencia: LA DESCARGA EN LA MAR. En contraste con la mayoría de los buques que realizan las operaciones de carga y descarga en puerto, este tipo de buque se puede aprovisionar en la mar, y efectúa descargas en el mismo medio, de forma aleatoria, según las necesidades de los buques que precisan su concurso.

Su filosofía de diseño está marcada por el objetivo mencionado de la descarga en la mar, y desde las más tempranas fases del anteproyecto se ha de procurar que el buque seleccionado desempeñe satisfactoriamente su misión principal.

La complejidad de la maniobra de suministro, la variedad de fluidos a trasegar y los importantes caudales de bombeo que entran en juego son algunos de los factores que intervienen en este proceso dinámico, en el que las distintas condiciones de carga resultantes y su influencia en la navegabilidad merecen un estudio pormenorizado.

No existiendo hasta la fecha unas herramientas de cálculo lo suficientemente ágiles para contemplar la problemática de la descarga y el lastrado en su conjunto, se ha emprendido este estudio con el propósito de que sus resultados contribuyan a enriquecer el meritorio aporte de conocimientos depositados en el Proyecto B-130, por toda la Dirección de Innovación y Tecnología de la Empresa Nacional Bazán.

1. HIPOTESIS INICIALES Y PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.

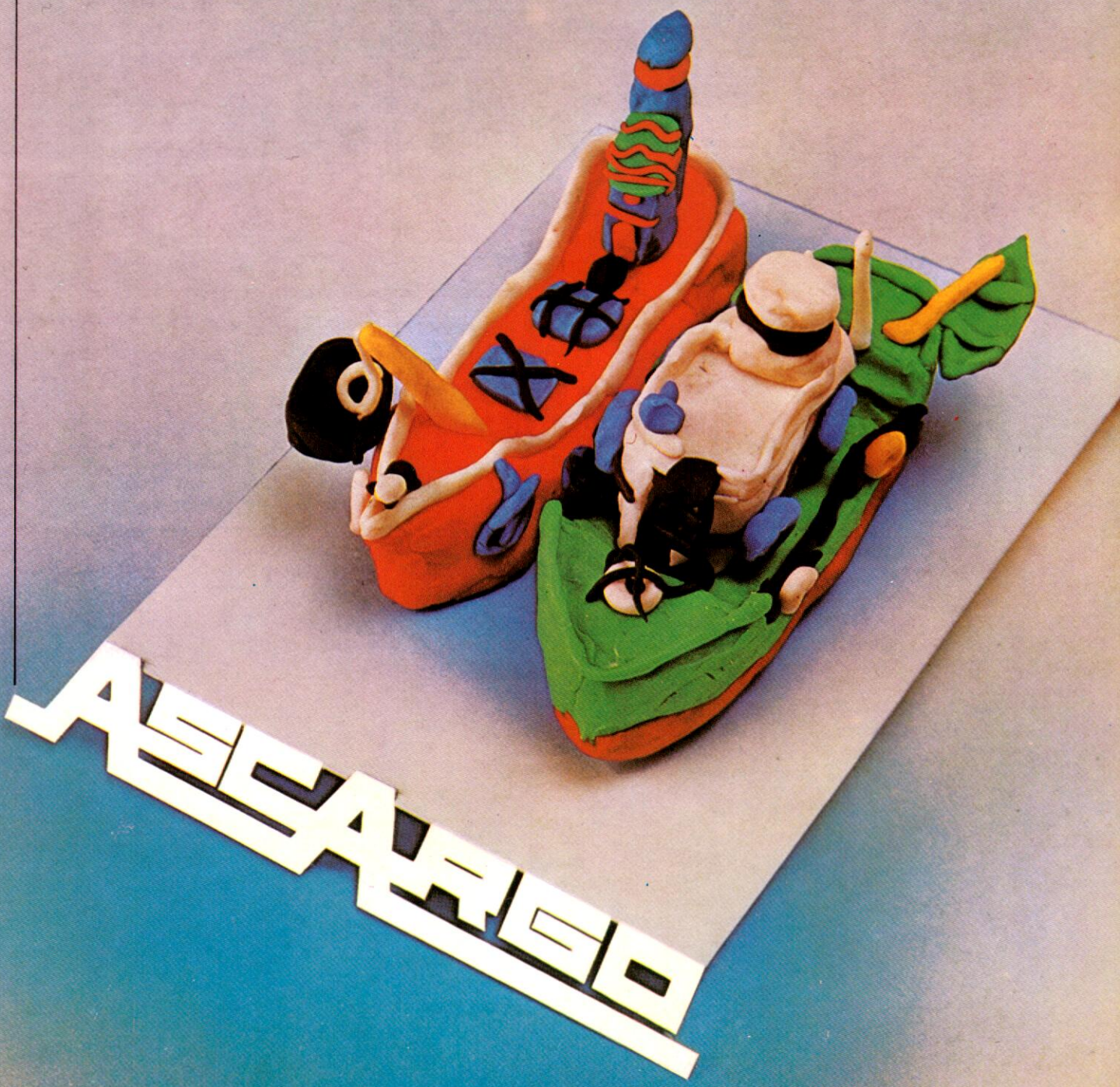
El proyecto B-130 ha tenido en sus orígenes una concepción en cuanto a disposición general y dimensiones, adecuada a la filosofía de LASTRE LIMPIO, es decir, con alguna zona de carga preparada para lastrar en caso necesario, previo lavado y acondicionamiento del tanque respectivo.

La evolución del Proyecto ha alterado esta concepción inicial, modificando su disposición general y dimensiones

(*) Doctor Ingeniero Naval. Dirección de Innovación y Tecnología. E. N. Bazán.

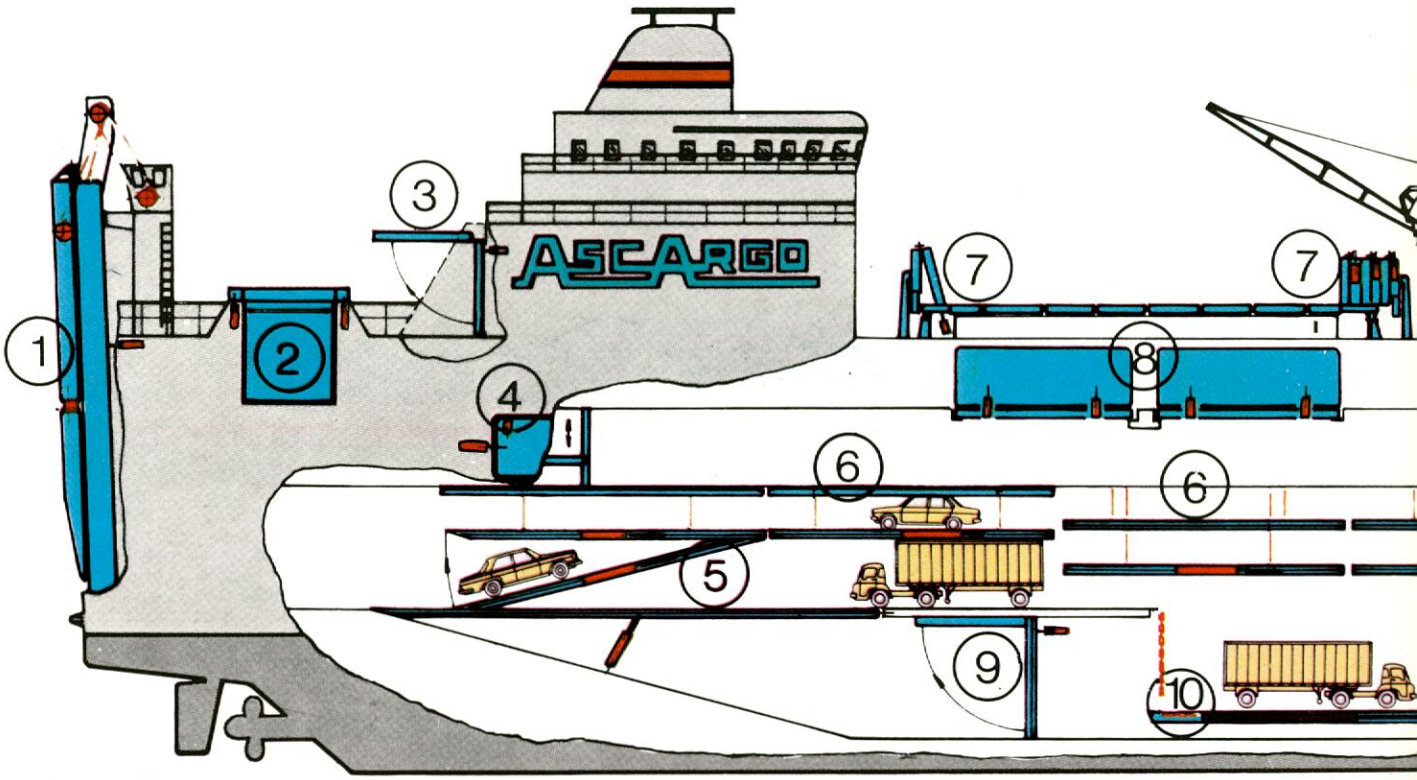
ASCARGO
INTERNATIONAL

**Planning a vessel ?
contact Ascargo**



ASCARGO

ASCARGO Equipment for Roll-on/Roll-off and side and loading equipment variations



1 Stern ramp which can be articulated, angled, rotating, one piece, etc. Depending of loads, dimensions and owner's requirements.

2 Combined watertight side ramp, adjustable to the tide heihgt, giving access to two telescopic elevators and a top cover, incorporating a control cabin for the above equipment.

3 Watertight door, operated hydraulically, hinged at the top.

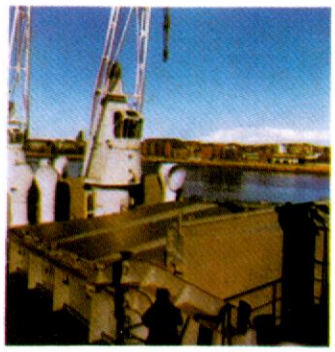
4 Combination of a side door and an adjustable platform.

vertical

15 Scissors type elevator, designed to any height or load.

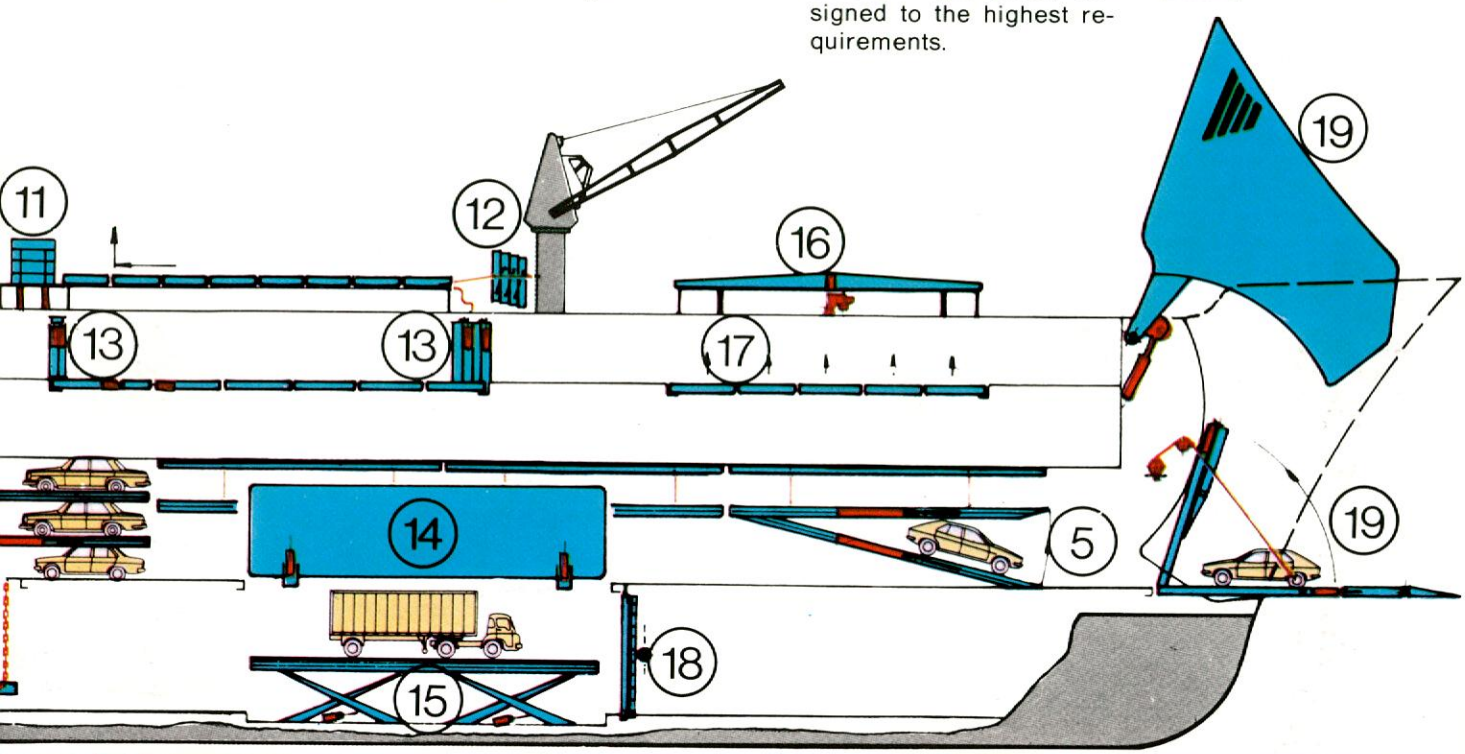
16 Side-rolling operated by hydraulic motors, with rack and pinion, for O.B.O. ships or bulkcarriers.

17 Liftaway pontoons, which can be watertight.



18 Sliding bulkhead door, fire and watertight proof, designed to the highest requirements.

19 Combination of bow visor and bow ramp.



5 Access ramp to a car deck, with a possibility of lifting it loaded with cars and leaving free space below it.

6 Hoistable cardecks, one over the other and with the possibility of lowering both, or only one.

7 Folding cover with direct cylinder and multifolding with internal cylinders.

8 Tween deck side-pivoting, hydraulically operated.

9 Bulkhead door hinged at the top and hydraulically operated.

10 Hydraulically operated elevator which can be designed to any height and load.

11 Horizontal stowing of hatch covers by means of hydraulic cylinders.

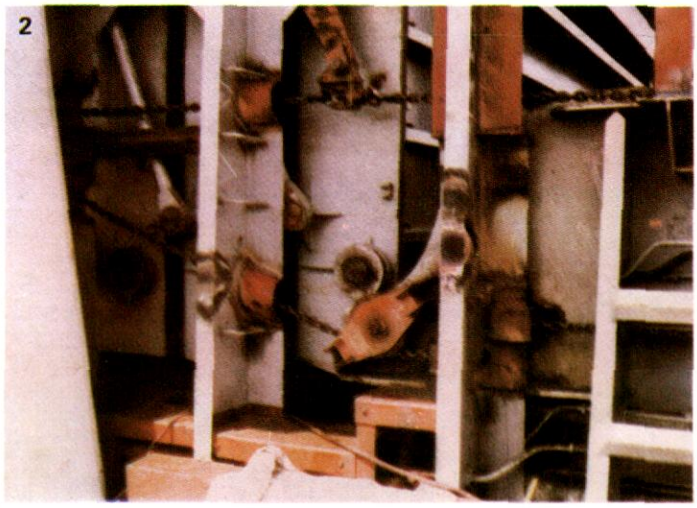
12 Balanlift hatch-covers, which can be operated hydraulically or by the ship's cranes.

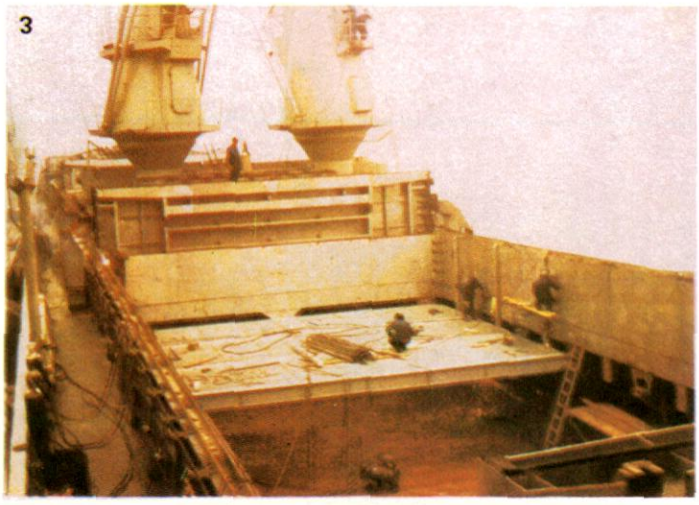
13 Tween deck flush folding hatch covers, which can be of several pairs and watertight.

14 Side pivoting cover giving access to an elevator.

ASCARGO

Repair maintenance and innovations





ASCARGO was founded in 1958 and since then thousands of repairs and modifications to existing hatchcovers of any type and designer have been carried out. We have our expertice team with experience in any kind of repairs such as to rebuilt very deteriorated covers and to have them watertight to the satisfaction of the classification society and ship owners, or hatches with mechanical problems.

We also are prepared to improve the operation of an existing hatch by modifying it to hydraulic, etc.

Of course all these works, are carried out after acceptance of our specification and our competitif offer which is discussed before and no extras are to be expected.

1 After twelve days notice by the owners that side-rolling O.B.O. Cover was lost, this photo was taken, and few hours later the ship was sailing with the corresponding certificate of the classification society.

2 A single pull cover transformed to hydraulically operated. The work was carried out in Oporto.

3 An extra ultralight deck giving more versatility, fitted on board various vessels by Ascargo's repair team.

ASCARGO INTERNATIONAL
Gran Via, 89 - 48011 Bilbao (Spain)
Tels.: (94) 442 25 49 - 442 26 82 - 441 47 00*
Télex: 32751 - 32049 Zubic E
Cables: ASCARGO, Bilbao

MORE THAN 90 WORLD WIDE SERVICE STATIONS

para adecuarlas en una segunda fase a una filosofía de LASTRE SEGREGADO. Al nuevo diseño se llegó tras considerar entre otros los siguientes aspectos:

- Cambiar la ubicación de la bodega de carga seca y municiones para acortar los recorridos de las mismas en la descarga.
- Evitar la problemática operativa y de contaminación del lastre limpio.
- Proteger la bodega de carga seca y municiones con un blindaje adicional de ayuda de lastre.
- Optimizar las secuencias y tiempos de lastrado derivadas de los resultados del presente estudio en su primera fase, aprovechando los datos y conclusiones que el estudio ha ido aportando.

1.1. Buque de lastre limpio

1.1.1. Selección de parámetros y valores mínimos.

Una vez conocidas las dimensiones principales del proyecto en cuestión y las características hidrostáticas de la carena, se fijaron unas condiciones permanentes de navegación a satisfacer en la totalidad de los casos, y unas condiciones temporales que fueron:

Condiciones permanentes.

Tpp	>	6,25
Tpr	>	4,02
t	<	2,25
GM	>	0,8

Condiciones temporales.

Tpp	>	5,70
Tpr	>	3,55
t'	<	2,25
GM	>	0,8

Para determinar estos valores se consideraron los requerimientos del Lloyd's y la reglamentación del MARPOL (regla 13 y apéndice 1 para buques con eslora < 150 m.) que contemplan calados mínimos por riesgo de «slamming» a proa, inmersión de la hélice a popa, etc., mientras que la altura metacéntrica se fijó de forma que correspondiese a un período de balance razonable para este tipo de buque.

Los calados mínimos requeridos dieron como resultado un calado mínimo en la maestra de 5,135 m. que debería respetarse en la totalidad de órdenes de aprovisionamiento, en la situación de consumos del buque.

En cuanto a los valores de estabilidad se eligió como parámetro la altura metacéntrica, asignando un valor mínimo a satisfacer, y después modificándolo en función de los resultados del estudio de la estabilidad de buque intacto con viento de costado aplicando el criterio de la U.S. Navy.

De los resultados del estudio, tanto la condición de plena carga como la de mínima operativa en sus distintas versiones, satisfacen el criterio de estabilidad con vientos de costado de 100 nudos a partir de un determinado desplazamiento en la situación de mínima operativa sin carga y con lastre, correspondiendo un valor KG límite de 8,174 m. y una altura metacéntrica de 1,44 m., límite para esta condición.

Asimismo, se analizaron casos intermedios. Como caso particular, se calculó el KG límite para el desplazamiento mínimo impuesto por condiciones de navegabilidad. Los KG límites resultantes se pueden representar en el gráfico adjunto, en el que se incluyen las alturas metacéntricas derivadas de los mismos.

Dado que a lo largo de la vida útil del buque, y en la propia construcción el KG sube con respecto al de proyecto, parece oportuno tomar un margen de seguridad del orden del 25 por 100, con lo que el GM límite modificado, función del desplazamiento del buque en cada caso, adopta la forma representada.

A su vez, para cada desplazamiento genérico, existirán distintas condiciones de carga posibles con centros de gra-

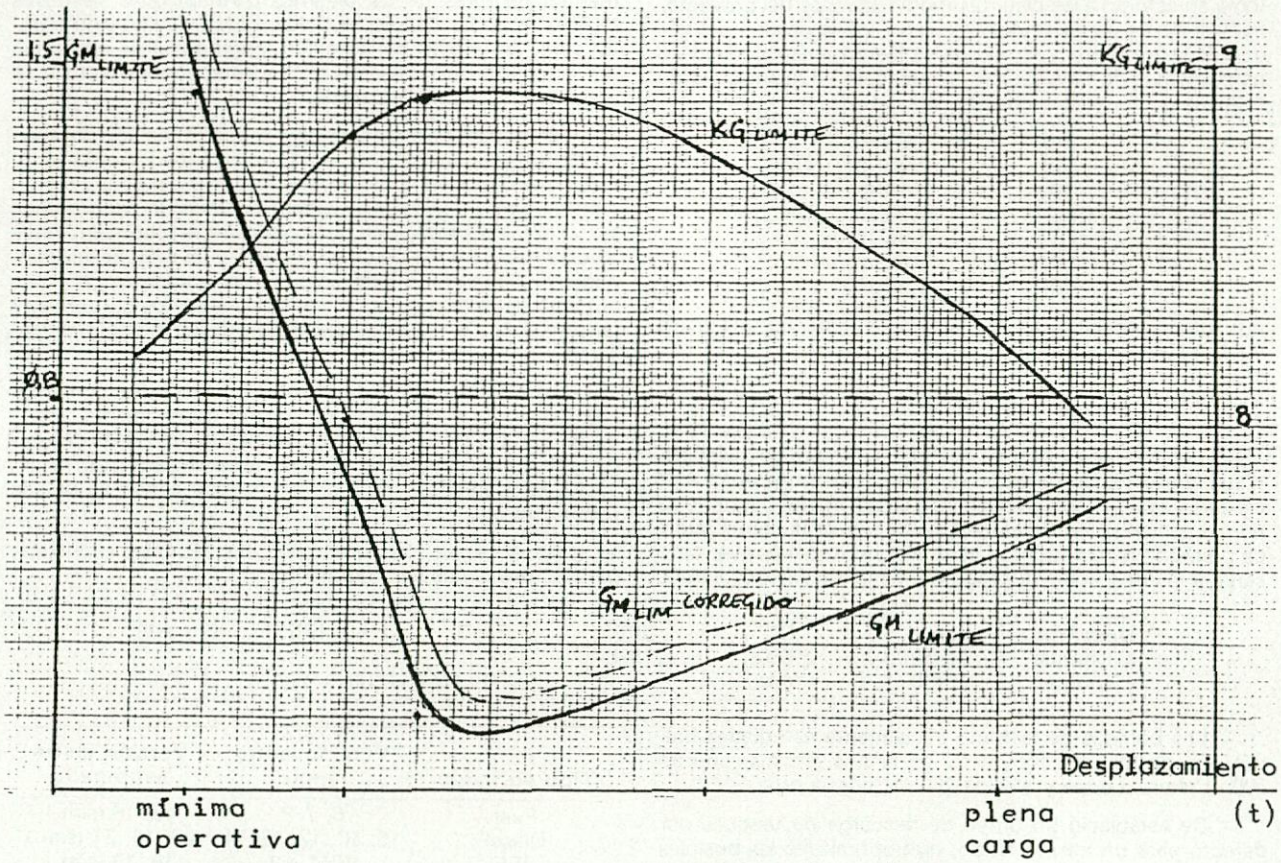


Gráfico de KG límite según criterio de Sarchin & Golberg. (Buque de lastre «limpio»)

vedad de la misma diferentes, y, por tanto, con alturas metacéntricas variables. Siempre que dicha altura metacéntrica quede en la zona válida, el criterio (o mejor, la generalización del mismo aquí expuesta para toda la gama de desplazamientos) quedará satisfecho.

En la práctica, se aplicó una altura metacéntrica límite promedio constante, a satisfacer por todas las condiciones, incorporándola a la programación en una primera fase, y dejando para una etapa posterior la selección opcional para cada desplazamiento y situación del centro de gravedad de la condición de carga, la comprobación del GM límite resultante aplicando el criterio.

1.1.2. Ajustar el orden de descarga y lastrado de los diferentes tanques a fin de conseguir minimizar las situaciones críticas.

1.1.3. Sistematizar la problemática de la descarga en dos fases:

Primera fase (ESTATICA).

Ordenar la descarga de fluidos en cantidades que coincidan con la capacidad receptora de los buques a aprovisionar y con posibles *discontinuidades en las cántaras, en especial* las de lastre limpio, es decir, considerar cantidades de descarga próximas a la capacidad de cada tanque destinado a lastre limpio, ya que al quedar algo de fluido en este tanque, no pueden acometerse las operaciones de limpieza y acondicionamiento para el lastrado, y si se precisa efectuar una descarga nuevamente del tipo que sea, el buque puede quedar en situación comprometida.

Segunda fase (DINAMICA).

Asignar número de bombas de lastrado, caudales y tiempos de operación combinada de descarga/lastrado y analizar los resultados.

1.2. Buque de lastre segregado

1.2.1. Se adecuó la programación y el desarrollo del sistema en estudio a las distintas modificaciones del proyecto, nuevas dimensiones principales, etc., de la versión del buque de lastre segregado, al que se fijaron unas condiciones permanentes de navegación, a satisfacer en la totalidad de órdenes de aprovisionamiento, de:

Tm	>	4,9 m.
Tpr	>	4,35 m.
Tpp	>	6,10 m.
t	>	-0,50 m.
t	<	2,18 m.
GM	>	0,87 m.
GM	<	1,40 m.

que fueron obtenidos tras considerar los criterios del Lloyd's y las reglas del MARPOL.

2. CONSIDERACIONES GENERALES

— Los tanques y cántaras se han supuesto paralelepipédicos, a efectos de variación del c.d.g. Dado que la zona de cántaras está situada en el cuerpo cilíndrico del buque, esta aproximación se considera adecuada y acorde con el grado de precisión requerido en el estudio. Un paso más avanzado sería la incorporación al programa de la ley de variación de los c.d.g. para los tanques con formas no asimilables a paralelepípedos.

— La descarga/lastrado de tanques simétricos respecto a crujía se considera simultánea a efectos de escora.

— La situación de partida del buque, es la de Plena Carga con 50 por 100 consumos.

— El orden de lastrado se fijó atendiendo a la influencia de los momentos de trimado a proa/popa, de mayor a menor.

En un proceso iterativo de análisis de resultados, se alteró esta primera ordenación hasta encontrar aquella que presentaba menores condiciones críticas en toda la gama analizada.

— La secuencia final de lastrado resultó ser:

A PROA, tanques ⟶ 17, 18, 19, 20 por este orden.
A POPA, tanques ⟶ 3-4, 2, 1, 5 por este orden.

— En todas las condiciones, se lastra en primer lugar el lastre segregado si procede, y en última instancia, el lastre limpio.

— El lastrado de los tanques limpios A y B es TODO/NADA. Esta situación se fue modificando tal y como se detalla más adelante.

— Los valores obtenidos con las hidrostáticas son isocarenas.

— No se calcula la estabilidad dinámica.

— En una primera fase no se calcularon esfuerzos ni resistencia longitudinal. Una vez ajustados los parámetros de la programación, y decididas las primeras modificaciones, se estimó conveniente realizar una comprobación aproximada de estos valores, utilizando el mismo criterio de exploración generalizada del campo de posibilidades, aplicado a lo largo de todo el estudio. En el anexo I figuran los organigramas que abastecen la programación para completar el estudio con la repercusión en la ley de esfuerzos cortantes y momentos flectores de las distintas distribuciones de pesos analizadas en las condiciones de carga, y que ha sido tratada como un efecto en la flexión longitudinal de un buque por la adición o sustracción de un peso pequeño a partir de una situación base de partida.

— El módulo programado para la comprobación de resistencia longitudinal obtiene como resultados los valores de esfuerzos cortantes y momentos flectores para cada condición de carga analizada, y como resumen de cada prueba los valores máximos, y en qué condición se producen. Estos valores han de entenderse en la abscisa de cálculo seleccionada en cada caso, siendo las más interesantes las próximas al tercio de la eslora para el caso de esfuerzos cortantes, y las próximas a la maestra para el caso de los momentos flectores.

— La carga y el agua dulce están consideradas conjuntamente, como si formasen un mismo elemento de carga/descarga, a efectos de la matriz de parámetros de la descarga, y se le asignan dos situaciones de carga extremas: lleno/vacío. Esta situación se fue modificando según se detalla más adelante.

— En la asignación de tiempos, los caudales supuestos para las descargas son (en m^3/hora):

Descarga	F	D	JP5	F + D	F + JP5	D + JP5
a 1 buque	2*450	2*680	2*680	—	—	—
a 2 buques	4*450	4*680		2*(450 + 680)	2*(450 + 680)	4*680)

— Las bombas de lastrado inicialmente estudiadas fueron dos de 500 m^3/hora para los lastres limpios, una de 300 m^3/hora a popa y otra de 250 m^3/hora a proa.

— Se estableció un orden de descarga de tanques por defecto para un mismo fluido, que optimizaba las posibles condiciones críticas temporales, y que resultó ser:

Tipo de fluido	Versión lastre limpio	Versión lastre segregado
Fuel	6, 7/8	15, 16 (sim.)
Diesel	15, 16, 12, 13/14	20, 14, 21 (sim.)
JP5	10/11, 9	18, 19 (sim.)

correspondiendo la numeración a la del anexo de disposiciones generales analizadas.

— Corrección por superficies libres.
Se ha tomado siempre en el caso más desfavorable. Cuando en alguna descarga se vacía un tanque por completo, se ha supuesto corrección por superficies libres para este tanque, en toda la secuencia de descarga.

— Las curvas hidrostáticas del buque han sido incorporadas al programa, con los valores función de los calados de las siguientes variables:

— TM = calado medio.
— XB = abscisa del centro de carena.
— KB = ordenada sobre la base del centro de carena.
— BM = radio metacéntrico transversal.
— XF = abscisa del centro de la flotación.
— MTI = momento para alterar el trimado 1 cm.

A partir de estos valores se han obtenido por interpolación lineal los correspondientes a cada situación de carga analizada.

Los valores de XB, XF y XG (centros de gravedad) se han tomado positivos a popa de la cuaderna maestra y negativos a proa.
KM = KB + BM
GM = KM − KG − CSL (CSL = Corrección por superficies libres).

Refiriendo a la Ppopa los valores de XB, XF, XG:

XB = Lpp/2 − XB.
XG = Lpp/2 − XG.
XF = Lpp/2 − XF.

Momento de trimado = Δ * (XB − XG).
Trimado = Momento trimado / MTI.
Tpopa = TM + (XF*Trimado / Lpp).
Tproa = Tpopa − Trimado.

3. PARAMETROS DE LA DESCARGA

3.1. Matriz de descarga en la versión de lastre limpio

El proceso descarga se ha hecho discreto mediante una formulación matricial.

Se define una matriz multi-dimensional con tantas dimensiones como tipos distintos genéricos de fluidos/carga se trasiegan.

El número de elementos en cada dimensión es función de la capacidad total disponible en el buque para el fluido correspondiente, y de un parámetro de descarga (PD(, asociado al fluido, y modificable a voluntad.

Con esta disposición, se tiene la siguiente secuencia genérica para cada dimensión:

Elemento	Capacidad
1	TOT = Totalidad del FLUIDO (equivale a plena carga)
2	TOT − Pd
3	TOT − 2Pd
•	
•	
•	
n − 1	TOT − (n-2) Pd
n	Vacío (sin fluido en ningún tanque de su dimensión)

Las cuatro dimensiones analizadas en el estudio corresponden a:

F — Fuel.
D — Diesel.
J — JP5.
C — Carga seca + agua dulce.

Para escoger adecuadamente los parámetros de descarga PD, se consideró:

— La capacidad aproximada de recepción de los buques a aprovisionar.

— La posible criticidad temporal en las secuencias de descarga-lastrado de tanques limpios, procurando evaluar los casos más desfavorables, como son aquellos en que todavía queda algo de fluido en los tanques de lastre limpio o se va a proceder a una nueva descarga.

— Evitar en lo posible un exceso de casuística innecesario.

Con estas premisas, se fijaron los parámetros PD en función del tipo de fluido y carga seca, con lo que la matriz de descarga resultó ser:

MAT (F, D, J, C) = MAT (7, 7, 4, 2)

que corresponden a unas descargas de fluidos de:

Fuel (F)	Diesel (D)	JP5 (J)	Carga seca (C)
lleno	lleno	lleno	lleno p. carga
− 400	− 500	−1.030	vacío
− 800	−1.000	−2.060	
−1.200	−1.500	vacío	
−1.500	−2.000		
−2.000	−2.500		
vacío	vacío		lastre

y que aportan 7 × 7 × 4 × 2 = 392 condiciones distintas de carga.

Esta concepción matricial permite abordar la problemática de la secuencia temporal, considerando una condición genérica (F, D, J, C) y relacionando sus resultados (calado, desplazamiento, altura metacéntrica, tipo de situación crítica), con las condiciones de las que puede proceder, o anteriores a ellas:

$$\begin{bmatrix} F-1 & D & J & C \\ F & D-1 & J & C \\ F & D & J-1 & C \\ F & D & J & C-1 \end{bmatrix}$$

y con las condiciones a las que puede evolucionar con nuevas descargas discretizadas:

$$\begin{bmatrix} F+1 & D & J & C \\ F & D+1 & J & C \\ F & D & J+1 & C \\ F & D & J & C+1 \end{bmatrix}$$

Siempre en el caso de aprovisionamiento a un solo buque.

Cuando el suministro se realiza simultáneamente a dos buques, son dos las descargas a considerar, y las nuevas condiciones a que se puede llegar a partir de una condición dada N (F, D, J, C), son respectivamente:

$$\begin{bmatrix} F+2 & D & J & C \\ F & D+2 & J & C \\ F & D & J+2 & C \\ F & D & J & C+2 \\ F+1 & D+1 & J & C \\ F+1 & D & J+1 & C \\ F+1 & D & J & C+1 \\ F & D+1 & J+1 & C \\ F & D+1 & J & C+1 \\ F & D & J+1 & C+1 \end{bmatrix}$$

3.2. Matriz de descarga en la versión de lastre segregado

Al situar el agua dulce de aprovisionamiento en la zona de popa, se consideró como una nueva dimensión, pasando a ser cinco (Fuel, Diesel, JP5, Carga Seca, Agua Dulce) los

parámetros en la descarga, siendo la matriz de descarga MAT (F, D, J, C, A) = MAT (4, 5, 3, 2, 2) *con un total de* 240 condiciones de carga.

3.3. Generalización del procedimiento

*El espectro de condiciones de carga analizado con la mo*delización matricial descrita, considera tantas dimensiones como tipos distintos de fluido/carga se trasiegan o descargan, sin considerar la posible segmentación de los mismos, la existencia de varias cántaras o compartimentos, etc. El seguimiento de la descarga lo realiza de forma automática el programa, asignando un valor por defecto para el orden en que ha de ser descargado cada fluido considerado.

La generación resulta inmediata:

- Considerar cada compartimento/cántara relevante en la descarga/lastrado.
- Tomar una nueva matriz de descarga con tantas dimensiones como compartimentos individualizados (en lugar de fluidos).
- Fijar los parámetros de descarga y el número de elementos de cada dimensión en función de las capacidades de cada compartimento.

Con esta nueva filosofía, se tienen las secuencias de descarga para cada dimensión-tanque:

Elemento	Capacidad del Tanque
1	Totalidad del tanque = Lleno
2	Tot - PD
•	•
•	•
•	•
n—1	Tot — (n-2) PD
n	vacío

Mientras que las dimensiones a que da origen la nueva matriz son en el buque de LASTRE LIMPIO.

MAT (F1, F2, J1, J2, D1, D2, D3, D4, C1, C2)

con:

F1 — Fuel en el tanque 6.
F2 — Fuel en los tanques 7 y 8 (simétricos).
J1 — JP5 en el tanque 9.
J2 — JP5 en los 10 y 11 (S.).
D1 — Diesel en el 12.
D2 — Diesel en los 13 y 14 (S.).
D3 — Diesel en el 15.
D4 — Diesel en el 16.
C1 — Carga seca en el 25.
C2 — Agua dulce en el 25 (bis).

Estas 10 dimensiones podrían dar lugar, por término medio, a unas 3**6 × 2**4 = 11.664 condiciones estudiando para seis dimensiones las situaciones lleno, vacío y a medio llenar (tres valores) y para cuatro dimensiones, sólo lleno y vacío.

Es obvio que un número tal elevado de condiciones no resulta cómodo de analizar, ni parece procedente, ya que el objetivo final es detectar, en el espectro de condiciones posibles, aquéllas que pudieran suponer algún tipo de situa*ción crítica, a fin de evitar que se produzcan o modificando* la propia disposición general del buque, si las condiciones críticas alcanzasen un porcentaje preocupante sobre el total.

4. EVOLUCION DEL ANALISIS

4.1. Buque de lastre «limpio»

4.1.1. Fase estática.

En Plena Carga (50 por 100 consumos) no existe criticidad temporal alguna de entre todas las condiciones discretas que corresponden a los parámetros de la descarga.

Con Plena Carga (10 por 100 consumos) se presentan las siguientes criticidades de tipo permanente (siempre inferiores a los valores admitidos temporalmente).

Tipo de criticidad	Casos	%	Valor exigido	Valor mínimo
Tpp	41	10	6.25	6.00
Tpr	—	—	4.02	—
GM	73	19	0.80	0.70
t	8	2	2.25	2.38

Asimismo, de las 392 condiciones estudiadas, se desprende que la discontinuidad en la descarga de los tanques limpios, no afecta a la criticidad (no se necesita lastrar nunca un tanque limpio nada más vaciarlo), por lo que se decidió reducir el número de casos, alterando los parámetros de la descarga, PD, y pasando a ser 150 en cada prueba, cubriendo todo el espectro de posibilidades.

4.1.2. Lastrados/Deslastrados.

El lastrado todo/nada del tanque limpio B originaba fuertes descompensacines de trimado, que obligaban a deslastrar en determinadas secuencias algunos tanques segregados.

Para eliminar esta dificultad, se pensó en lastrar los tanques limpios al 50 por 100 ó 100 por 100, según necesidad, y se estudió de nuevo la descarga, resultando altamente satisfactoria en su totalidad. No obstante, se decidió volver a la situación inicial de lastrar todo/nada, subdividiendo el tanque B en dos (B y C) de *la misma capacidad aproximada*, ante la imposibilidad práctica de garantizar un porcentaje de llenado al lastrar un tanque. Los resultados obtenidos fueron totalmente satisfactorios.

4.1.3. Fase dinámica.

Con las capacidades de bombas inicialmente supuestas, la diferencia de tiempos entre la descarga y el lastrado superaba una hora en un 25 por 100 de los casos, existiendo en muchos de ellos situaciones de criticidad temporal, por lo que se ensayó con unos caudales de lastrado mayores alterando su ubicación inicial consiguiendo con ello dar una mayor versatilidad a la operativa de la descarga/lastrado.

Con la misma distribución de bombas de lastre propuesta, se podría modificar la disposición general para lastrar los tanques limpios con cualquiera de las bombas disponibles, lo que eliminaría en su práctica totalidad las criticidades temporales en la descarga.

4.2. Buque de lastre «segregado»

4.2.1. Fase estática.

Se analizó en primer lugar una disposición general, ver*sión LASTRE SEGREGADO (1) que figura representada en* anexo, con la numeración de tanques de carga y lastre. Los resultados de esta prueba aconsejaron la subdivisión de los tanques de lastre centrales números 5 y 7, en cuatro tanques, de capacidad aproximada la mitad de los primitivos, pasando a tener una disposición general con otra numeración, que puede apreciarse en la denominación versión LASTRE SEGREGADO (2).

Para una situación inicial de Plena Carga 50 por 100 consumos, se apreciaron seis situaciones temporales de critici-

dad, de un total de 240 analizadas, sin acudir a correcciones especiales y todas ellas presentaban alturas metacéntricas superiores al valor temporal admitido, por lo que se adoptó el criterio de lastrar en estos casos los tanques de doble fondo centrales números 4 y 7, y si persistía la criticidad por GM, lastrar adicionalmente el número 10, sito a proa.

Efectuadas estas correcciones, desaparecieron por completo las criticidades por altura metacéntrica, apareciendo tres casos con un calado a popa suficiente, y con posibilidad de lastrar algún tanque a popa, por lo que se dio como buena la totalidad de la prueba.

4.2.2. Fase dinámica.

Se dispuso una distribución de bombas tal que un grupo atendiese al lastrado de la zona de popa, y el otro al lastrado de los tanques de proa, y un grupo en la zona central para el lastrado del cuerpo cilíndrico, cuando fuese preciso.

Los caudales estimados en un primer tanteo, tan sólo dieron un 4 por 100 de casos con diferencia de tiempos entre descarga y lastrado superior a 15^m, cifras altamente satisfactorias. Adicionalmente se comprobaron caudales superiores e inferiores a los reseñados, mostrándose los resultados en HOJA RESUMEN.

Atención especial merecieron los casos en que pudiese existir un deslastrado simultáneo con tareas de descarga y de lastrado en otra zona. En la totalidad de los casos, se apreció que la permanencia de los tanques conflictivos en situación de lastre, no dejaba el buque en situación crítica de navegación, por lo que no se aprecian casos de deslastrado significativos.

5. TABLA DE TIEMPOS DE DESCARGA

Tipo de descarga	N.º descargas simultáneas	Fluido/s	Tiempo de la descarga
1	1	Fuel (F)	$t = \dfrac{60 * \text{PDF en Ton.}}{(F) * \text{n.º bombas } (F) * \text{caudal } (F)}$
2	1	Diesel (D)	$t = \dfrac{60 * \text{PDD}}{(D) * \text{n.º bombas } (D) * \text{caudal } (D)}$
3	1	JP5 (J)	$t = \dfrac{60 * \text{PDJ}}{(J) * \text{n.º bombas } (J) * \text{caudal } (J)}$
4	1	Carga + a.d.	No evaluado
5	2	F + F	t
6	2	F + D	max (t , t)
7	2	F + J	max (t , t)
8	2	D + F	max (t , t)
9	2	D + D	t
10	2	D + J	max (t , t)
11	2	J + F	max (t , t)
12	2	J + D	max (t , t)
13	2	J + J	t

El número de bombas de Fuel-Diesel-JP5 se entiende como el máximo número de las instaladas a bordo que pueden dar simultáneamente a un sólo buque (en función de la capacidad receptora del mismo).

Capacidades receptoras consideradas

Tipo de buque	Fluido	N.º de bombas	Caudal
A	JP5	2	680 m^3/h
B	Diesel	2	680 m^3/h
	JP5	1	115 m^3/h
C	Fuel	2	450

HOJA RESUMEN

BUQUE DE LASTRE LIMPIO

Análisis de los caudales de bombas de lastre

Situaciones analizadas: 340 secuencias de descarga (caso de un suministro).
440 secuencias (suministro a dos buques simultáneamente).

N° de descargas	Situación inicial del buque (consumos)	Caudal bomba de lastre (4 iguales)	Relación tiempo de descarga-tiempo de lastrado: Condiciones desfav.	Condiciones con dif > 15^m	Dif. máxima
1 (suministro a un buque)	50 %	400 m^3/h	53 (16 %)	46 (13 %)	63^m
1	50 %	500 m^3/h	47 (14 %)	25 (7 %)	50^m
1	50 %	600 m^3/h	30 (9 %)	5 (1 %)	36^m
1	10 %	500 m^3/h	64 (19 %)	25 (7 %)	43^m
2 (suministro a dos buques)	50 %	400 m^3/h	117 (26 %)	89 (20 %)	94^m
2	50 %	500 m^3/h	90 (20 %)	57 (13 %)	49^m
2	50 %	600 m^3/h	88 (20 %)	33 (7 %)	51^m

HOJA RESUMEN

BUQUE DE LASTRE SEGREGADO

Análisis de los caudales de bombas de lastre

Situaciones analizadas: 525 secuencias de descarga (caso de un suministro).
650 secuencias (suministro a dos buques simultáneamente).

Nº de descargas	Situación inicial del buque (consumos)	Caudal bomba de lastre (pp + centro + pr)	Relación tiempo de descarga-tiempo de lastrado: Condiciones desfav.	Condiciones con dif > 15^m	Dif. máxima
1 (suministro a un buque)	50 %	500 + 1000 + 500	60 (11 %)	20 (4 %)	72^m
1	50 %	400 + 1200 + 400	70 (13 %)	22 (4 %)	51^m
1	10 %	500 + 1000 + 500	145 (27 %)	63 (12 %)	72^m
2 (suministro a dos buques)	50 %	500 + 1000 + 500	134 (20 %)	60 (9 %)	72^m
1	50 %	400 + 1200 + 400	221 (42 %)	83 (13 %)	51^m
2	10 %	500 + 1000 + 500	280 (53 %)	150 (23 %)	72^m

6. CONCLUSION Y ACCIONES RECOMENDADAS

— La relación carga ⟷ lastre para la totalidad de situaciones, pueden representarse en una gráfica de tipo «paloma» que se adjunta en el anexo 3, dando lugar a una familia de curvas función de la situación de partida del buque en % de consumos.

Según esta gráfica, el buque tiene unas condiciones de navegación sin ningún tipo de criticidad, cuando su relación CARGA/LASTRE se encuentra en un punto por encima de la envolvente superior de la gráfica de la paloma, con total seguridad. La zona interior de la gráfica representa el espectro de soluciones analizado, con sus correspondientes necesidades de lastre, y sin criticidades, siempre y cuando se respeten las indicaciones para cada condición en concreto, y por último la zona comprendida entre la envolvente inferior y los ejes coordenados es una zona de criticidad.

— En un porcentaje próximo al 75 por 100 de los casos, la descarga de un fluido lleva aparejada una operación de lastrado, a fin de mantener las condiciones de navegación fijadas de antemano.

— El caudal de las bombas de lastre, ha de ser proporcional al de descarga, estimándose que un 80 por 100 de este último cubre con razonable seguridad y garantía las necesidades de lastrado.

— Con la disposición general estudiada, el buque responde a la totalidad de órdenes de aprovisionamiento a que puede hacer frente eludiendo cualquier posible criticidad por calados, trimado y estabilidad, desde un punto de vista estático (situaciones discretas, sin tener en cuenta las secuencias de descarga).

— Atendiendo a las secuencias (incluyendo el tiempo de las respectivas descargas) en condiciones reales, tanto para suministro a un sólo buque como a dos buques simultáneamente, los resultados se detallan en Hoja Resumen.

— De dichos resultados se acepta como válida la solución de cuatro bombas de lastre de 500 m^3/h, para el buque de lastre «limpio», en razón de que:

- Las diferencias de tiempo apreciadas sólo son significativas en el 10 por 100 de la totalidad de los casos, pero en todos ellos, se da la circunstancia de tener que lastrar los tanques limpios en su totalidad, mientras que la posible criticidad se evita con antelación.

- El régimen de trabajo de las cuatro bombas puede incrementarse en alguna situación, de forma transitoria, consiguiendo caudales del orden de 650 m^3/h con la misma bomba, e incrementando levemente el consumo de potencia.

- El estudio no supone un tiempo adicional para limpiar los restos de los tanques limpios, pero este proceso podría llevarse a cabo de forma simultánea a la descarga de otro tanque, con el auxilio e indicaciones del programa interactivo de condiciones de carga, simulación de descarga y control de operaciones en el que se trabaja actualmente.

Con dicho programa, a partir de la situación actual del buque y de las previsiones de descarga, se obtienen los tiempos, acciones a tomar y posibilidades alternativas de actuación frente a un caso real con especial atención a las secuencias de lastrado. El programa será instalado en el ordenador abordo y auxiliará de esta forma eficazmente al Oficial encargado de las operaciones de aprovisionamiento.

— En el buque de lastre «segregado», se estima apropiada la distribución de caudales y situación de las bombas, dos a proa, dos a popa y otras dos en la zona central, con un caudal de bombeo que representa un 70 por 100 de la capacidad total de la descarga.

AGRADECIMIENTO

El autor expresa su más sincero agradecimiento a cuantos compañeros han contribuido con su atención y esfuerzo personal a la realización del estudio y, en especial, desea mencionar a:

D. Remigio Díez Davó, Director de Innovación y Tecnología de la E. N. Bazán, auténtico impulsor y promotor del estudio.

D. Juan Tejedor Ventosa, coordinador del proyecto B-130 y tenaz colaborador en la obtención de resultados y conclusiones.

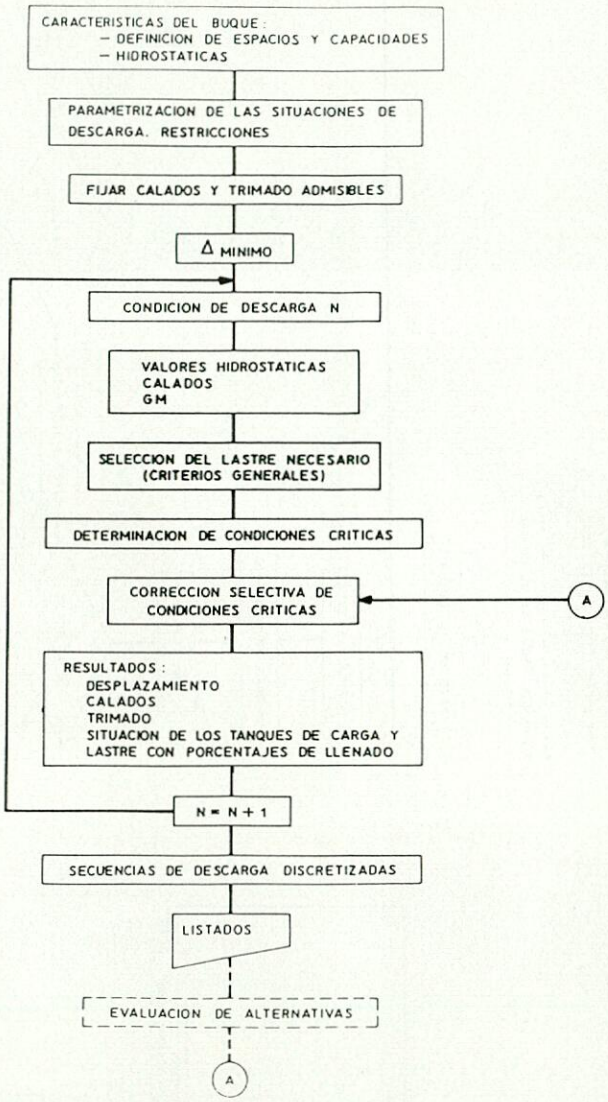
D. Francisco Fernández González, por su contribución a la comprobación de la resistencia longitudinal aproximada para las distintas condiciones de carga.

D. Juan Ramón Esteve Gea, quien aportó los datos para la adecuación de los requerimientos mínimos de estabilidad, a los del criterio de la U.S. Navy.

D. Joaquín Ramírez García y D. J. Miguel Mangas Cataño, con quienes ha compartido las tareas de análisis y programación, formando un equipo de desarrollo homogéneo y compenetrado.

ANEXO I
Organigramas funcionales de la aplicación

CONCEPCION DEL PROGRAMA CONCAR
(CONDICIONES DE CARGA Y DESCARGA)



El programa permite, de forma interactiva:

- Seleccionar espacios y tanques alternativos.
- Escoger situación básica de partida.
- Elegir el tipo de interpolación básica en las iteraciones de búsqueda:

— Lineal (reduce el tiempo de proceso total a la quinta parte).

— Cúbica (con las subrutinas del junquillo, aporta más exactitud).

- Modificar los valores admisibles por defecto (calados, trimado, GM).
- Variar los parámetros de descarga de los distintos fluidos y cargas.
- Calcular y listar o no las secuencias de descarga. Dada una condición N, definida por sus parámetros de descarga de Fuel (F), Diesel (D), JP5 (J) y Carga (C), Agua dulce (A), relacionarlas con las condiciones precedentes o posibles de las que procede, y con todas aquellas a que puede dar origen, según qué tipo de descarga efectúe a continuación.

Asimismo, admite, entre otras, las siguientes correcciones:

- Alterar el orden de la descarga de tanques para un mismo fluido, establecido por defecto, y que es, para el buque estudiado:

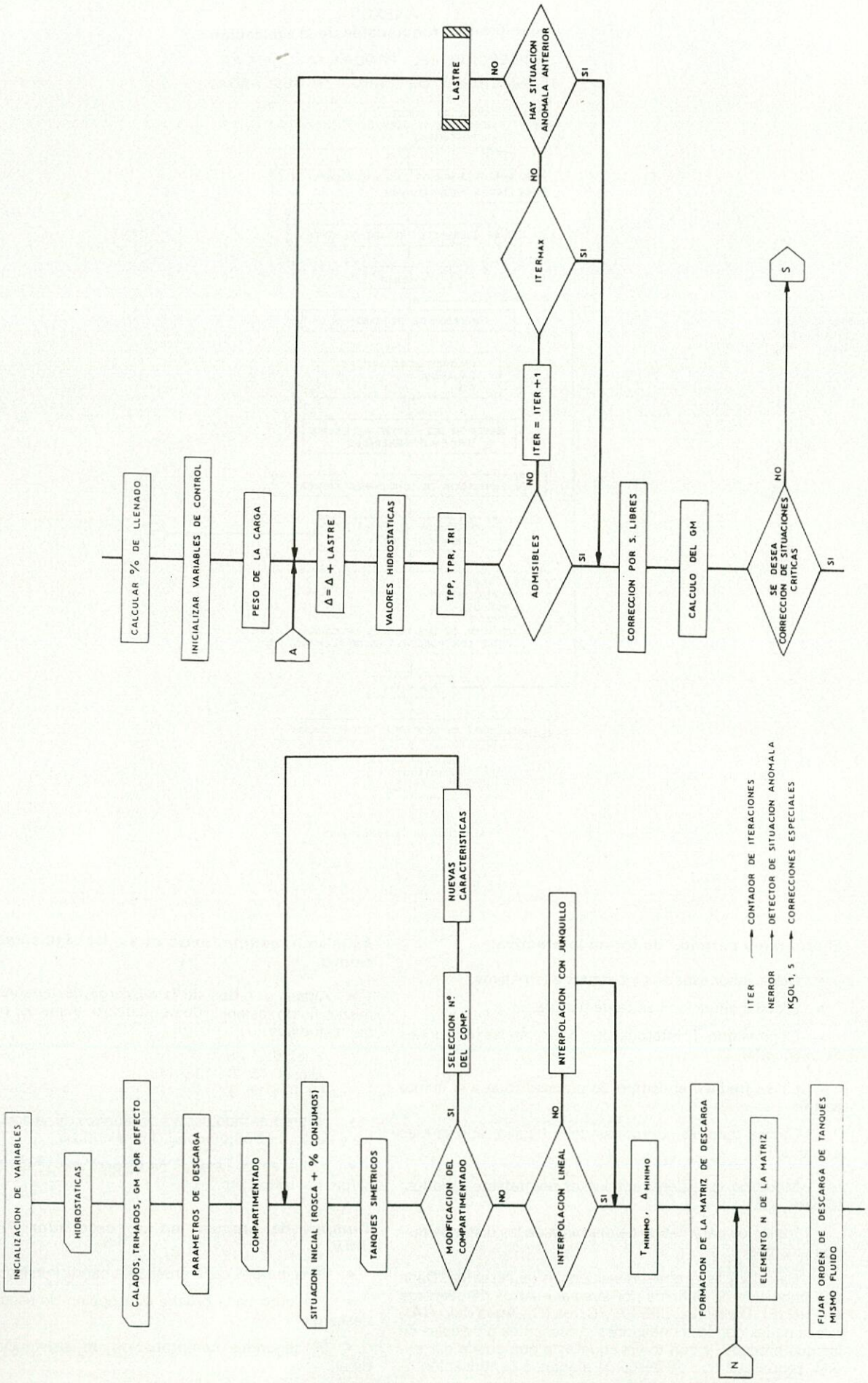
  Fuel: 6, 7 y 8.
  Diesel: 15, 12, 13 y 14.
  JP5: 10 y 11, 9.

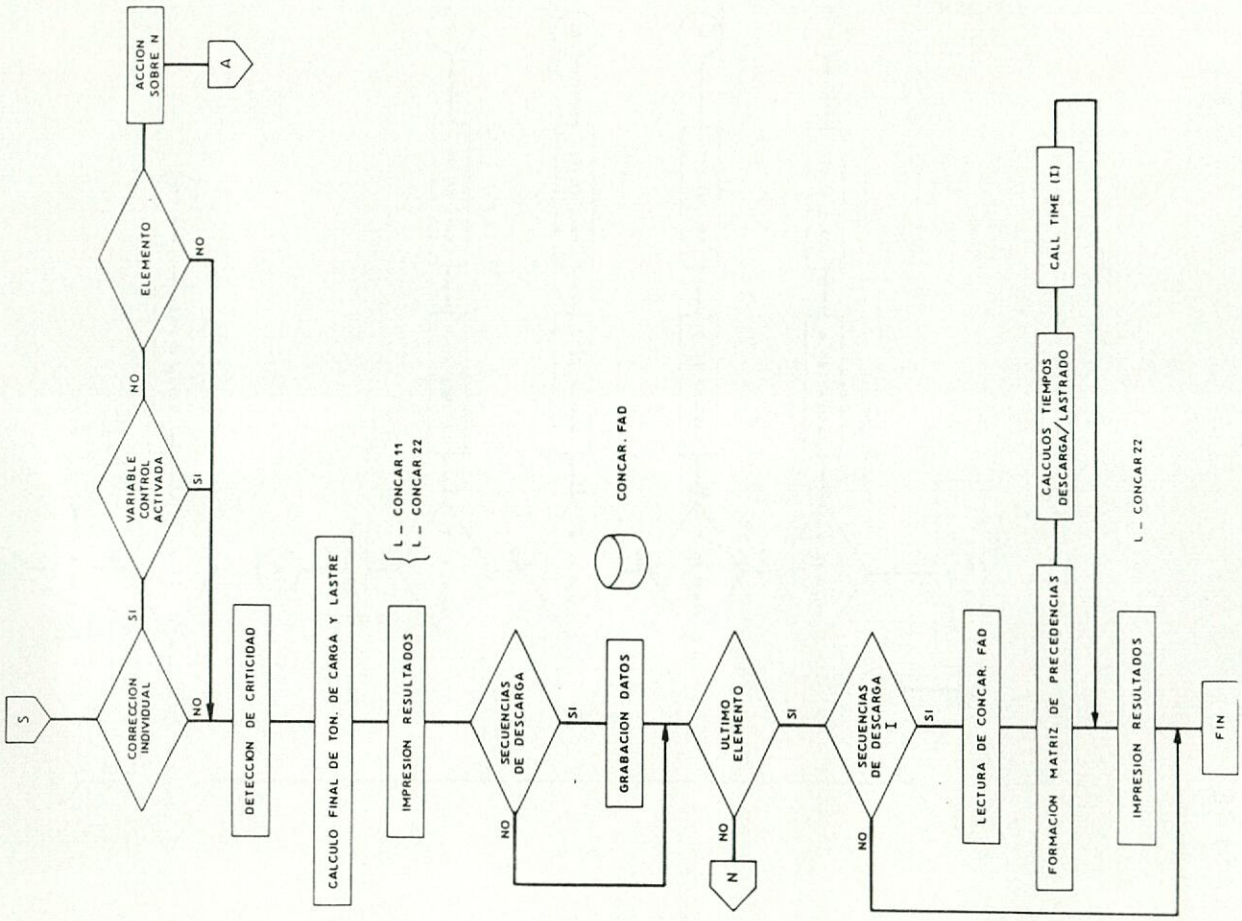
- Incorporar modularmente criterios de selección de lastre y de corrección de condiciones críticas.
- Incluir en los listados datos parciales (Peso total de la carga, del lastre, etc.).

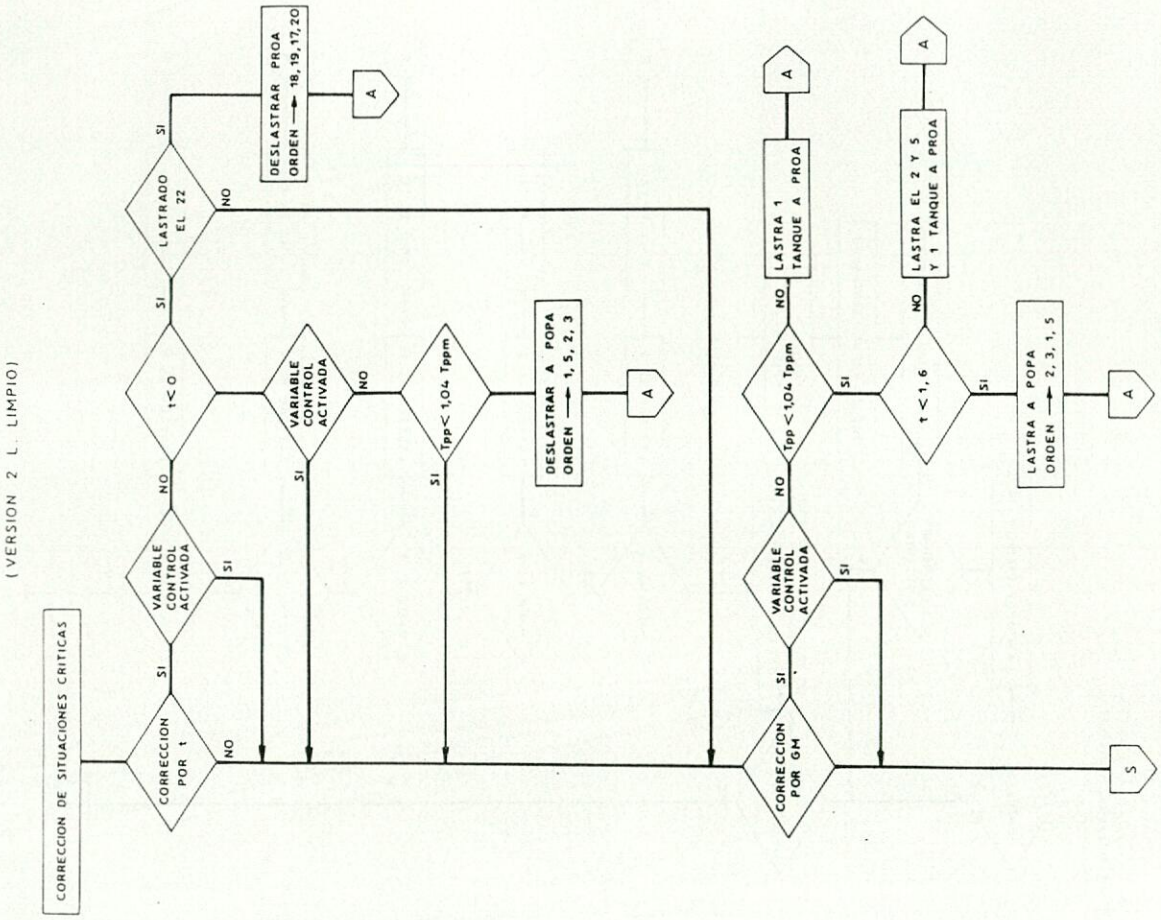
Tiempos de proceso en un ordenador PRIME-250 (IMB)

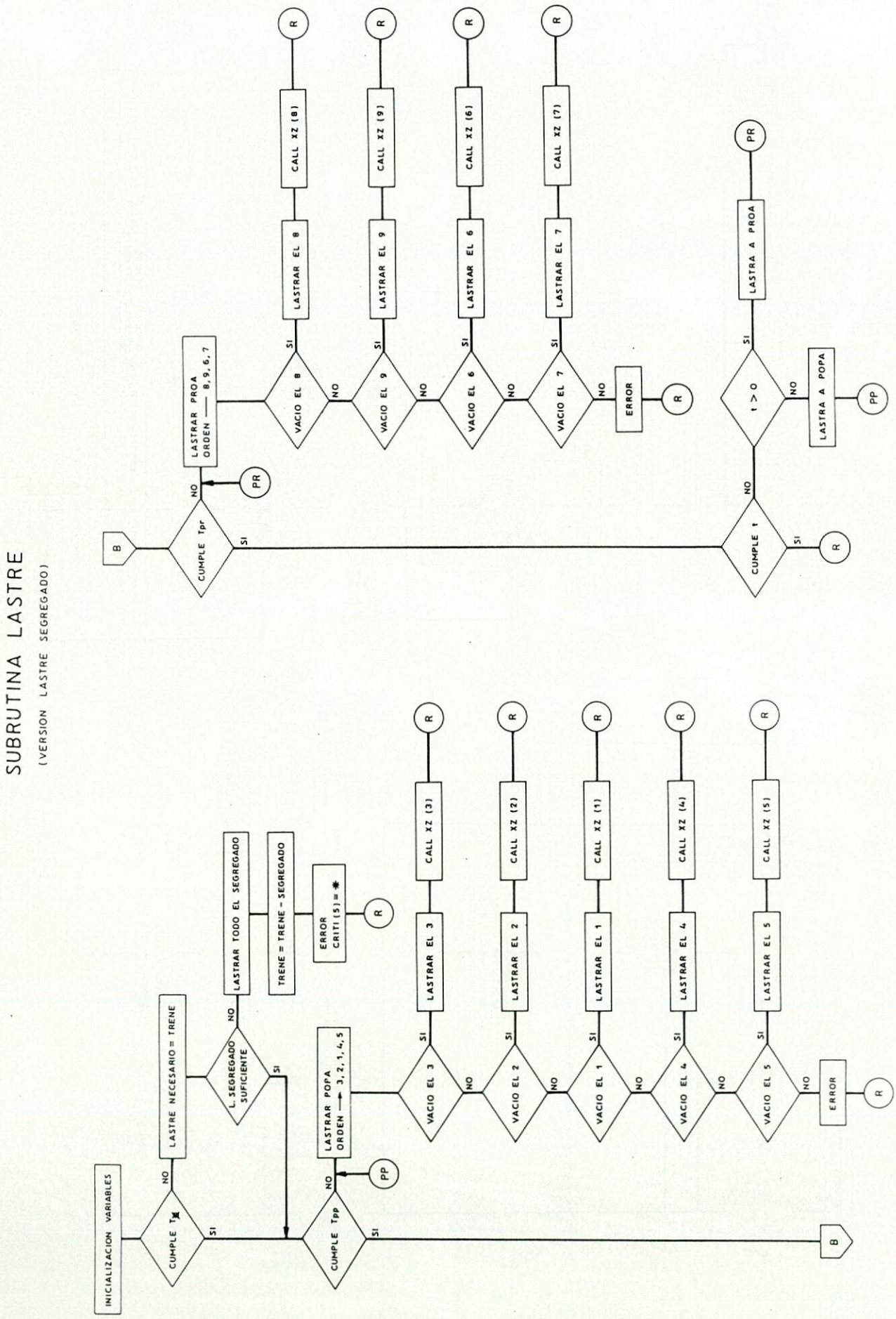
- 20 segundos cada prueba de condiciones discretas.
- 1 minuto cada prueba con opción de secuencias de descarga.
- 30 segundos comprobación de resistencia longitudinal.

PROGRAMA CONCAR



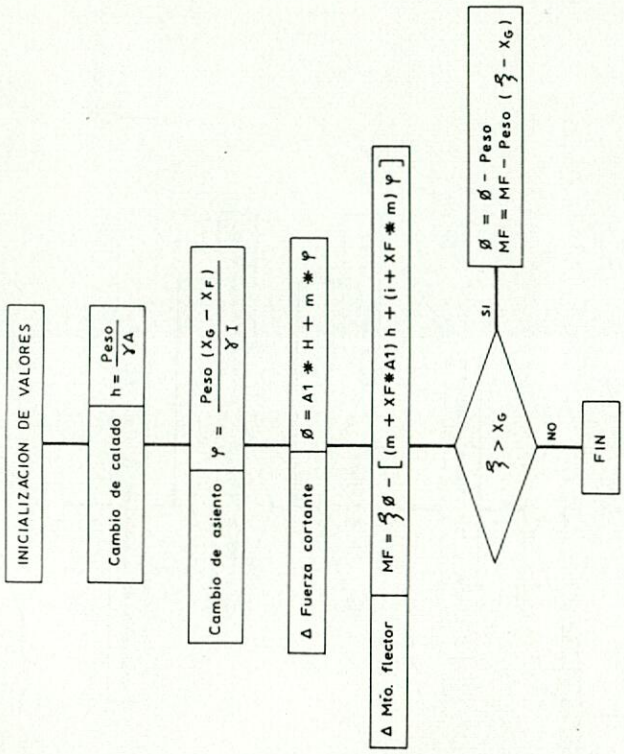

S
CORRECCION INDIVIDUAL
SI
NO
VARIABLE CONTROL ACTIVADA
ELEMENTO
ACCION SOBRE N
A
DETECCION DE CRITICIDAD
CALCULO FINAL DE TON. DE CARGA Y LASTRE
IMPRESION RESULTADOS
L – CONCAR 11
L – CONCAR 22
SECUENCIAS DE DESCARGA
GRABACION DATOS
CONCAR. FAD
ULTIMO ELEMENTO
N
SECUENCIAS DE DESCARGA I
LECTURA DE CONCAR. FAD
FORMACION MATRIZ DE PRECEDENCIAS
CALCULOS TIEMPOS DESCARGA/LASTRADO
CALL TIME (I)
IMPRESION RESULTADOS
L – CONCAR 22
FIN


(VERSION 2 L. LIMPIO)
CORRECCION DE SITUACIONES CRITICAS
CORRECCION POR t
SI
NO
VARIABLE CONTROL ACTIVADA
t < 0
LASTRADO EL 22
DESLASTRAR PROA ORDEN → 18, 19, 17, 20
A
VARIABLE CONTROL ACTIVADA
Tpp < 1,04 Tppm
DESLASTRAR A POPA ORDEN → 1, 5, 2, 3
CORRECCION POR GM
Tpp < 1,04 Tppm
LASTRA 1 TANQUE A PROA
t < 1,6
LASTRA EL 2 Y 5 Y 1 TANQUE A PROA
LASTRA A POPA ORDEN → 2, 3, 1, 5
S


SUBRUTINA LASTRE
(VERSION LASTRE SEGREGADO)
INICIALIZACION VARIABLES
CUMPLE T
LASTRE NECESARIO = TRENE
L. SEGREGADO SUFICIENTE
LASTRAR TODO EL SEGREGADO
TRENE = TRENE - SEGREGADO
ERROR CRITI(5) = *
LASTRAR POPA ORDEN → 3, 2, 1, 4, 5
CUMPLE Tpp
LASTRAR EL 3
LASTRAR EL 2
LASTRAR EL 1
LASTRAR EL 4
LASTRAR EL 5
VACIO EL 3
VACIO EL 2
VACIO EL 1
VACIO EL 4
VACIO EL 5
CALL XZ (3)
CALL XZ (2)
CALL XZ (1)
CALL XZ (4)
CALL XZ (5)
ERROR
LASTRAR PROA ORDEN — 8, 9, 6, 7
CUMPLE Tpr
VACIO EL 8
VACIO EL 9
VACIO EL 6
VACIO EL 7
LASTRAR EL 8
LASTRAR EL 9
LASTRAR EL 6
LASTRAR EL 7
CALL XZ (8)
CALL XZ (9)
CALL XZ (6)
CALL XZ (7)
ERROR
CUMPLE t
t > O
LASTRA A PROA
LASTRA A POPA
SI
NO
B
R
PP
PR

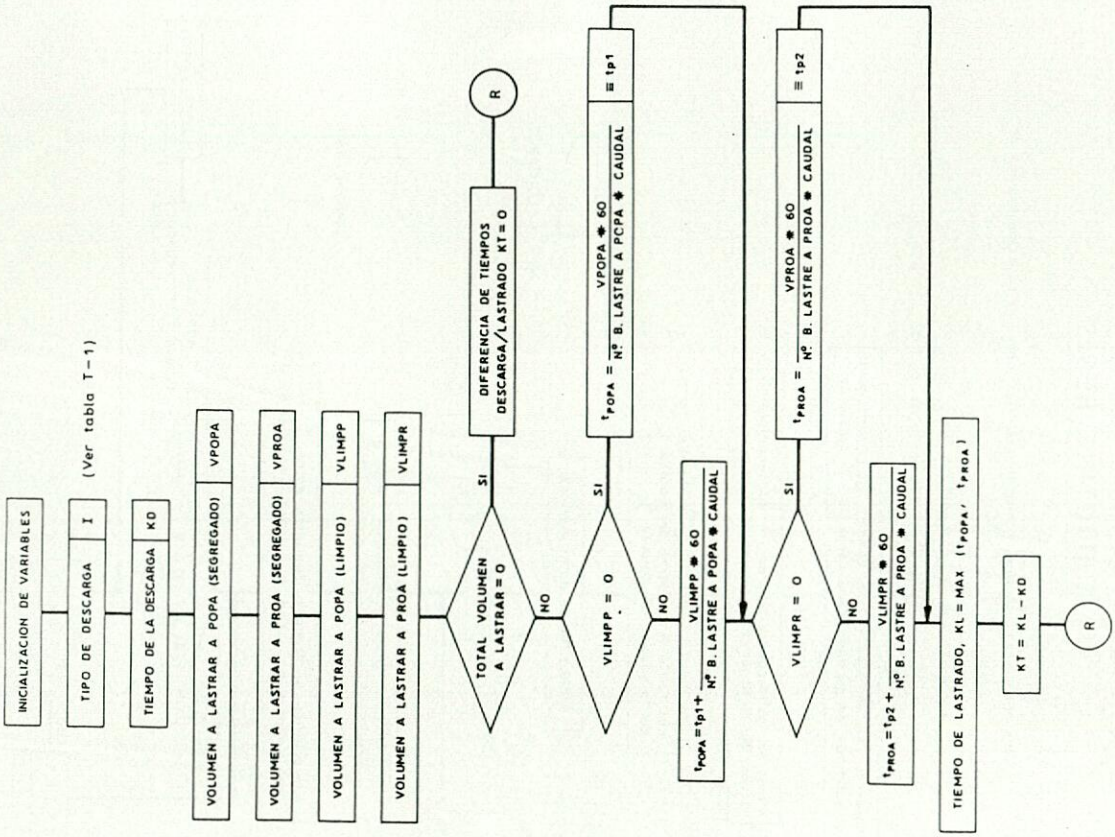
SUBRUTINA EFECTO

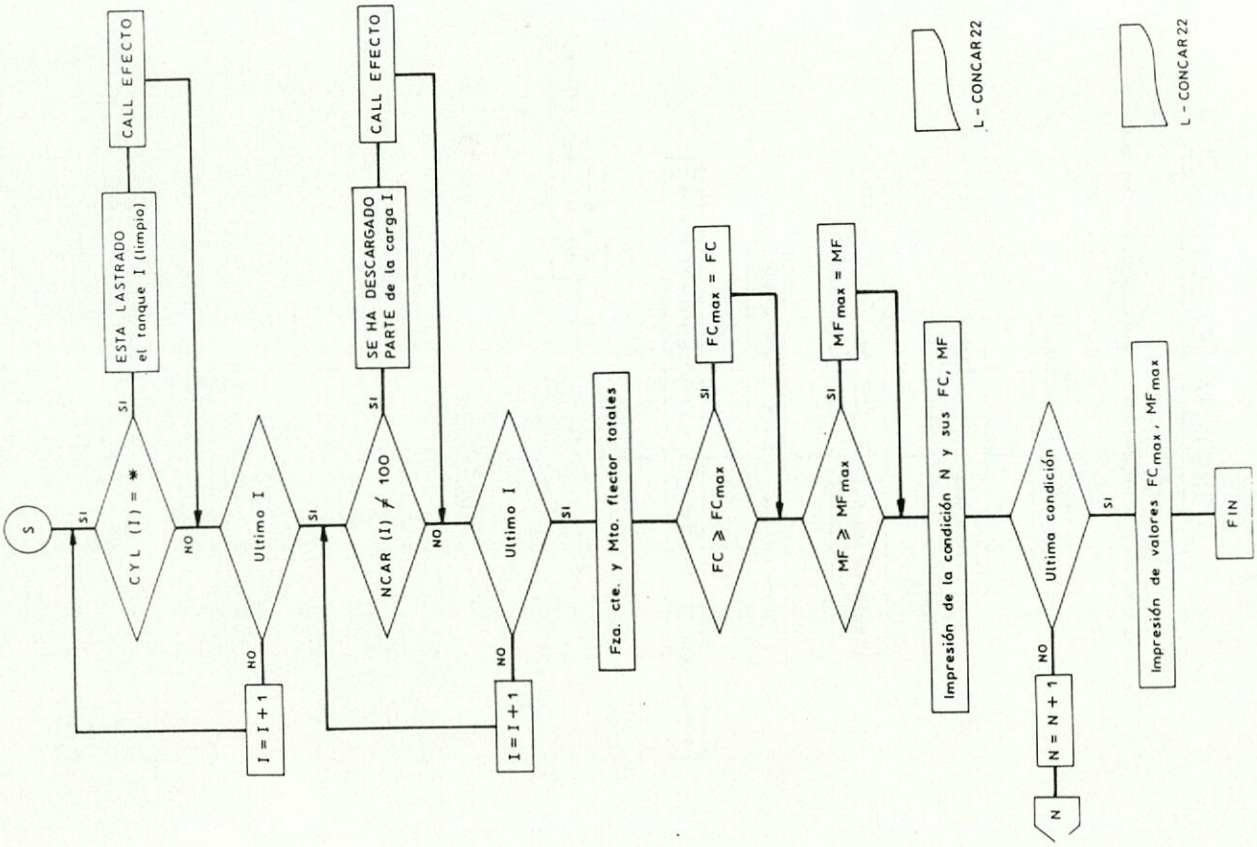
Efecto de un peso pequeño en la flexión longitudinal del buque

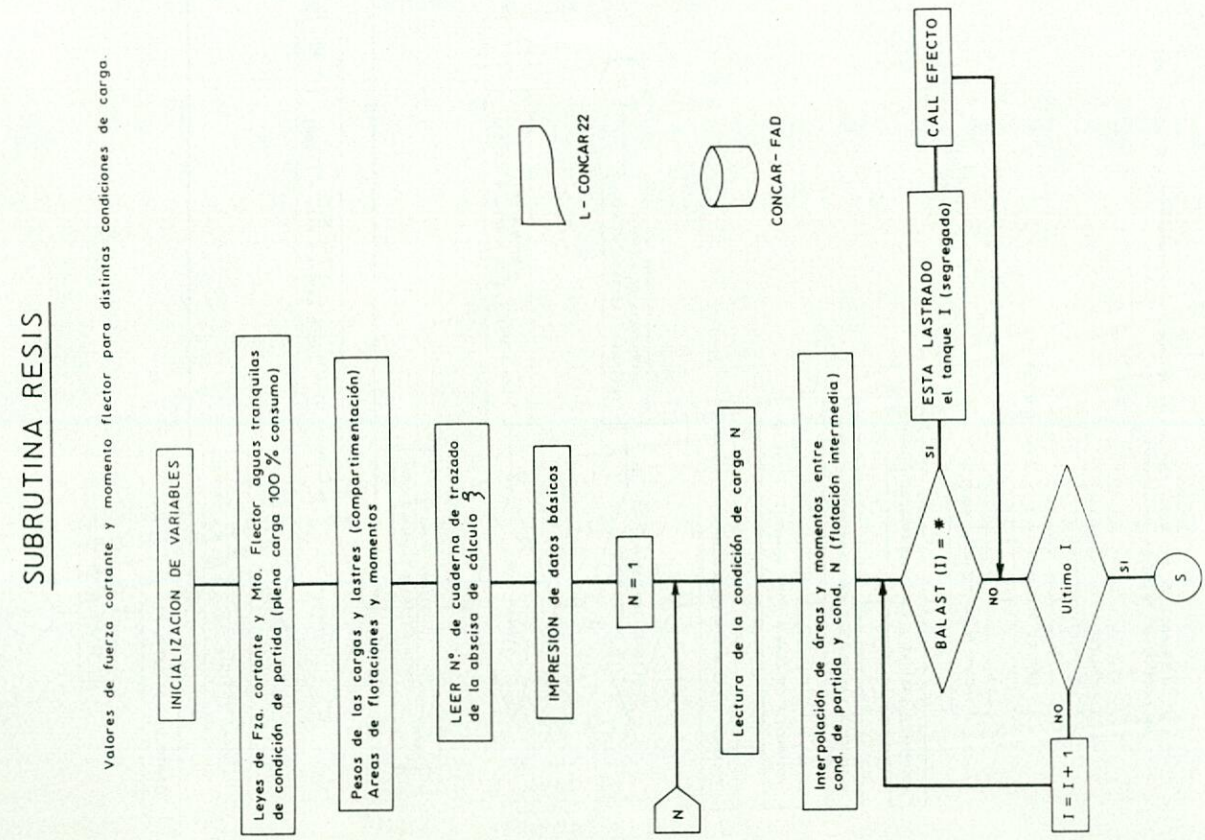


SUBRUTINA "TIME"

— Calcula tiempos de descarga, tiempos de lastrado y diferencia para cualquier par de condiciones de carga secuenciales.

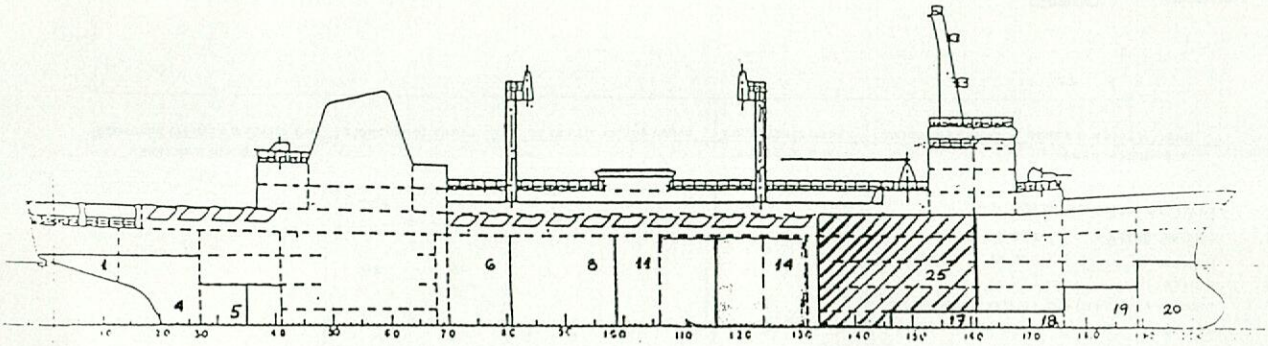


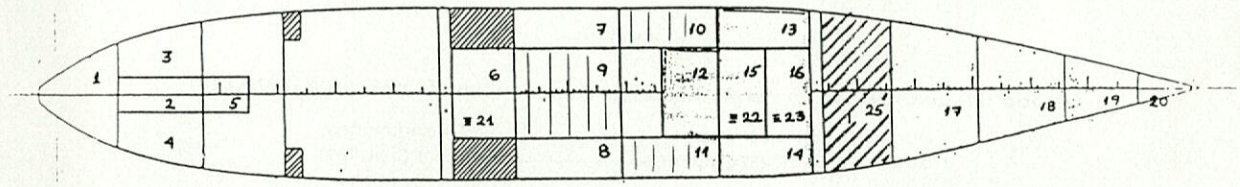

S
CYL (I) = *
SI
NO
ESTA LASTRADO el tanque I (limpio)
CALL EFECTO
Ultimo I
I = I + 1
NCAR (I) ≠ 100
SE HA DESCARGADO PARTE de la carga I
Fza. cte. y Mto. flector totales
FC ≥ FCmax
FCmax = FC
MF ≥ MFmax
MFmax = MF
Impresión de la condición N y sus FC, MF
L - CONCAR 22
Ultima condición
N = N + 1
N
Impresión de valores FCmax, MFmax
FIN

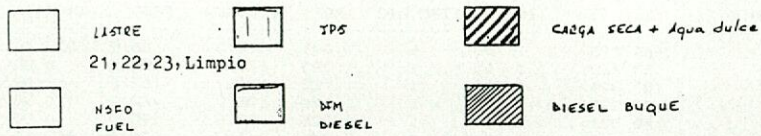

SUBRUTINA RESIS
Valores de fuerza cortante y momento flector para distintas condiciones de carga.
INICIALIZACION DE VARIABLES
Leyes de Fza. cortante y Mto. Flector aguas tranquilas de condición de partida (plena carga 100 % consumo)
Pesos de las cargas y lastres (compartimentación) Areas de flotaciones y momentos
LEER Nº de cuaderna de trazado de la abscisa de cálculo
IMPRESION de datos básicos
L - CONCAR 22
N = 1
N
CONCAR - FAD
Lectura de la condición de carga N
Interpolación de áreas y momentos entre cond. de partida y cond. N (flotación intermedia)
BALAST (I) = *
SI
NO
ESTA LASTRADO el tanque I (segregado)
CALL EFECTO
Ultimo I
I = I + 1
S

ANEXO II

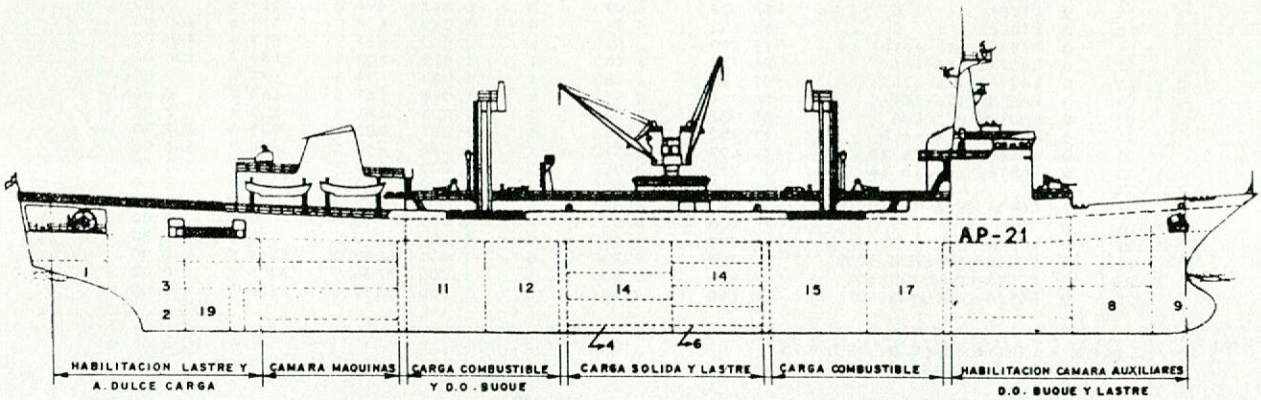
Disposición general analizada





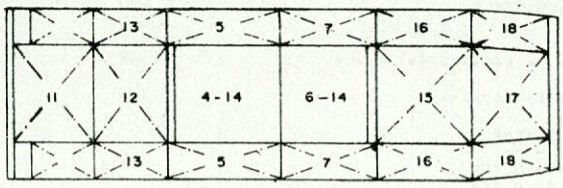


Buque de lastre limpio

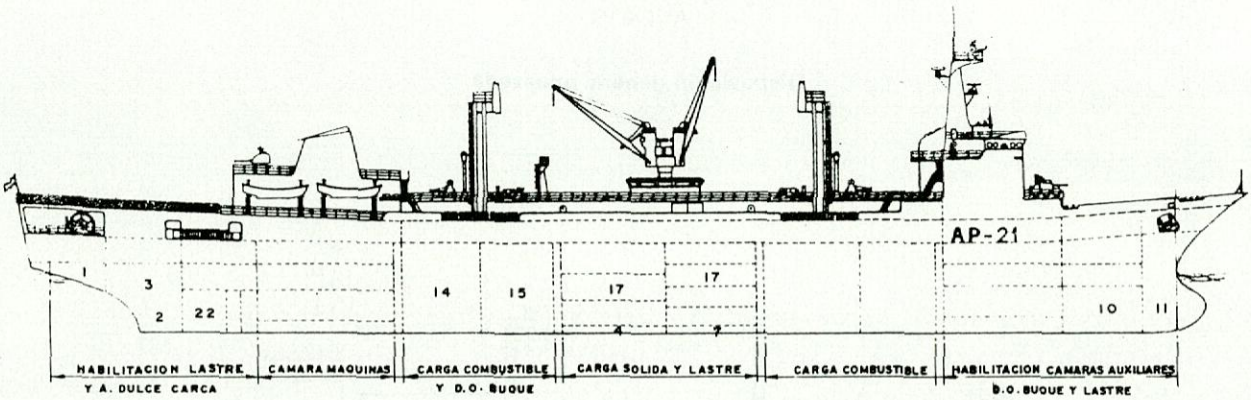


CARACTERISTICAS:

ESLORA ENTRE P.P. ... 148 m.
MANGA ..... 21,6 m.
PUNTAL ..... 11,8 m.
DESPLAZAMIENTO P.C. 14,300 T (APROX.)
CALADO P.C. ..... 7,35 m. (APROX.)

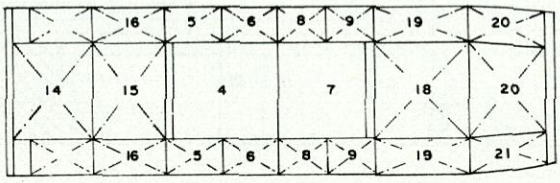


Buque de lastre segregado (I)



DIMENSIONES PRINCIPALES:

ESLORA ENTRE P.P. . . . .148 M
MANGA . . . . . .21,6 M
PUNTAL . . . . . *11,7 M*
DESPLAZAMIENTO P.C. 14,300 T (APROX.)
CALADO P. C. . . . . .7,35 M (APROX.)



Buque de lastre segregado (II)

ANEXO III

Listado de condiciones de carga discretas y secuencias de descarga (extracto)

Buque de lastre «limpio» ⟶ 150 condiciones
Buque de lastre «segregado» ⟶ 240 condiciones

TABLA DE COMPARTIMENTOS (VERSION LASTRE LIMPIO)

CLAVE	BIT	DENOMINACION	XG	ZG	TIPO LIQ	RO	VOLUMEN	PESO	INERCIA
1	0	LASTRE P. POPA	64.115	7.738	1	1.025	94.5	96.9	585.70
2	0	LASTRE 13-27 C	55.468	5.765	1	1.025	176.1	180.5	0.00
3	0	LASTRE 13-27 B	55.329	7.049	1	1.025	138.7	142.2	0.00
4	0	LASTRE 13-27 E	55.329	7.049	1	1.025	138.7	142.2	0.00
5	0	LASTRE 27-35	48.524	2.747	1	1.025	87.8	90.0	0.00
6	0	FUEL C	17.452	5.503	2	0.990	848.2	839.7	809.10
7	0	FUEL B	7.277	5.699	2	0.990	617.1	610.9	120.90
8	0	FUEL E	7.277	5.699	2	0.990	617.1	610.9	120.90
9	0	C. HELICOPT. C	7.300	5.500	3	0.815	1387.3	1130.6	999.10
10	0	C. HELICOPT. B	-4.924	5.702	3	0.815	583.2	475.3	0.00
11	0	C. HELICOPT. E	-4.924	5.702	3	0.815	583.2	475.3	0.00
12	0	DIESEL C	-7.400	5.500	4	0.845	770.7	651.2	575.50
13	0	DIESEL B	-16.309	6.076	4	0.845	494.2	417.6	0.00
14	0	DIESEL E	-16.309	6.076	4	0.845	494.2	417.6	0.00
15	0	DIESEL C	-13.693	5.512	4	0.845	614.9	519.6	460.00
16	0	DIESEL (t. popa)	-19.293	5.512	1	0.845	614.9	519.6	460.00
17	0	LASTRE 146-161	-36.779	1.163	1	1.025	153.6	157.4	130.00
18	0	LASTRE 161-176	-47.163	1.183	1	1.025	94.8	97.2	0.00
19	0	LASTRE 176-189	-56.911	2.911	1	1.025	161.5	165.5	0.00
20	0	LASTRE P. PROA	-65.832	3.927	1	1.025	131.9	135.2	0.00
21	0	*LASTRE limpio 6*	*17.452*	*5.503*	*1*	*1.025*	*883.4*	*905.5*	*837.70*
22	0	LASTRE limpio 15	-13.693	5.512	1	1.025	640.7	656.7	560.00
23	0	LASTRE limpio 16	-19.293	5.512	1	1.025	640.7	656.7	560.00
24	0		0.000	0.000	0	0.000	0.0	0.0	0.00
25	0	CARGA SECA Y A. Dulce	-31.340	4.462	0	1.000	520.0	520.0	0.00
26	0		0.000	0.000	0	0.000	0.0	0.0	0.00
27	0		0.000	0.000	0	0.000	0.0	0.0	0.00
28	0	ROSCA+CONSUMOS 100%	7.790	9.200	0	1.000	6245.0	6245.0	0.00
29	0	ROSCA+CONSUMOS 50%	6.858	9.359	0	1.000	5736.9	5736.9	0.00
30	0	*ROSCA+CONSUMOS 10%*	*5.648*	*9.831*	*0*	*1.000*	*5330.9*	*5330.9*	*0.00*

DATOS Y LIMITACIONES DE PROYECTO

Eslora entre perpendiculares 138.000
Calado minimo a PROA 4.020
Calado minimo a POPA 6.250

TRIMADO MAXIMO ADMISIBLE 2.250
GM minimo 0.800

Condicion basica de partida del buque 29

Calado minimo en la maestra 5.135

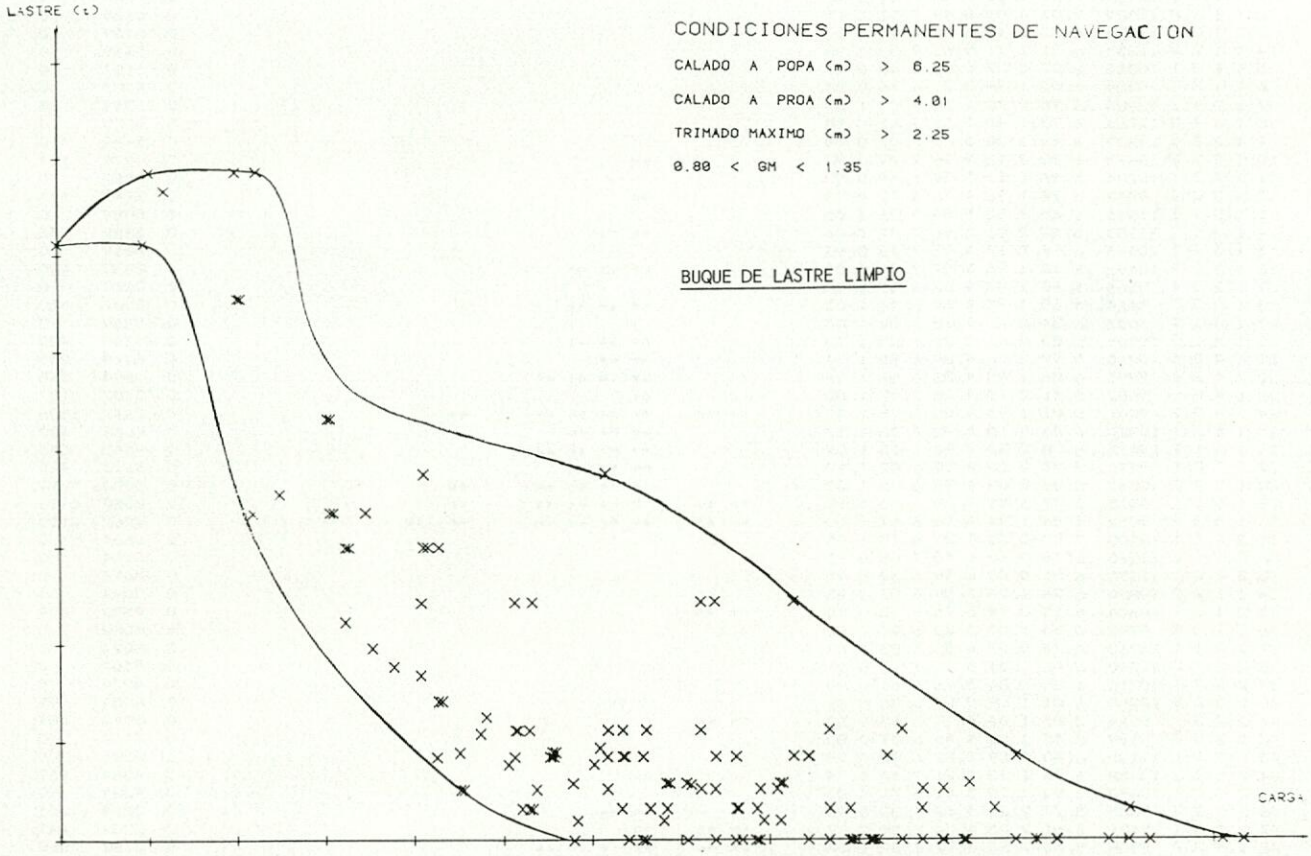
Parametros de descarga

PD FUEL . . 525.0 TON
PD DIESEL . . 640.0 Ton
PD JP5 . . . 1050.0 TON
PD CARGA . . 520.0 Ton

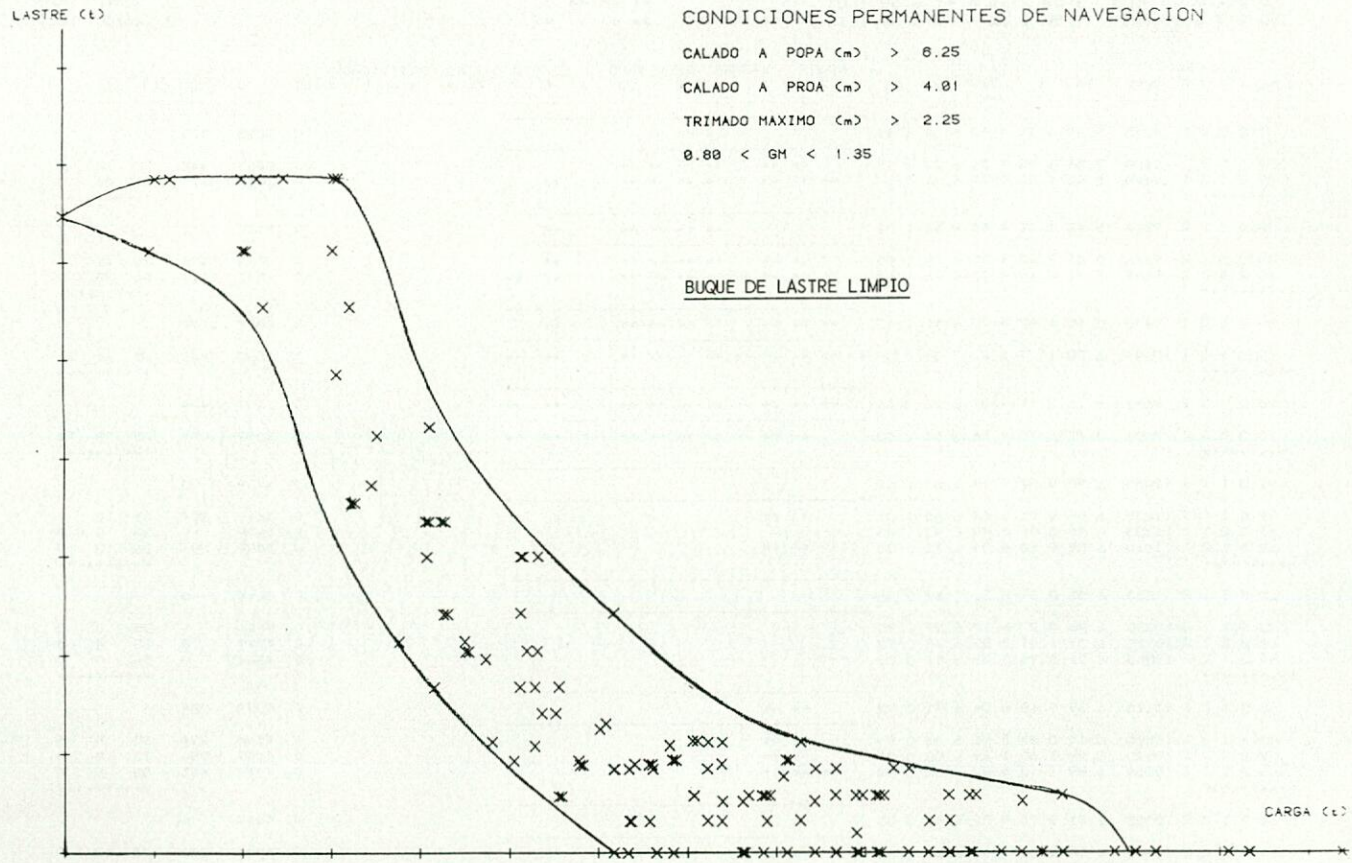
COND	DESCARGA F	D	J	C	DESP	TM	t	Tpr	Tpp	GM	TANGUES 1	2	3	LASTRE 4	5	17	SEGREGADO 18	19	20	L.LIMPIO A	B	C	TIPO CRITICIDAD Pp	Pr	t	GM	L.	LAST.	G	L
1	1	1	1	1	12925.	7.24	-0.08	7.28	7.21	1.13																		0.	7189.	0.
2	1	1	1	2	12405.	7.01	1.09	6.42	7.51	1.01																		0.	6669.	0.
3	1	1	2	1	11875.	6.76	0.48	6.50	6.98	1.01																		0.	6139.	0.
4	1	1	2	2	11355.	6.51	1.71	5.61	7.32	0.90																		0.	5619.	0.
5	1	1	3	1	10844.	6.27	0.27	6.13	6.40	0.97																		0.	5107.	0.
6	1	1	3	2	10324.	6.02	1.56	5.21	6.76	0.84																		0.	4587.	0.
7	1	2	1	1	12285.	6.95	0.70	6.58	7.28	1.07																		0.	6549.	0.
8	1	2	1	2	11765.	6.70	1.92	5.69	7.61	0.98																		0.	6029.	0.
9	1	2	2	1	11235.	6.45	1.30	5.77	7.07	0.98																		0.	5499.	0.
10	1	2	2	2	10873.	6.28	2.13	5.16	7.29	0.93						**												0.	4979.	157.
11	1	2	3	1	10204.	5.96	1.11	5.39	6.49	0.93																		0.	4467.	0.
12	1	2	3	2	9842.	5.79	1.96	4.76	6.72	0.93						**												0.	3947.	157.
13	1	3	1	1	11645.	6.65	1.52	5.84	7.36	1.05																		0.	5909.	0.
14	1	3	1	2	11380.	6.52	2.01	5.46	7.47	1.06						**	**											0.	5389.	255.
15	1	3	2	1	10595.	6.15	2.17	5.01	7.18	0.93																		0.	4859.	0.
16	1	3	2	2	10496.	6.10	1.96	5.07	7.04	1.00						**	**	**										0.	4339.	420.
17	1	3	3	1	9564.	5.65	1.97	4.62	6.60	0.96																		0.	3827.	0.
18	1	3	3	2	9464.	5.60	1.75	4.69	6.44	1.05						**	**	**										0.	3307.	420.
19	1	4	1	1	11005.	6.34	2.21	5.18	7.39	1.03																		0.	5269.	0.
20	1	4	1	2	10906.	6.30	2.01	5.24	7.25	1.10						**	**	**										0.	4749.	420.
21	1	4	2	1	10210.	5.97	2.06	4.89	6.95	1.04						**	**											0.	4219.	255.
22	1	4	2	2	9991.	5.86	1.98	4.83	6.81	1.05						**	**	**	**									0.	3699.	555.
23	1	4	3	1	9082.	5.41	2.19	4.28	6.47	1.08						**												0.	3187.	157.
24	1	4	3	2	9901.	5.81	1.95	4.80	6.75	1.05			**	**		**	**	**	**		**							0.	2667.	1496.
25	1	5	1	1	10820.	6.26	1.60	5.42	7.02	1.17						**	**	**										0.	4663.	420.
26	1	5	1	2	10435.	6.08	2.25	4.90	7.15	1.09						**	**	**	**									0.	4143.	555.
27	1	5	2	1	9770.	5.75	2.23	4.59	6.82	1.12						**	**	**										0.	3613.	420.
28	1	5	2	2	10042.	5.88	2.03	4.83	6.85	1.03						**	**	**	**		**							0.	3093.	1212.
29	1	5	3	1	9815.	5.77	1.51	4.98	6.50	1.14			**	**		**	**	**	**		**							0.	2582.	1496.
30	1	5	3	2	9952.	5.84	1.74	4.93	6.67	1.03			**	**		**	**	**	**		**	**						0.	2062.	2153.
31	2	1	1	1	12400.	7.00	-0.50	7.27	6.77	1.05																		0.	6664.	0.
32	2	1	1	2	11880.	6.76	0.68	6.40	7.08	0.95																		0.	6144.	0.
33	2	1	2	1	11350.	6.51	0.03	6.49	6.52	0.95																		0.	5614.	0.
34	2	1	2	2	10830.	6.26	1.28	5.59	6.87	0.83																		0.	5094.	0.
35	2	1	3	1	10604.	6.15	0.79	5.74	6.53	0.90			**	**														0.	4582.	284.
36	2	1	3	2	9799.	5.76	1.05	5.22	6.27	0.82																		0.	4062.	0.
37	2	2	1	1	11760.	6.70	0.27	6.56	6.83	1.02																		0.	6024.	0.
38	2	2	1	2	11240.	6.46	1.51	5.66	7.17	0.91																		0.	5504.	0.
39	2	2	2	1	10710.	6.21	0.84	5.76	6.61	0.90																		0.	4974.	0.
40	2	2	2	2	10288.	6.01	1.79	5.07	6.86	0.83							**											0.	4454.	97.
41	2	2	3	1	9964.	5.85	1.64	4.99	6.63	0.88			**	**														0.	3942.	284.
42	2	2	3	2	9159.	5.45	1.92	4.45	6.37	0.83																		0.	3422.	0.
43	2	3	1	1	11120.	6.40	1.09	5.82	6.92	0.99																		0.	5384.	0.
44	2	3	1	2	10758.	6.23	1.93	5.21	7.14	0.94						**												0.	4864.	157.
45	2	3	2	1	10070.	5.90	1.70	5.01	6.71	0.88																		0.	4334.	0.
46	2	3	2	2	9805.	5.77	2.21	4.62	6.83	0.91						**	**											0.	3814.	255.
47	2	3	3	1	9481.	5.61	2.05	4.54	6.59	0.97			**	**		**												0.	3302.	442.
48	2	3	3	2	9359.	5.55	1.60	4.72	6.32	1.02			**	**		**	**	**	**									0.	2782.	840.
49	2	4	1	1	10480.	6.10	1.77	5.17	6.94	0.96																		0.	4744.	0.
50	2	4	1	2	10381.	6.05	1.56	5.23	6.79	1.03						**	**	**										0.	4224.	420.
51	2	4	2	1	9588.	5.66	1.92	4.66	6.58	0.99						**												0.	3694.	157.
52	2	4	2	2	9331.	5.53	2.16	4.41	6.58	1.01						**	**	**										0.	3174.	420.
53	2	4	3	1	9419.	5.58	1.62	4.73	6.36	1.15		**	**	**		**	**	**	**									0.	2662.	1020.

COND	DESCARGA F	D	J	C	DESP	TM	t	Tpr	Tpp	GM	TANGUES 1	2	3	LASTRE 4	5	17	SEGREGADO 18	19	20	L.LIMPIO A	B	C	TIPO CRITICIDAD Pp	Pr	t	GM	L.	LAST.	G	L	Td	TI	l
57	2	5	2	1	9245.	5.49	1.71	4.60	6.32	1.11						**	**	**										0.	3088.	420.			
87	3	5	2	1	9139.	5.44	1.73	4.54	6.27	1.17			**	**		**	**	**	**									0.	2563.	840.	35	12	0
59	2	5	3	1	9470.	5.60	1.67	4.73	6.41	1.13		**	**	**		**	**	**	**		**							0.	2057.	1677.	56	44	0
++++++++++																															++++++++++		
58	2	5	2	2	9517.	5.63	1.52	4.84	6.36	1.02						**	**	**	**		**							0.	2568.	1212.			
88	3	5	2	2	9276.	5.51	2.23	4.35	6.58	1.05			**	**		**	**	**	**		**							0.	2043.	1496.	35	12	0
60	2	5	3	2	9697.	5.71	2.19	4.57	6.76	1.05		**	**	**	**	**	**	**	**		**	**						0.	1537.	2424.	56	38	0
++++++++++																															++++++++++		
59	2	5	3	1	9470.	5.60	1.67	4.73	6.41	1.13		**	**	**		**	**	**	**		**							0.	2057.	1677.			
89	3	5	3	1	10694.	6.20	1.77	5.27	7.04	1.09	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**						0.	1532.	3426.	35	61	26
++++++++++																															++++++++++		
60	2	5	3	2	9697.	5.71	2.19	4.57	6.76	1.05		**	**	**	**	**	**	**	**		**	**						0.	1537.	2424.			
90	3	5	3	2	9807.	5.77	1.75	4.86	6.61	1.03			**	**		**	**	**	**	**	**	**						0.	1012.	3059.	35	53	18
++++++++++																															++++++++++		
61	3	1	1	1	11875.	6.76	-0.82	7.19	6.37	1.07																		0.	6139.	0.			
91	4	1	1	1	11635.	6.64	0.01	6.63	6.65	1.01			**	**														0.	5614.	284.	35	12	0
67	3	2	1	1	11235.	6.45	-0.04	6.48	6.43	1.03																		0.	5499.	0.	33	0	0
63	3	1	2	1	11110.	6.39	0.68	6.04	6.71	0.95			**	**														0.	5089.	284.	56	12	0
++++++++++																															++++++++++		
62	3	1	1	2	11355.	6.51	0.38	6.31	6.69	0.96																		0.	5619.	0.			
92	4	1	1	2	10830.	6.26	0.27	6.12	6.39	0.90																		0.	5094.	0.	35	0	0
68	3	2	1	2	10715.	6.21	1.21	5.57	6.78	0.92																		0.	4979.	0.	33	0	0
64	3	1	2	2	10305.	6.01	0.95	5.52	6.47	0.83																		0.	4569.	0.	56	0	0
++++++++++																															++++++++++		
63	3	1	2	1	11110.	6.39	0.68	6.04	6.71	0.95			**	**														0.	5089.	284.			
93	4	1	2	1	10585.	6.15	0.57	5.85	6.41	0.89			**	**														0.	4564.	284.	35	0	0
69	3	2	2	1	10470.	6.09	1.52	5.29	6.82	0.91			**	**														0.	4449.	284.	33	0	0
65	3	1	3	1	10259.	5.99	1.10	5.42	6.52	0.92		**	**	**														0.	4057.	465.	56	8	0
++++++++++																															++++++++++		
64	3	1	2	2	10305.	6.01	0.95	5.52	6.47	0.83																		0.	4569.	0.			
94	4	1	2	2	10162.	5.94	1.51	5.15	6.66	0.83			**	**			**											0.	4044.	382.	35	12	0
70	3	2	2	2	9665.	5.70	1.81	4.76	6.57	0.85																		0.	3929.	0.	33	0	0
66	3	1	3	2	9559.	5.65	1.75	4.74	6.49	0.85			**	**														0.	3537.	284.	56	12	0
++++++++++																															++++++++++		

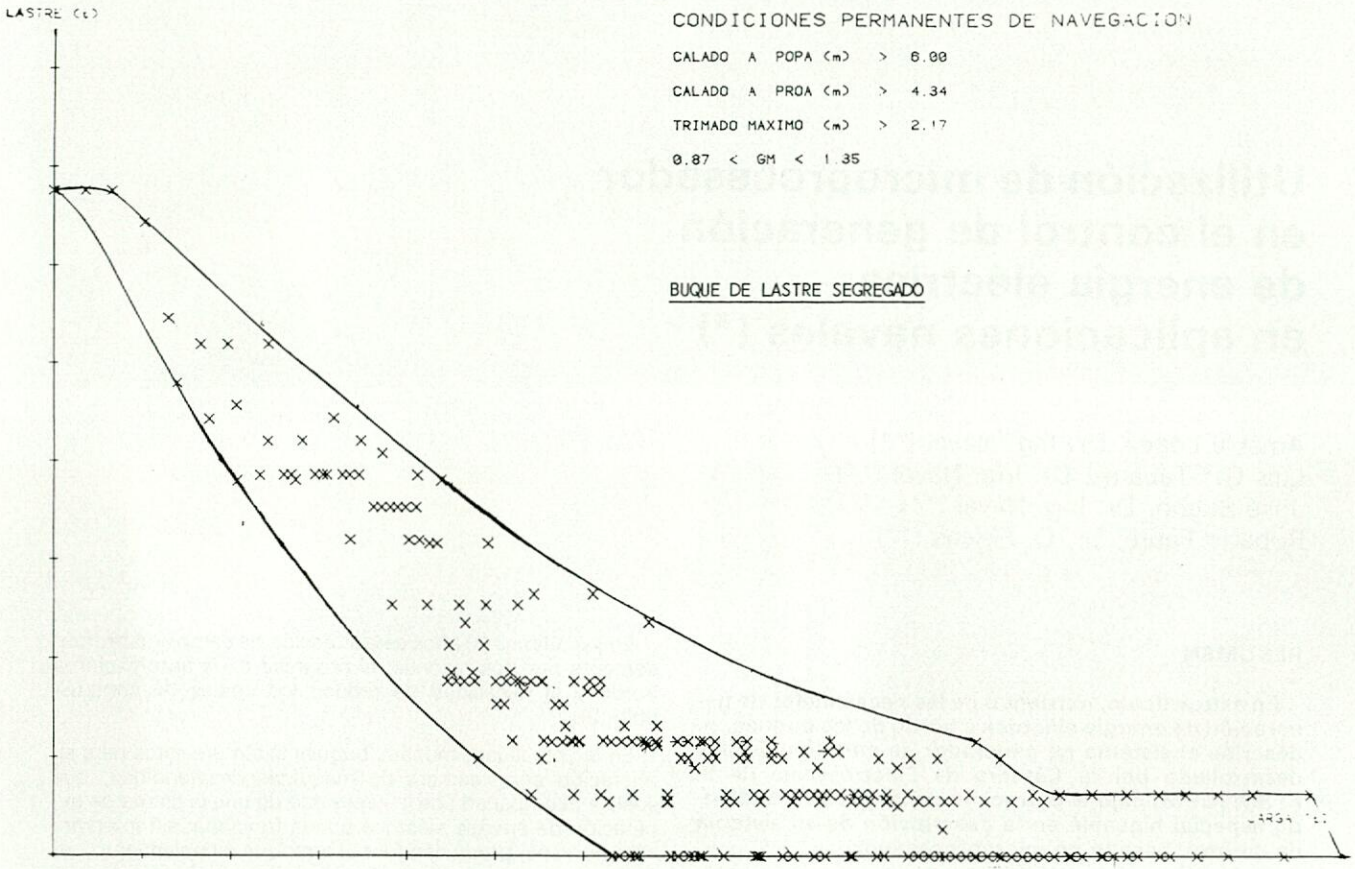
ANEXO IV
Gráfica Descarga-Lastrado (Curvas de «Paloma»)



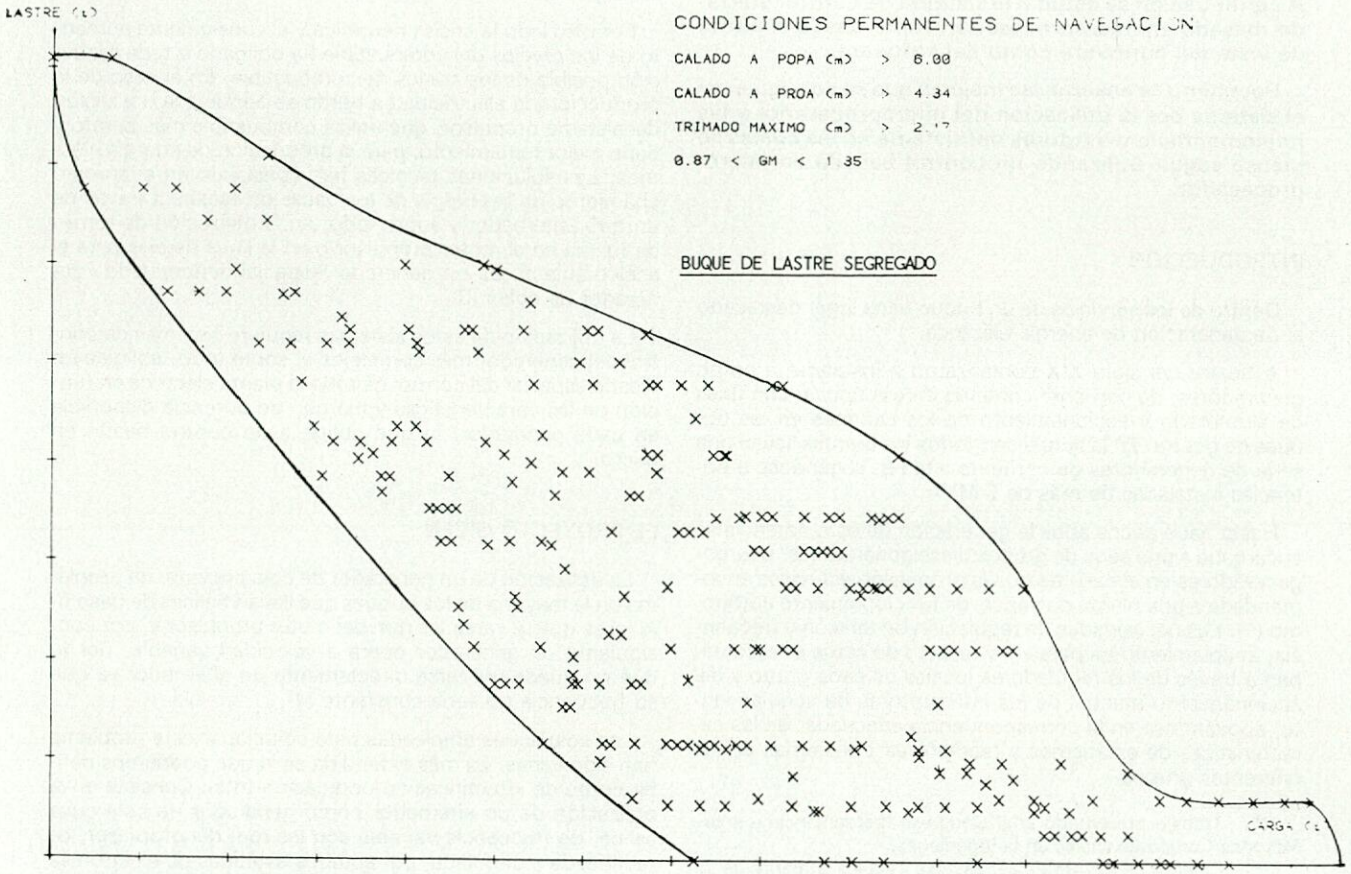
CONDICIONES DE DESCARGA-LASTRADO (Situación inicial --- Plena carga 100% consumos)



CONDICIONES DE DESCARGA-LASTRADO (Situación inicial --- Plena carga 50% consumos)



CONDICIONES DE DESCARGA-LASTRADO (Situación inicial --- Plena carga 50% consumos)



CONDICIONES DE DESCARGA-LASTRADO (Situación inicial --- Plena carga 10% consumos)

Utilización de microprocesador en el control de generación de energía eléctrica en aplicaciones navales (*)

Amable López, Dr. Ing. Naval (**)
Luis G.ª-Tabares, Dr. Ing. Naval (**)
José Bueno, Dr. Ing. Naval (**)
Roberto Faure, Dr. C. Físicas (**)

RESUMEN

En este artículo, partiendo de las necesidades de generación de energía eléctrica a bordo de los buques, se describe el sistema de generador de cola tipo GICEN desarrollado por la Cátedra de Electrotecnia de la ETSIN (UPM) bajo el patrocinio de la CAICYT, haciendo especial hincapié en la descripción de su sistema de control, basado en microprocesador.

En primer lugar, se describe tanto la filosofía del sistema, basado en un generador de cola implementado sobre una máquina de inducción de rotor devanado, como los pasos seguidos en el desarrollo del proyecto. A continuación se estudia el sistema de control utilizado, basado en microprocesador, tanto desde el punto de vista del hardware como del software.

Por último se analizan las mejoras que se consiguen en el sistema por la utilización del microprocesador y las implementaciones futuras del sistema en las cuales se piensa seguir utilizando un control basado en microprocesador.

INTRODUCCION

Dentro de los servicios de un buque tiene lugar destacado el de generación de energía eléctrica.

A finales del siglo XIX comenzaron a instalarse a bordo generadores, de corriente continua en esa época, con fines de alumbrado y accionamiento de los cañones en los buques de guerra. En la actualidad todos los buques llevan una serie de generadores de corriente alterna, llegándose a potencias instaladas de más de 5 MVA.

Hasta hace pocos años la generación de esta potencia se encargaba a una serie de grupos dieselgeneradores, o turbogeneradores en el caso de que la propulsión estuviese encomendada a una planta de vapor, de funcionamiento autónomo (1). Las necesidades de regulación de tensión y frecuencia, acoplamiento en paralelo y reparto de carga se efectuaban a través de los reguladores locales de cada grupo y del accionamiento manual de los interruptores de acoplamiento, apoyándose en la correspondencia adecuada, de las características de estatismos y reactánicas transitorias de los diferentes grupos.

En los últimos 10 años esta situación ha cambiado profundamente por dos razones: el progreso de la automación a bordo y la necesidad de reducir los costes de combustible (2).

En la actualidad, muchos buques están previstos para su operación con «cámara de máquinas desatendida», que suele ir acompañada de la necesidad de que la planta de generación de energía eléctrica pueda funcionar sin intervención humana, produciéndose el arranque, acoplamiento, reparto de carga y desconexión de los grupos de forma automática. Los equipos más modernos que se encargan de este control suelen estar basados en microprocesador, lo que permite optimizar la operación de la planta eléctrica tanto en los aspectos energéticos como en los de seguridad.

Por otro lado la crisis energética y el consiguiente aumento de los precios del combustible ha obligado a toda reducción posible de los costes de combustible. En el caso de la producción de electricidad a bordo se tiende a la utilización del sistema propulsor, que utiliza combustible más barato y tiene mejor rendimiento, para la producción de energía eléctrica. Las soluciones técnicas han consistido en el aprovechamiento de la energía de los gases de escape a través de un turboalternador y sobre todo, en la utilización de tomas de fuerza en el motor propulsor o en la línea de ejes para el accionamiento de un generador especial denominado «generador de cola» (3).

La utilización de estos sistemas requiere sistemas de control del generador más complejos y, sobre todo, obliga a un diseño especial del control de toda la planta eléctrica en función de las características y margen de potencia disponible en cada generador, lo que obliga a un control baado en micro.

EL PROYECTO GICEN

La utilización de un generador de cola presenta un problema en la mayoría de los buques que llevan hélices de paso fijo: si se quiere variar las rpm del motor propulsor y, por consiguiente, el generador opera a velocidad variable, por lo que no puede utilizarse directamente un alternador ya que su frecuencia no sería constante (4).

Las soluciones empleadas para solucionar este problema han sido varias. La más extendida es la que podríamos definir como de «Rectificación-ondulación total: Consiste en la utilización de un alternador como generador de cola cuya salida, de frecuencia variable con las rpm del propulsor, es rectificada y ondulada, por equipos estáticos de electrónica de potencia, para obtener a la salida una onda trifásica de

(*) Trabajo presentado al «I Congreso Iberoamericano sobre Métodos Computacionales en la Ingeniería».

(**) Cátedra de Electrotecnia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales. Universidad Politécnica de Madrid.

tensión y frecuencias adecuadas. El sistema se completa con un condensador síncrono que permite simplificar el diseño del ondulador y que aporta la forma de onda, la potencia reactiva y la corriente de cortocircuito.

En 1981 surgió, en la Cátedra de Electrotecnia de la ETSIN, la idea de utilizar una máquina de inducción de rotor devanado como generador con un ondulador estático en derivación (5).

Para desarrollar el proyecto se solicitó una subvención a la CAICYT que, al ser concedida nos permitió desarrollar el proyecto GICEN (Generador de Inducción de Cola-Electrotecnia Navales) en el trienio 1982-84.

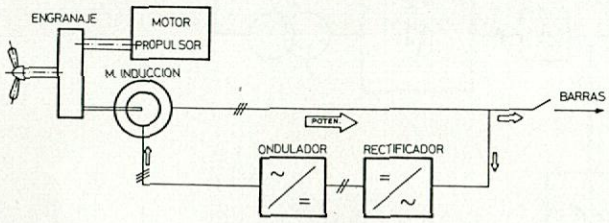


Fig. 1.—Sistema GICEN

El sistema, tal como puede apreciarse en la figura 1, está basado en la utilización de un motor asíncrono de rotor devanado, un rectificador controlado y un ondulador autónomo. Por una parte, el rotor de la máquina asíncrona está conectado mecánicamente al motor propulsor girando a las revoluciones que éste impone. Por otra parte, es alimentado con una corriente alterna trifásica de manera que se origina un campo magnético en el entrehierro de la máquina que gira con una frecuencia suma de la frecuencia mecánica y la eléctrica de alimentación. Este campo induce en el estator corrientes de esta frecuencia suma, de forma que puede mantenerse constante compensando en todo momento las variaciones de frecuencia mecánica con la frecuencia de alimentación (6).

De la corriente total producida, una fracción se deriva para ser realimentada en el rotor de la máquina; sin embargo, como la frecuencia de la corriente que entra en el rotor difiere de la salida del estator, la fracción realimentada deberá ser rectificada y posteriormente ondulada a la frecuencia necesaria. Estos dos procesos se realizan con la ayuda de un rectificador controlado y un ondulador que, a diferencia del sistema de rectificación-ondulación total, no sólo no consume potencia reactiva sino que es capaz de generarla. Ambos elementos son gobernados por un sistema de control que regula tanto la tensión de salida del rectificador como la frecuencia del ondulador.

En la figura 2 se muestra un diagrama del flujo de potencias en los circuitos del conjunto a partir de la entrada en el eje de una potencia mecánica Pm. En esta figura se ha llamado σ al cociente entre la frecuencia en el éstator y el rotor η_E al rendimiento de los elementos de potencia y η_g al de la máquina de inducción.

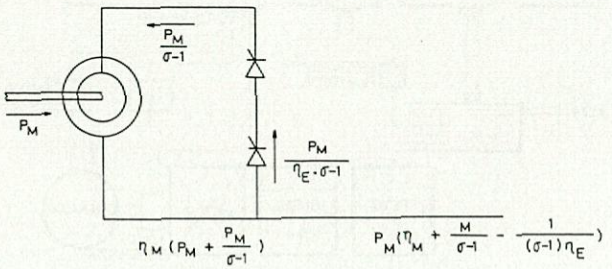


Fig. 2.—Flujo de potencias

Se desprende, por tanto, que el rendimiento total de la instalación η_T vendrá dado por:

$$\eta_T = \eta_g + \frac{\eta_g}{\sigma - 1} - \frac{1}{(\sigma - 1)\,\eta_e}$$

De esta expresión se deduce que para valores altos de σ (altos regímenes del motor propulsor), el rendimiento del conjunto tiende a aproximarse mucho al de la máquina de inducción y no al producto de ésta por el de los elementos de electrónica de potencia como en el caso del sistema con rectificación total. Esta característica le confiere un mejor rendimiento al mismo tiempo que posibilita la utilización de rectificadores y onduladores de menor potencia y, por lo tanto, menor precio.

Para la realización de este trabajo, fue necesario dividir el proyecto en una serie de partes que, a grandes rasgos, podríamos clasificar de la manera siguiente:

Proyecto GICEN

Elem. de Potencia	**Sma. de Control**
— Modelización Máquina.	— Hardware (Interfase).
— Diseño y Const. Rectif.	— Características Estáticas.
— Diseño y Const. Ond.	— Características Dinámicas.

Es preciso comentar que el proyecto ha tenido un marcado carácter experimental, diseñándose y construyéndose en nuestro laboratorio todos los elementos que aparecen en la figura 1, salvo la máquina de inducción y el generador auxiliar. Para ello se dispuso de un banco de ensayos de 5 KVA de potencia nominal cuyo esquema aparece en la figura 3.

DISPOSICION DEL SISTEMA DE CONTROL

La misión del sistema de control es mantener la salida del sistema GICEN con unos valores constantes, y lo más próximos a los nominales, de tensión y de frecuencia, ante cualquier variación externa al sistema.

En principio, si no existiese un sistema de control o si éste estuviese enviando unas señales constantes al rectificador y ondulador, se producirían los siguientes fenómenos:

- Ante una variación de las revoluciones, disminución por ejemplo, bajarían la frecuencia y tensión de salida.
- Ante un incremento de la carga (S_z), habría una ligera disminución de la tensión de salida.

Dada la complejidad del sistema (varios elementos, fenómenos no lineales, etc.), se eligió como sistema de control uno de tipo distribuido tal como se aprecia en la figura 4. Existiendo un control central, basado en microprocesador que genera las señales de mando de los controles locales del rectificador y del ondulador.

La elección de un sistema basado en microprocesador se realizó por las siguientes razones (7):

- Facilidad de comunicación con los controles locales basados en lógica cableada.
- Versatilidad durante el proceso de puesta a punto experimental.
- Ser una tecnología avanzada de la que se poseía suficientes Know-how y medios de apoyo.
- Posibilidad de una fácil expansión del sistema.

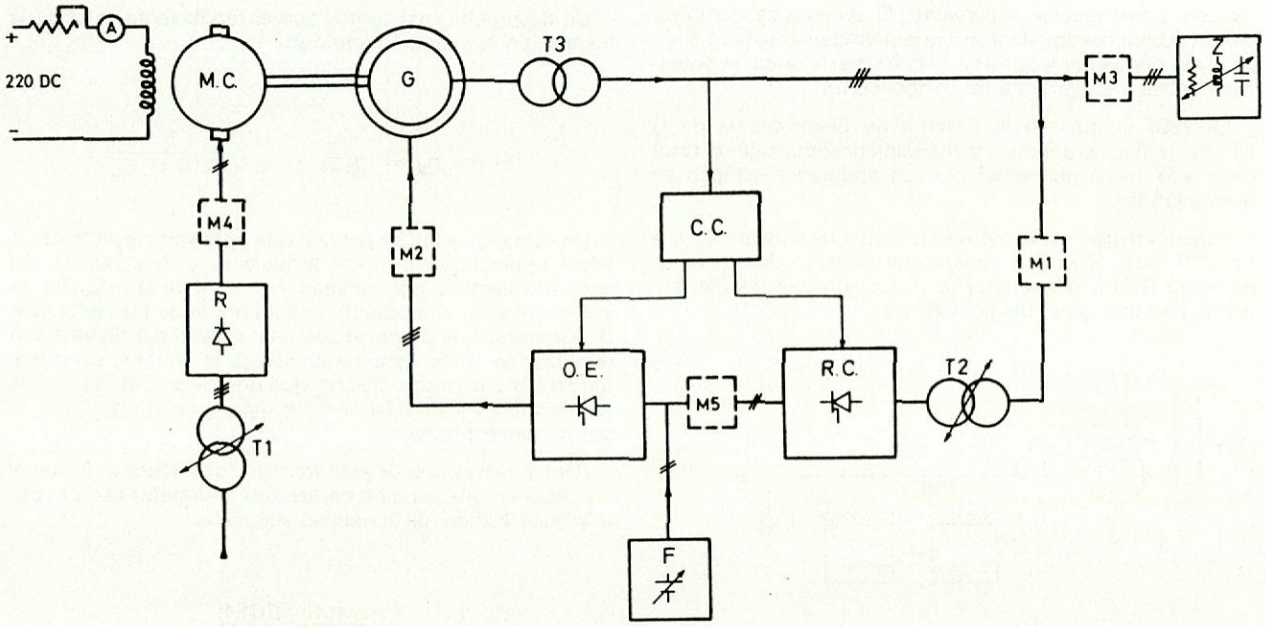


Fig. 3.—Esquema banco de ensayos

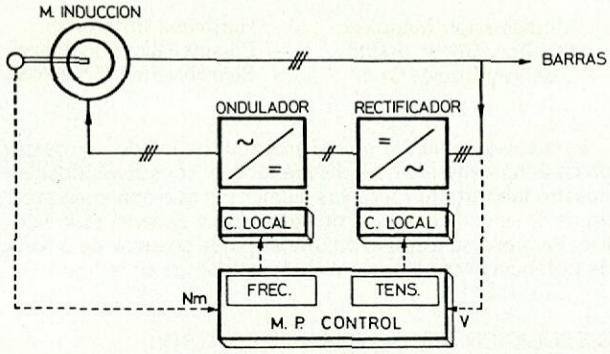


Fig. 4.—Disposición sistema de control

El hardware utilizado en el sistema de control central está constituido por un microprocesador, basado en un CPU Z-80 implementado a través de un sistema modular de tarjetas normalizadas (STD-BUS o Bus Estándar) (8).

En la figura 5 aparece un esquema del sistema de control. Puede apreciarse que el núcleo del mismo lo forman las tarjetas siguientes:

- CPU + Memoria.
- E/S Serie.
- Counter Timer.
- E. Analógicas.
- Alimentación auxiliar

que constituyen el hardware del microordenador. Por motivos de aislamiento eléctrico (galvánico), protección del micro, supresión de interferencias y transformación y ecualización de señales, fue necesario el diseño y puesta a punto de las interfases que aparecen en esta figura y cuyos principios de funcionamiento se desarrollan a continuación (9).

A) Conexión al Microterminal

La unión entre el microterminal Burr-Brown TM-25 y la tarjeta E/S Serie se efectúa a través de un sistema dúplex en hardware (cuatro hilos) en lazo de corriente. Dado que el microterminal incluye unidades de acoplamiento optoelectrónico, no fue necesario disponer ninguna interfase intermedia.

B) Interfase de tensión

La interfase de tensión, se encarga de convertir la tensión alterna de salida del sistema en una tensión continua de bajo nivel, introducible en el convertidor A/D. El aislamiento eléctrico se logra a través de transformadores.

C) Interfase de corriente

Su misión es análoga a la anterior: convertir la corriente en la carga en una tensión continua. El aislamiento se logra a través de un transformador de intensidad y es necesario una ampliación de tensión.

D) Interfase de velocidad

Por disponibilidad se ha utilizado una dinamo tacométrica para la medida de las revoluciones. Dado que la dinamo

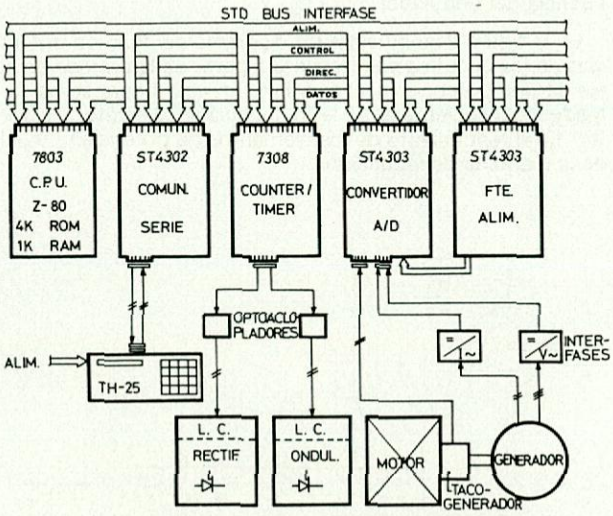


Fig. 5.—Sistema de control central

constituye en sí un sistema aislado eléctricamente, la tensión proveniente de ella sólo necesita ser filtrada y reducida de tensión.

E) Acoplamiento optoelectrónicos

Su misión es transmitir la señal de control al rectificador y ondulación, aislándolos eléctricamente del micro.

En la utilización a bordo será conveniente sustituir la medida de revoluciones basada en una dinamo tacométrica por un captador de revoluciones digital, basado por ejemplo en una rueda dentada y un captador de proximidad de inducción, que constituya un sistema más robusto y preciso. La señal proveniente del mismo se introduciría en el micro a través del 3.er canal disponible en la tarjeta Counter/Timer.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control actúa de forma independiente para los controles de frecuencia y de tensión, por medio del programa GINEM escrito en lenguaje ensamblador.

A) Control de frecuencia

Su funcionamiento es bastante simple dada la exactitud y simplicidad del modelo matemático que lo representa:

$$f_s = f_o + \frac{N_m \cdot p}{60} \qquad \text{ó} \qquad f_s = f_o + f_m$$

f_s = frecuencia y tensión del sistema (Hz).
f_o = frecuencia a la salida del ondulador (Hz).
N_m = velocidad de giro del generador (rpm).
p = número de pares de polos del generador.
f_m = frecuencia mecánica (equivalente).

Por lo tanto, para mantener el valor f_s constante, el sistema de control ha de acturar sobre el control de la frecuencia del ondulador en función de las revoluciones, llegándose a un sistema de control tal como el indicado en la figura 6.

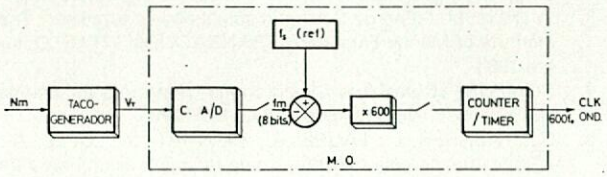


Fig. 6.—Control de frecuencia

B) Control de tensión

La modelización de la respuesta en tensión del sistema resulta compleja. Por ello, según se ve en la figura 7, el control de tensión que actúa a través del rectificador ha de ser de lazo cerrado. El controlador de tensión (micro) genera la señal f_{CR} a partir de las entradas de revoluciones, tensión e intensidad del sistema (fm, Iz, v_z).

Estas señales tal como se aprecia en la figura 8, son introducidas en el proceso de cálculo a través de un multiplexor analógico y un conversor analógico digital. La señal de salida del proceso NR, se convierte en una señal modulada en frecuencia (f_{CR}) a través de la tarjeta Counter/Timer.

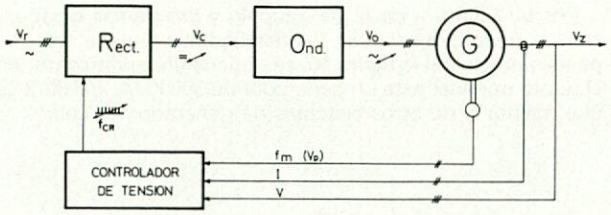


Fig. 7.—Bloques de control de tensión

El proceso de cálculo se verifica según los siguientes principios:

- Las señales son filtradas digitalmente tomando una media de sus valores en períodos independientes.
- Se genera una señal NR = N + N1 + N2 + NO en la que sus componentes se calculan a través de los bloques (A), (C), (T) e (I).
- El bloque (A) produce la señal N que, constituye el sumando principal (en primera aproximación NR ≃ N), a partir de la señal de las revoluciones, por medio de una curva experimental o teórica, linealizada por tramos.
- Dado que esta curva varía según la intensidad que suministra el sistema, se efectúa una corrección de valor de N a través del sumando N1 generado en el bloque (C) a partir de la diferencia entre Iz e Izo.
- Para mejorar la respuesta ante transitorios actúa el bloque (T) que introduce una realimentación proporcional en tensión, con una amplia zona muerta y zonas de saturación.
- Por último para ajustar la tensión del sistema ante cualquier variación interna o ambiental o imprecisión de los modelos, actúa el control (I) que es del tipo cuasi-integral, muy lento y con zonas de umbral.

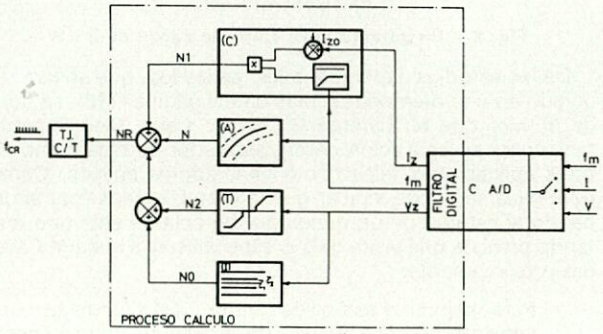


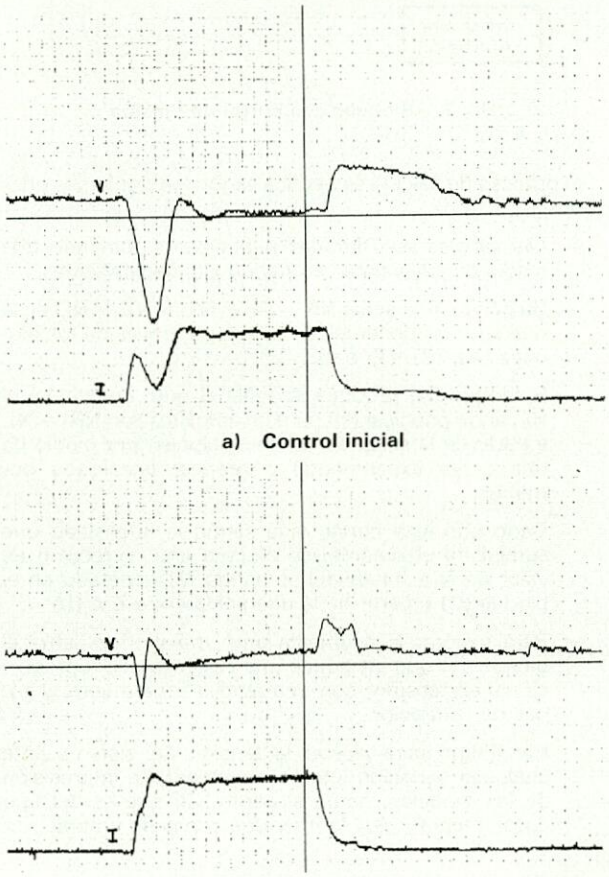
Fig. 8.—Proceso de cálculo control de tensión

En definitiva, el sistema de control actúa en lazo abierto básicamente (N + N1), según un modelo previamente introducido, existiendo un control en lazo cerrado, proporcional e integral, para la mejora ante transitorios y un ajuste ante imprecisiones del modelo.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Experimentalmente se ha comprobado la respuesta estacionaria y transitoria del sistema de control adoptado. Tal como puede apreciarse en la figura 9, la respuesta ante variaciones de carga que era inaceptable al principio, se logró mejorar profundamente a través del control de tensión descrito.

Por otro lado, a partir del modelo y programas creados, cuya correspondencia con los resultados experimentales se puede apreciar en la figura 10, se obtiene un rendimiento, en el punto nominal para un generador de 500 KVA, del 89,2 % que mejora el de otros sistemas de generador de cola.



a) Control inicial

b) Control final

Fig. 9.—Respuesta ante salto de carga de 2 Kw

De los estudios experimentales realizados, que se han recogido en una memoria de más de mil páginas (10), se puede afirmar que el Sistema GICEN es viable técnicamente tanto para su aplicación como generador de cola como en otras aplicaciones tales como generadores eólicos. Como referencia se puede indicar que la casa Siemens está abordando el estudio de un generador de cola de este tipo, estando prevista una visita de sus especialistas a nuestra Cátedra próximamente.

- Para mejorar la estabilidad natural del sistema es conveniente que la máquina de inducción trabaje ligeramente sobresaturada y que tenga sus devanados conectados en estrella.
- El ondulador que alimenta el rotor ha de ser diseño especial, ya que el factor de potencia con que trabaja es muy bajo.
- El sistema de control es complejo, siendo necesaria la utilización de microprocesadores.
- La elección del margen de rpm de trabajo es de gran importancia, al influir en el dimensionamiento de los elementos del sistema y existir limitaciones técnico-económicas.
- El sistema tiene una corriente de cortocircuito inferior del de un grupo convencional. Esta se ve afectada por la respuesta del rectificador, ondulador y sistema de control.

Por otro lado, se prevé que en el futuro el proyecto de investigación se continúe en las siguientes líneas de trabajo:

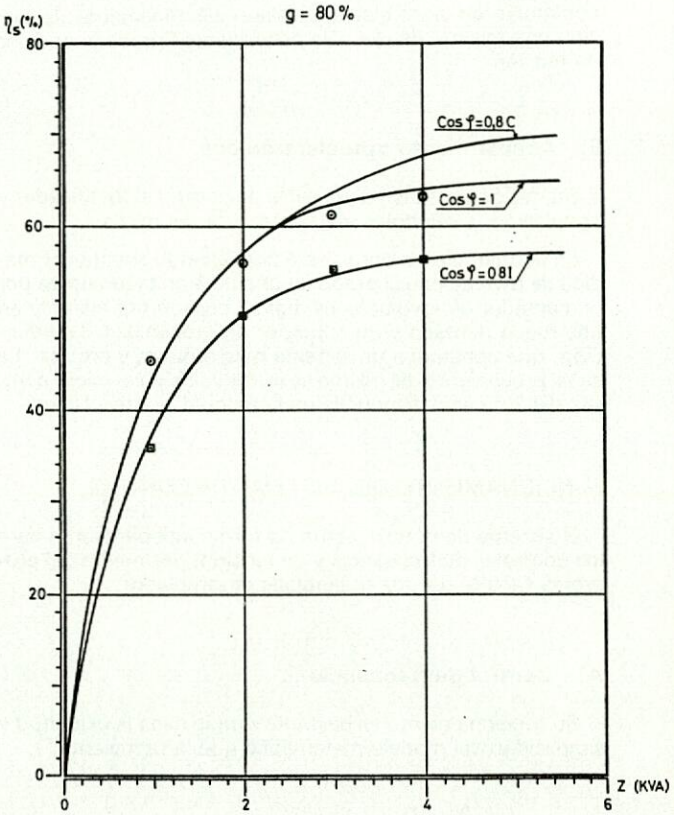


Fig. 10.—Comparación modelo-ensayos

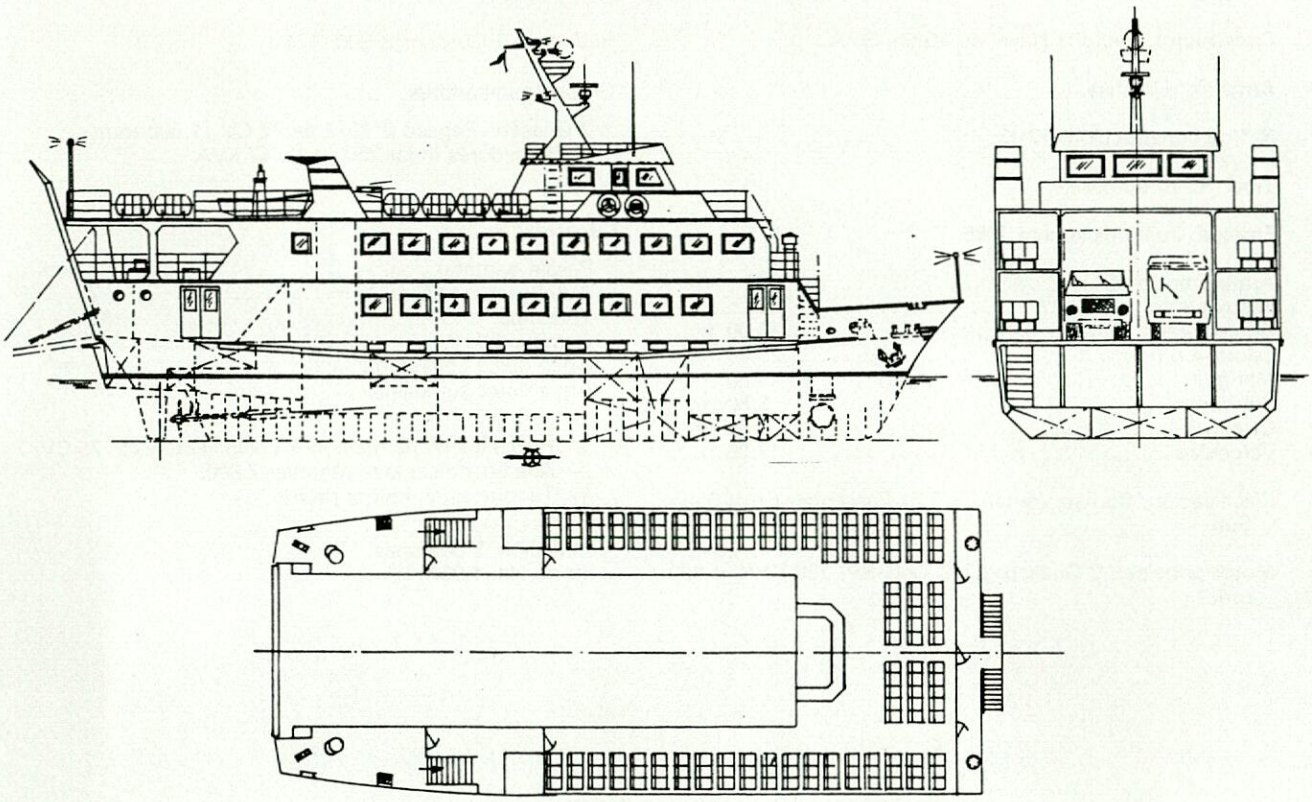
- Estudio del trabajo en paralelo con otros grupos.
- Análisis del funcionamiento reversible actuando el sistema como motor propulsor a bajas velocidades.
- Utilización de un alternador de baja potencia y diseño especial, para la alimentación del rotor de la máquina de inducción a frecuencias muy bajas.
- Desarrollo de un sistema piloto de 100 KVA de potencia nominal.

REFERENCIAS

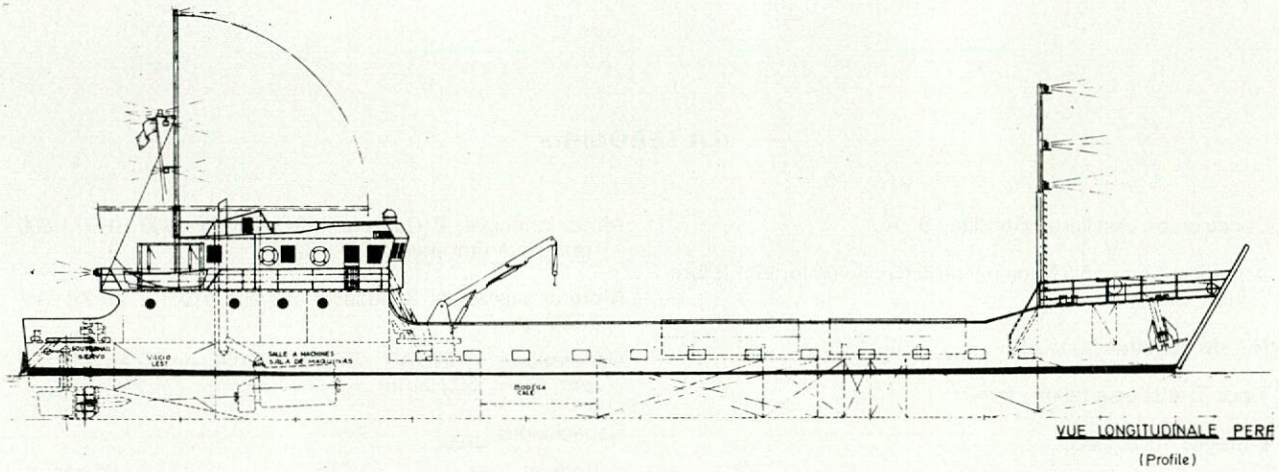
1. WATSON, G. O.: «Práctica de la electricidad en la marina». UTEHA. Barcelona, 1980.
2. LOPEZ, A.; FAURE, R.; TAMARIT, J.: «Los microprocesadores en la automación naval». Transporte 3. Febrero 1982.
3. W. HENSEL: «Energy Saving in ship's power supplies». The Institute of Marine Engineers. TRANSACTIONS (TM). Octubre 1983.
4. SIEMENS: «Brunshless Synchronous generators for marine applications». Nota técnica E. 472/1379-220.
5. G.ª TABARES, L.; FAURE, R.; TAMARIT, J.; LOPEZ, A.: «Generador de cola basado en una máquina asíncrona y un ondulador estático». III Congreso Iberoamericano de Ingeniería Naval. Madrid. Junio 1982.
6. G.ª TABARES, L.: «Estudio teórico y experimental de un sistema de máquina de inducción y ondulador estático para su utilización como generador de cola». Tesis Doctoral ETSIN. Madrid 1983.
7. FAURE, R.; TAMARIT, J.; LOPEZ, A.; G.ª TABARES, L; BUENO, J.: «Los microprocesadores en el control de procesos». Curso patrocinado por el Colegio Oficial de Ingenieros Navales. Octubre 1984.
8. FAURE, R.; TAMARIT, J.; LOPEZ, A.: «Circuitos lógicos y microprocesadores». Fondo Editorial de Ingeniería Naval. Madrid, 1982.
9. FAURE, R.; LOPEZ, A.; G.ª TABARES, L.; BUENO, J.: «Microprocesador control of a shaft driven generator based on an induction machine. Proyect GICEN». Seventh Ship Control Systems Symposium. Bath (UK). Septiembre 1984.
10. FAURE, R.; LOPEZ, A.; G.ª TABARES, L.: ABAD, R.; BUENO, J.; IGLESIAS, J.: «Proyecto n.º 532/81 CAICYT. Generador de Cola (GICEN)». Madrid. Marzo 1985.

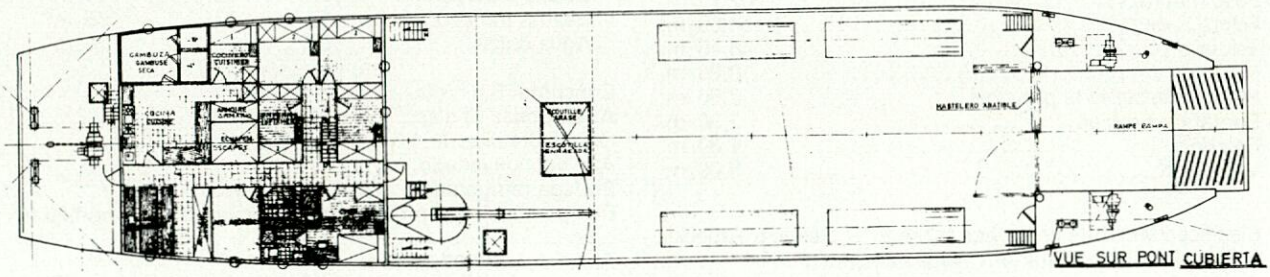
BARCOS

«ESPALMADOR» - «IBIZA»



«LA LEBOMBI»





«ESPALMADOR» - «IBIZA»

Constructor: Factoría Naval de Marín, S. A.

Armador: Umafisa.

N.° de construcción: 12-13.

Tipo: Ro-ro de pasaje.

Entrega: Junio-diciembre 1985.

Arqueo bruto (GT)	530
Peso muerto	223 t.
Eslora total	33,00 m.
Eslora e.p.p.	28,00 m.
Manga	10,50 m.
Puntal	3,50 m.
Calado	2,50 m.
Velocidad	12,00 n.

Clasificación: Bureau Veritas I 3/3 Ex Passenger Ferry Deep Sea.

Motor principal: 2 Guascor E318 TAO-SP, 750 BHP. 1.800 rpm.

Reductor: 2 Guascor R-300, 1/4'4.

Grupos generadores:

2 Guascor/Pegaso 9130/7 de 77 CV./1.500 rpm.
2 alternadores Indar 250 - s de 62 kVA.

Capacidades:

Pasaje sentado	247 pers.
Autobuses o trailers (12 m.)	2
Turismos	18
Combustible	30 m^3
Agua dulce consumo	15 m^3
Agua dulce suministro	95 m^3

— Hélice lateral de maniobra Volvo Hidráulica, 75 CV.
— Aire acondicionado Marinair 7.800.
— Tanque estabilizador pasivo.

Tripulación: 5 personas.
Autonomía: 1.334 millas.

«LA LEBOMBI»

Constructor: Astilleros Gondan, S. A.

Armador: Compañía Nacional de Navegación Interior. Libreville. Gabón.

N.° de construcción: 221.

Tipo: Transporte mixto, ferry.

Entrega: Julio 1985.

Registro bruto	308 TRB
Peso muerto	502 t.
Eslora total	54,00 m.
Eslora e.p.	48,45 m.
Manga	10,80 m.
Puntal a la cubierta principal	2,50 m.
Puntal de bodega	2,30 m.
Calado	1,80 m.
Velocidad	9,00 n.

Clasificación: Bureau Veritas I 3/3 E + Servicio Especial. Ponton. Roll-on/Roll-off. Aguas costeras.

Motor principal: 2 Guascor E-318-TA-SP. 600 BHP/1.800 rpm. Reductor inversor 1 : 3.

Motores auxiliares: 3 Guascor/Pegaso 9103/7, de 77 CV/1.500 rpm.

Generadores: 3 INDAR. Tipo 250-S/04, de 60 kVA/1.500 rpm 380 V. 50 Hz. III.

Capacidades:

Bodega	90 m^3
Gas-oil	80 m^3
Gasolina transporte	44 m^3
Gas-oil transporte	165 m^3
Agua dulce	20 m^3

Consumo: 6 m^3/día.
Autonomía: 13 días.
Grúa hidráulica de 4,5 t. × 7,6 m.
Aire acondicionado.
Bodega refrigerada a +4° C, de 10 m^3.
Rampa móvil en proa de accionamiento mecano-hidráulico.
Alojamientos: 10 personas.

BUQUES PARA TRANSPORTE DE ACERO

En el astillero holandés De Groot en Van Vliet, en Ridderkerk, miembro de Yssel-Vliet Combination, de Rotterdam, ha tenido lugar la entrega a los armadores holandeses Genchart Vof, de los buques «Steel Sprinter» y «Steel Shuttle» que han sido proyectados para transportar productos de acero desde Netherlands Steelworks Hoogovens, en IJmuiden, a puertos de la costa sur y este de Gran Bretaña. Los embarques regulares de acero desde IJmuiden a Inglaterra alcanzan las 375.000 t. anuales y durante años el acero ha sido transportado en buques fletados operados por Nebam, una empresa filial de Hoogovens.

Los dos nuevos buques transportarán, aproximadamente, las dos terceras partes del volumen anual de carga, gestionado por los armadores Genchart VOF.

Las características principales son las siguientes:

Eslora total	65,00 m.
Eslora entre perpendiculares	60,00 m.
Manga	11,00 m.
Puntal	5,20 m.
Calado	4,30 m.
Peso muerto correspondiente	1.660 t.
Capacidad de las bodegas (pies cúbicos)	64.000

Las cargas de acero requieren un cuidado especial y unos conocimientos de su manejo para prevenir daños a la carga y al buque. Estas condiciones son, entre otras, las razones por la que Hoogovens ha tomado una participación en el transporte de sus propios productos. El acero es una carga muy sensible expuesta a extensos daños por contacto aún ligero con el agua del mar. Deben evitarse completamente los daños con el fin de conseguir el propósito de Hoogovens, es decir, suministrar acero de la más alta calidad al menor coste posible. Los buques forman parte del proceso de control de calidad de la firma.

Por consiguiente, el «Steel Sprinter» y el «Steel Shuttle» son dos de los pocos buques proyectados especialmente para el transporte de productos de acero. Con su bodega de tipo cajón, reforzada para soportar cargas de hasta 15 t/m^2 en cualquier posición y tratada especialmente para presentar una superficie antideslizante para cualquier tipo de carga de acero. Se puede decir que los buques han sido construidos alrededor de su carga.

Las escotillas son de un tipo especial que elimina absolutamente la entrada de agua de mar. Estas escotillas han sido construidas para que sean manejadas mediante un pulsador de control para apertura y cierre, eliminando, por tanto, el error humano al tener en cuenta la condición de estanqueidad de la bodega. Las acciones de la escotilla han sido equipadas con doble cierre de caucho y la sujeción de las escotillas se hace con la ayuda de componentes accionados hidráulicamente tales como cuñas y pernos.

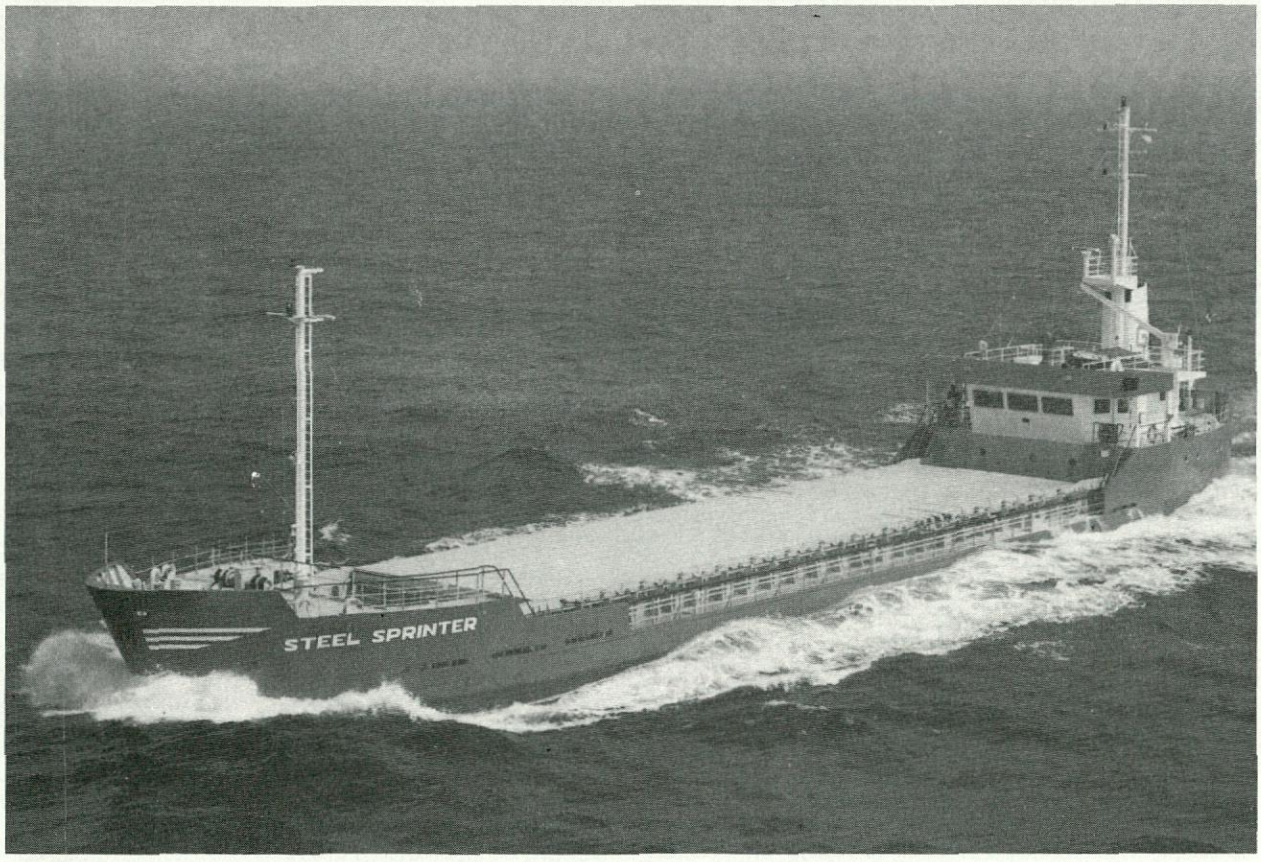
Los buques están propulsados por un motor diesel de una potencia de 700 kW a 600 rpm, que acciona una hélice de paso controlable a través de un reductor. Este tiene una toma de fuerza para accionar un generador de 70 kV a 1.500 rpm. Disponen de otro generador similar accionado por un motor diesel.

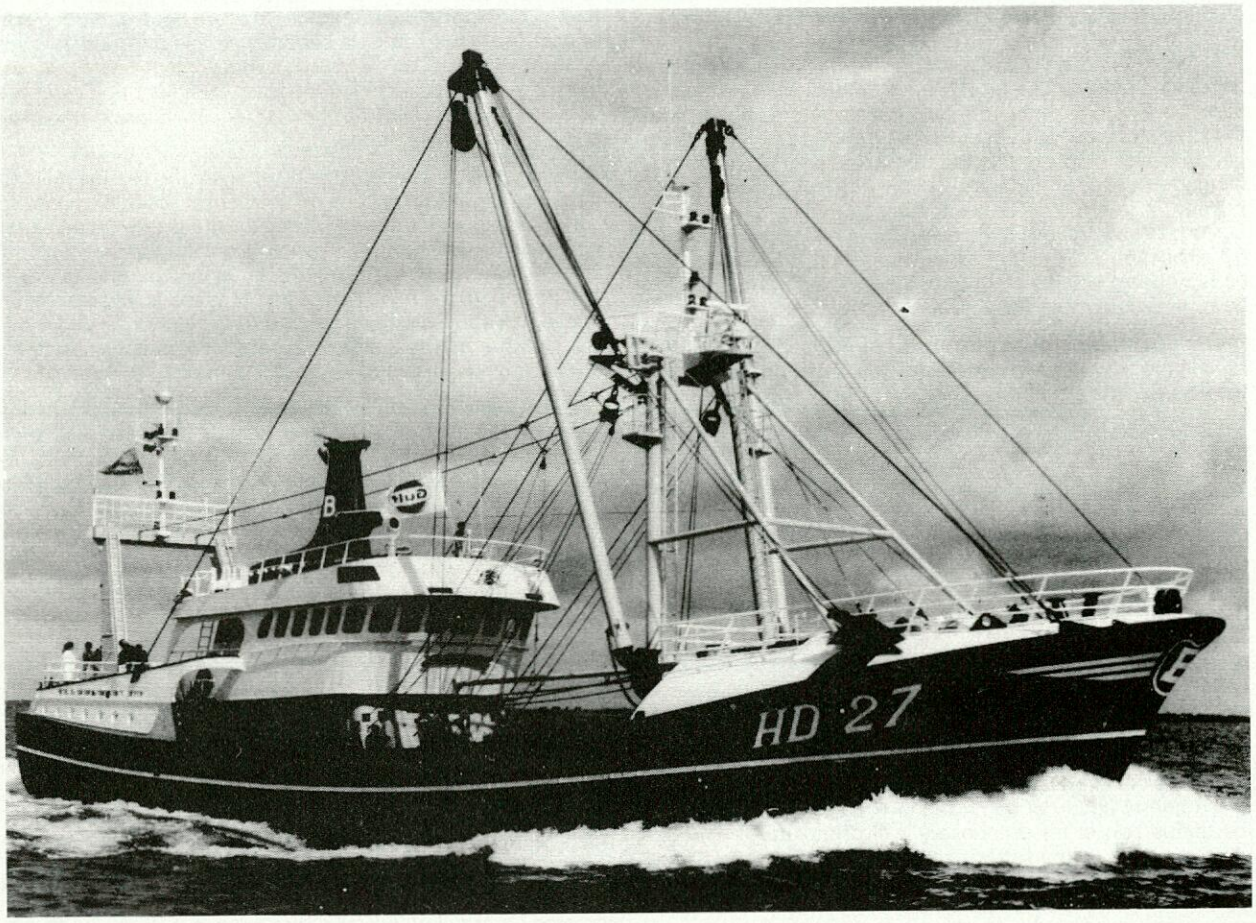
El gobierno es por medio de un timón flap que le da al buque un excelente control direccional mientras maniobra en puerto.

PESQUERO HOLANDES

Recientemente tuvo lugar en el astillero Maaskant, de Holanda, la entrega a los armadores J. Bakker and Son, del pesquero de arrastre «Zuiderhaaks», que es del tipo de toldilla cerrada. Durante el período que el buque lleva pescando, desde su entrega, ha superado las expectativas.

Inmediatamente después de la firma del contrato para su construcción, se decidió instalar un motor de nueve cilindros en lugar del de seis cilindros especificado, con el fin de poder bajar las revoluciones de 900 a 720 rpm y conseguir un mejor funcionamiento y un menor consumo de fuel junto





con un alargamiento de la vida y menores costes de mantenimiento. La decisión ha resultado ser correcta.

Las características principales del buque son:

Eslora total	40,20 m.
Manga	9,00 m.
Puntal	5,10 m.
Potencia	2.195 kW

El buque está propulsado por un motor diesel de una potencia máxima continua de 2.195 kW a 720 rpm, equipado con un sistema de transmisión de potencia que incorpora un reductor-inversor con una relación de reducción 4,5 : 1 y un acoplamiento elástico. El reductor tiene un freno del eje propulsor y dispone de una toma de fuerza para accionar, a través de un acoplamiento superelástico, el generador del chigre de pesca de 145 kW. El peso de la instalación del reductor es de, aproximadamente, 10,8 t. y la vida mínima a plena carga de las chumaceras es de 50.000 horas. El freno del eje está accionado neumáticamente. El acoplamiento principal es capaz de absorber las pulsaciones del motor y el 80 por ciento de las vibraciones resultantes del fallo de un cilindro. La instalación acciona una hélice de 3 m. de diámetro que gira en una tobera. Dispone de una hélice en proa de 90 kW. La energía eléctrica es suministrada por dos generadores de 75 kW, accionados por motores de 115 kW.

El buque tiene alojamientos para ocho personas en cuatro camarotes dobles, cocina, comedor, aseos y el camarote del patrón con dos literas, ducha y WC.

Dispone de un sistema sofisticado de ayudas a la navegación, incluyendo dos radares, piloto automático y equipo de comunicaciones, así como de un sistema electrónico para detección de la pesca.

El pescado es procesado por medio de una planta de tratamiento que incluye un ascensor, mesa de separación con un sistema integrado de lavado por chorro de agua, un pozo de vaciado en el área de la cubierta de trabajo, un vertedero de desechos, un vertedero doble de pescado, la entrada en la bodega de pescado bajo el castillo y un lavadero de acero inoxidable.

ASTILLEROS

ACTIVIDAD DE LOS ASTILLEROS NACIONALES DURANTE LOS MESES DE AGOSTO Y SEPTIEMBRE DE 1985

NUEVOS CONTRATOS

Astilleros Armón.—Dos camaroneros congeladores de arrastre de 183 GT y 127 TPM. Armador: Overseas Fish Traders Corp., de Panamá. Motor propulsor: Caterpillar, tipo 3508, de 775 BHP a 1.600 rpm.

«KINGFISHER 7».—Camaronero congelador de 147 GT y 85 TPM. Armador: Gerard Finance Corp., de Panamá. Motor propulsor: Caterpillar, tipo 3412, de 540 BHP a 1.800 rpm.

Astilleros Gondán.—«RIO ORXAS». Pesquero de arrastre de 900 GT y 718 TPM. Armador: Pesquera Inter, de España. Motor propulsor: M.A.K., de 1.800 BHP.

«HERMANOS TOUZA». Pesquero de arrastre de 1.018 GT y 950 TPM. Armador: Chymar, S. A., de España. Motor propulsor: A.B.C., tipo 8MDZC, de 1.930 BHP a 750 rpm.

Astilleros José Valiña.—Barcaza petrolera de 1.667 GT y 2.400 TPM. Armador: Harbour Service, S. A., de España. Motor propulsor: Echevarría/B & W, tipo 8T23LU, de 1.240 BHP a 825 rpm.

Construcciones Navales Santodomingo.—Cinco pesqueros congeladores de 410 GT y 385 TPM. Armador: Squid & Fisheries, de Marruecos. Motor propulsor: M.T.M., tipo T1-829 CR, de 1.000 BHP a 375 rpm.

Naval Gijón.—Pesquero congelador de 1.181 GT y 1.000 TPM. Armador: Eloymar, S. A., de España. Motor propulsor: M.A.K., tipo 6M453, de 2.000 BHP a 560 rpm.

Unión Naval de Levante. Factoría de Valencia.—«JUNONIA». Transporte de productos químicos de 500 GT y 875 TPM. Armador: Naviera Petrogás, S. A., de España. Motor propulsor: Bazán/Man, tipo 8L20/27 de 1.090 BHP a 1.000 rpm.

«HERBANIA». Asfaltero de 500 GT y 840 TPM. Armador: Naviera Petrogás, S. A., de España. Motor propulsor: Bazán/Man, tipo 8L20/27, de 1.090 BHP a 1.000 rpm.

BOTADURAS

Astilleros Armón.—«RABIH II». Camaronero congelador de arrastre de 177 GT y 169 TPM. Armador: Overseas Fish Traders Corp., de Panamá. Motor propulsor: Caterpillar, tipo 3508, de 775 BHP a 1.600 rpm.

«BANUSO 3». Camaronero congelador de 171 GT y 60 TPM. Armador: Banuso Fisheries Ltd., de Nigeria. Motor propulsor: Caterpillar, tipo 3412, de 450 BHP a 1.800 rpm.

Astilleros del Atlántico.—«LIDE». Carguero polivalente de 2.000 GT y 3.100 TPM. Armador: Marítima Acamar, S. A., de España. Motor propulsor: Echevarría/B & W, tipo 8S28LU, de 1.950 BHP a 750 rpm.

PRUEBAS OFICIALES/ENTREGAS

Astilleros Ardeag.—«MARIA CARMEN». Remolcador de 241 GT y 141 TPM. Armador: Naviera Peninsular, S. A., de España. Características principales: Eslora total, 26,8 m.; eslora entre perpendiculares, 24 m.; manga, 7,9 m.; puntal, 4,3 m., y calado, 3,2 m. 30 Toneladas de Tracción a Punto Fijo (T.P.F.). Motor propulsor: AESA/Sulzer, tipo AS-25, de 2.000 BHP a 900 rpm.

Astilleros del Cadagua.—«ITALIAN REEFER». Frigorífico de 7.949 GT y 7.560 TPM. Armador: Naviera Extremeña, S. A., de España. Características principales: Eslora total, 134,475 m.; eslora entre perpendiculares, 125 m.; manga, 19,5 m.; puntal, 12,2/4,1 m., y calado, 9,45 m. Capacidad de bodegas: 13.195 m^3. Motor propulsor: AESA/B & W, tipo 5L67GFCA, de 10.900 BHP a 123 rpm.

Astilleros Españoles. Factoría de Puerto Real.—«NILAN». OBO de 45.278 GT y 76.297 TPM. Armador: Ultramar Madrid, Ltd., de Liberia. Características principales: Eslora total, 243,82 m.; eslora entre perpendiculares, 235 m.; manga, 32,2 m.; puntal, 19,5 m., y calado, 14 m. Capacidad de bodegas: 82.725 m^3. Motor propulsor: AESA/B & W, tipo 5K90GFC, de 15.200 BHP a 109 rpm.

Astilleros Gondán.—«VOMBIE». Transbordador de 100 GT y 62 TPM. Armador: Compagnie Nationale de Navigation Interieure (C.N.I.), de Gabón. Características principales: Eslora total, 27 m.; eslora entre perpendiculares, 24,24 m.; manga, 7 m.; puntal, 2 m., y calado, 1,27 m. Capacidad: 50 pasajeros, 1 vehículo, 64 m^3. Motores propulsores: dos Guascor, tipo E-212 TA-SP, de 410 BHP a 1.800 rpm cada uno. Velocidad en pruebas: 9,72 nudos.

Astilleros Ojeda y Aniceto.—Pesquero congelador de 310 GT y 210 TPM. Armador: Baldomero Fernández Calviño y otros, de España. Características principales: Eslora entre perpendiculares, 32 m.; manga, 7,8 m., y puntal, 3,85 m. Motor propulsor: M.T.M. tipo T1-829C de 1.000 BHP a 375 rpm.

Astilleros y Talleres Celaya.—«DAMMAN 36». Remolcador de 450 GT y 300 TPM. Armador: The Ports Authority, de Arabia Saudita. Características principales: Eslora total, 37 m.; eslora entre perpendiculares, 34,75 m.; manga, 11,5 m.; puntal, 4 m., y calado, 5,6 m. 45 Toneladas de Tracción a Punto Fijo (T.P.F.). Motores propulsores: dos Deutz, tipo SBV9M-628, de 2.250 BHP a 1.000 rpm.

Balenciaga.—«ANDREKALA». Pesquero de arrastre de fondo de litoral de 150 GT y 76 TPM. Armador: Andrekala, 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. Motor propulsor: Guascor, tipo E-318-TA-SP, de 600 BHP a 1.800 rpm (astillero sólo constructor del casco).

Unión Naval de Levante. Factoría de Valencia.—«EL BUCANERO DOS». Pasaje (discoteca flotante) de 265 GT y 29 TPM. Armador: Marítima Nuevo Horizonte, S. A., de España. Características principales: Eslora total, 30,7 m.; eslora entre perpendiculares, 29,7 m.; manga, 9,75 m.; puntal, 2,85 m., y calado, 1,2 m. Capacidad: 250 trabajadores. Motores propulsores: dos Pegaso-Guascor, tipo 9105, de 160 BHP a 1.800 rpm cada uno. Velocidad en prueba: 7,28 nudos.

Unión Naval de Levante. Factoría de Valencia.—«PUNTA PEDRERA». Transbordador de 1.419 GT y 219 TPM. Armador: Marítima Formentera, S. A., de España. Características principales: Eslora total, 67,6 m.; eslora entre perpendiculares, 57,6 m.; manga, 10,6 m.; puntal, 7,25/4,1 m., y calado 2,8 m. Motores propulsores: dos Echevarría/B & W, tipo 12V23LU, de 1.860 BHP a 825 rpm, cada uno. Velocidad en pruebas: 17,5 nudos.

LA CONSTRUCCION NAVAL MUNDIAL EN EL TERCER TRIMESTRE DE 1985

Según las estadísticas del Lloyd's Register of Shipping correspondientes al tercer trimestre de 1985, la cartera de pedidos de los astilleros mundiales ha disminuido en 641.841 GT durante este período, quedando en 27.497.841 GT (Ver «INGENIERIA NAVAL», julio de 1985). Se prevé que el 82 por 100 de dicho tonelaje se entregará antes de final de 1986.

Se han contratado 3,1 millones de GT durante el trimestre que es, aproximadamente, 0,7 millones de GT menos que la producción total durante ese período.

El número total de buques comenzados ha sido de 426, con 4.239.122 GT (4.012.664 GT en el trimestre anterior); el número de buques botados ha sido de 424 con 4.165.617 GT (4.721.630 GT en el trimestre anterior) y el número de buques entregados 431, con 3.750.114 GT (4.947.642 GT en el trimestre anterior).

Cartera de pedidos al 1 de octubre de 1985

Países	Núm.	GT
Japón	523	10.510.944 (—245.044)
Corea del Sur	179	4.977.157 (—553.570)
China	63	1.862.049 (+ 41.073)
Polonia	150	1.196.176 (— 8.521)
Brasil	47	1.170.642 (+ 20.272)
Alemania Occidental	112	745.184 (+209.489)
Rumania	27	705.587 (+136.330)
España	116	637.346 (— 29.205)
Yugoslavia	44	618.257 (— 9.972)
Dinamarca	59	592.037 (— 50.670)
Finlandia	46	473.349 (— 26.517)
Estados Unidos	123	447.077 (— 18.462)
Francia	41	397.400 (+ 78.070)
India	72	390.708 (— 50.730)
Reino Unido	48	377.706 (— 50.978)
Italia	78	350.879 (+ 72.493)
Alemania Oriental	20	318.059 (— 55.914)
Argentina	20	228.089 (— 17.296)
Suecia	14	193.087 (+ 25.939)
Bulgaria	14	179.895 (— 9.883)
Países Bajos	82	170.452 (— 37.832)
TOTAL MUNDIAL	2.320	27.497.841 (—641.841)

Los mayores incrementos en las carteras de pedidos han correspondido a Alemania Occidental, Rumania, Francia e Italia, mientras que se han registrado reducciones sustanciales en las de Corea del Sur y Japón.

Los 1.415 buques en construcción alcanzan la cifra de 14.862.265 GT que es superior en 562.372 GT a la cifra del trimestre anterior y los 905 buques no comenzados alcanzan la cifra de 12.635.576 GT, que supone una disminución de 1.204.213 GT con relación al trimestre anterior.

Los petroleros y otros buques-tanque representan el 22,3 por 100 de la cartera de pedidos, los graneleros el 47,6 por 100 y los cargueros el 17,3 por 100, mientras que los portacontenedores representan el 54,5 por 100 de los cargueros.

Los transportes de gas licuado totalizan la cifra de 0,2 millones de GT, con una capacidad de 0,3 millones de metros cúbicos. Los países que más contribuyen a este tonelaje son Japón y Alemania Occidental.

Buques entregados en el tercer trimestre de 1985

Países	Núm.	GT
Japón	195	2.143.385
Corea del Sur	24	549.462
Alemania Occidental	25	104.099
China	15	103.638
Brasil	3	99.639
Rumania	4	83.618
España	13	72.417
Reino Unido	10	52.063
Dinamarca	6	50.296
Yugoslavia	9	49.144
Polonia	8	46.137
Finlandia	3	44.782
India	3	44.363
Francia	6	39.350
Alemania Oriental	4	38.539
Bulgaria	2	35.499
TOTAL MUNDIAL	431	3.750.114

Entre los buques interesantes entregados figuran el granelero «Japan Linden», de 180.000 TPM y 103.000 GT, construido en el astillero japonés Kawasaki, que es el mayor buque entregado durante el trimestre; el petrolero «Bage», de 91.647 TPM y 53.114 GT, construido en el astillero brasileño Ishibras para el armador Petrobas, que es el mayor petrolero entregado durante el trimestre; el primer transporte de productos/mineral/granel/petróleo (PROBO), el «Probo Biakh», construido en el astillero Hyundai de Corea del Sur para el armador noruego L. Gill-Johannsen; los portacontenedores «American California», «American Utah» y «American Washington», de 57.075 GT y una capacidad de 2.129 TEU, entregados por el astillero coreano Dae Woo; el portacontenedores «Oriental Freedom», de 40.978 GT y una capacidad de 2.498 TEU construido por Mitsubishi, que es el primero de los ocho que se construyen en Japón para registro en Hong-Kong; el portacontenedores «C. R. París», de 37.600 GT y una capacidad de 2.536 TEU, que es el primero de los dos buques construidos por el astillero francés Atlantique para los armadores nacionales Chargeurs Maritime, y el buque-grúa «Stanislav Yudin», de 24.822 GT construido en Wärtsilä para la URSS, que es uno de los mayores de su tipo con una capacidad de elevación de 1.600 t.

ESTUDIO SOBRE EL DESGUACE

En un estudio titulado «Ship Scrapping: New Developments 1983-1985», los consultores Drewy indican que la lista de países que tienen intención de lanzarse al desguace de buques crece a lo largo de los años. Ultimamente, se han hecho proyectos en Liberia, Tailandia, Irán, Malta, Turquía, Grecia y Yugoslavia. Numerosos industriales parecen deseosos de lanzarse en este tipo de actividad por primera vez, o bien de aumentar el volumen de sus negocios. Pertenecen a la categoría de países en vías de desarrollo, o son miembros de la OPEP o de los estados mediterráneos semi-industrializados. Son dispares. Grecia, miembro de la CEE, marca un cierto contraste con Yugoslavia que se incluye entre los países del Este. Algunos de estos países no disponen de importantes flotas mercantes y no se ve a primera vista cuál podría ser su interés en favorecer el desguace para hacer subir las tasas de fletes. Por tanto, es que hay otra cosa a esperar de esta actividad para lanzarse a ella. Quizá sea que es ahí donde se centra una parte de la solución a la crisis de los fletes, en general.

Los países que se lanzan al desguace pueden seguramente obtener beneficio pero a condición de que reúnan determinadas condiciones. Desde luego proporciona empleos, permite reducir las importaciones de chatarra y puede proporcionar divisas si se desguazan suficientes buques para poder reexportar productos transformados. Aunque los transportes marítimos sean suficientes para proveer cuantos buques se quieran para desguace, no se puede obtener buen resultado más que en determinadas condiciones. Si no se reúnen, los nuevos astilleros tendrán la vida difícil.

Ante todo es la crisis de los fletes la que es responsable del crecimiento del volumen vendido para desguace en los años 80. Ello no impide que haya todavía demasiados buques y que se tenga aún necesidad de venderlos para chatarra. Si se considera lo que ha ocurrido en el transcurso de los últimos cinco años, la industria del desguace parece que prosigue su desarrollo. Numerosos países que no tenían tradición en este campo han hecho su aparición y, sin duda, serán seguidos pronto por otros.

En los últimos años, este hecho se ha producido, en su mayoría, en los países en vías de desarrollo mientras que los países más industrializados han permanecido en retirada, principalmente debido al precio de la mano de obra. Los países en vía de desarrollo, principalmente en Extremo Oriente, aparecen por tanto ahora como especialistas habiendo efectuado casi el 90 por 100 de las operaciones en 1984. Aunque algunos países del sur de Europa hayan mantenido su presencia, se observa, no obstante, que están entre los más pobres de Europa Occidental y, por tanto, que el desguace no tiene gran cosa que ver con los países industrializados.

En consecuencia, actualmente, los países con fuerte presencia en el campo de los armadores no están directamente implicados en el desguace y ello a pesar del interés que tienen en participar en la reducción de la sobrecapacidad. Por tanto, cada vez más, los especialistas del desguace no tienen ningún interés en el mercado de fletes. No hay más que algunos países, tales como Grecia y Japón, cuya industria del desguace tiene lazos directos con los armadores nacionales. Por otra parte, en estos dos países el desguace cuenta como actividad secundaria. Se observa, no obstante, que el país del mundo que tiene la flota más grande, Liberia, puede acoger a nuevos astilleros de desguace.

En este campo, hay numerosas iniciativas internacionales y existen proyectos para implantarlos cerca de los lugares de amarre, en el Mediterráneo y en el Noroeste de Europa. Países como Liberia han propuesto ya lugares, que gozan de las condiciones necesarias, con el apoyo de algunas organizaciones internacionales. Dejando aparte la proximidad de Liberia a una zona de buques amarrados, este país dispone de otros alicientes. En conjunto, un país que desee lanzarse al desguace debe proponer lugares que respondan a las características siguientes, algunas de las cuales son evidentes:

- Un calado de 30 a 40 pies para recibir a los grandes buques que representan la mayoría de los candidatos al desguace.
- Capitales suficientes para comenzar las operaciones; algunos países pueden beneficiarse de ayudas internacionales.
- Mano de obra abundante y barata, aunque en el futuro se pueda recurrir a robots.

— Mercado para la chatarra, que se encuentra en los países que se industrializan rápidamente.

— Infraestructuras adecuadas para evacuar la chatarra hacia clientes potenciales.

— Divisas en cantidad suficiente para efectuar compras regulares con el fin de evitar tener que interrumpir las operaciones.

Si se desguaza suficientemente, estas divisas pueden no ser necesarias más que para comenzar la actividad pues se puede esperar el reexportar adecuadamente y hacen beneficios. El desguace puede también aprovecharse del remolque, como uno de los medios de evitar costes prohibitivos de volver a poner en servicio a los buques amarrados que deben trasladarse a los astilleros de Extremo Oriente. El Extremo Oriente corresponde ya a una zona de concentración de esta actividad pero eso no impide obligatoriamente que se desarrolle aún más como es el caso, por ejemplo, de Tailandia en este momento. Es preciso conseguir que los buques lleguen regularmente. Tener demasiados y alcanzar un embotellamiento puede ser tan nefasto como sufrir una interrupción, por los problemas de liquidez que puede producir. Por tanto, hace falta llegar a encontrar un equilibrio y una determinada sincronización en el ciclo. En resumen, los países que puedan reunir todas estas condiciones tienen buenas oportunidades de encontrar un lugar en esta actividad que parece que este año, va a batir los records registrados en 1983.

ESTADISTICAS DE LA O.C.D.E.

La O.C.D.E. ha publicado las estadísticas correspondientes a los tres primeros trimestre de 1985, tanto de cartera de pedidos como de nuevos pedidos y entregas de buques en los países que participan en el Grupo de Trabajo n.° 6, «Construcción Naval».

Tabla 1

NUEVOS PEDIDOS DURANTE EL PERIODO ENERO-SEPTIEMBRE 1985 (miles de toneladas)

Países	GT	CGT
Alemania Occidental	596	719
Bélgica	16	28
Dinamarca	72	61
Francia	251	260
Irlanda	—	—
Italia	307	256
Países Bajos	90	206
Reino Unido	284	272
TOTAL CEE	1.616	1.802
España	34	113
Finlandia	136	104
Noruega	26	83
Suecia	58	61
TOTAL OTROS PAISES G. DE T. N.° 6 DE EUROPA	254	361
TOTAL AWES	1.870	2.163
Japón	5.604	3.534
TOTAL G. DE T. N.° 6	7.473	5.696

Tabla 2

CARTERA DE PEDIDOS AL 30-9-85 (miles de toneladas)

Países	GT	CGT
Alemania Occidental	861	1.012
Bélgica	144	95
Dinamarca	704	617
Francia	420	419
Irlanda	—	—
Italia	378	364
Países Bajos	213	400
Reino Unido	433	488
TOTAL CEE	3.153	3.395
España	456	494
Finlandia	462	600
Noruega	170	214
Suecia	199	231
TOTAL OTROS PAISES G. DE T. N.° 6 DE EUROPA	1.287	1.539
TOTAL AWES	4.440	4.934
Japón	10.571	6.344
TOTAL G. DE T. N.° 6	15.011	11.278

Tabla 3

BUQUES ENTREGADOS DURANTE EL PERIODO ENERO-SEPTIEMBRE 1985 (miles de toneladas)

Países	Núm.	GT	CGT
Alemania Occidental	96	485	579
Bélgica	5	76	68
Dinamarca	28	423	290
Francia	10	148	123
Irlanda	—	—	—
Italia	14	52	79
Países Bajos	58	117	200
Reino Unido	71	171	206
TOTAL CEE	282	1.472	1.545
España	31	59	103
Finlandia	20	200	303
Noruega	44	94	155
Suecia	8	155	94
TOTAL OTROS PAISES G. DE T. N.° 6 DE EUROPA	103	508	655
TOTAL AWES	385	1.980	2.200
Japón	602	7.088	4.894
TOTAL G. DE T. N.° 6	987	9.068	7.094

LLAMADA A LA CONCERTACION

Los astilleros de Corea del Sur, el segundo país del mundo en construcción naval pero el demás rápido crecimiento han llegado a un acuerdo entre ellos para establecer un techo máximo para la capacidad de nuevas construcciones y tomar otras medidas para ayudar a las industrias mundiales de transporte marítimo y construcción naval, actualmente tan deterioradas. Este acuerdo obligará a los astilleros de Corea a operar a un nivel reducido durante un número de años, mientras que diversifican sus actividades en otras ramas de actividad ajenas a la construcción naval.

Aprovechando la ocasión de la undécima reunión anual del Comité del Este asiático del Lloyd's Register of Shipp-

ing, celebrada en Seúl en el pasado mes de octubre, para anunciar la decisión, el presidente de Hyundai Heavy Industries Co. Ltd. también convocó a una mayor cooperación entre las naciones constructoras, en particular Corea y Japón, para reducir la oferta de tonelaje de nueva construcción diversificándose a otras industrias.

En segundo lugar, sugirió que los astilleros deben incrementar su capacidad de desguace para ayudar a reducir el excedente actual de tonelaje de transporte marítimo. Su tercera declaración fue que los financieros agresivos, que han hecho posible disponer de crédito masivo para programas de nuevas construcciones altamente especulativas, deben asumir su parte de responsabilidad en el deteriorado mercado de tráfico marítimo. Llegó a expresar la esperanza de que los principales financieros establezcan líneas de orientación realistas, para disuadir la financiación de operaciones de nueva construcción excesivamente especulativas. También urgió a que los astilleros y autoridades responsables del gobierno sean más selectivas, en el futuro, en la concesión de créditos.

La conclusión del presidente de H.H.I. fue que las dificultades actuales de las industrias de transporte marítimo y construcción naval, recientemente resaltadas por el colapso de Sanko Steamship, constituyen una parte inevitable de un proceso de autoajuste. Sin embargo, las industrias marítimas pueden esperar una recuperación mucho más próxima y un rápido progreso si los armadores, constructores y financieros cambian sus actitudes y hacen esfuerzos concertados para reducir el tonelaje de transporte marítimo.

BAJAN LOS PRECIOS

En un informe publicado a finales de octubre, el Ministerio de Transportes de Japón prevé una baja de los precios de los materiales que intervienen en la construcción naval y las industrias auxiliares en el curso del segundo semestre fiscal (octubre 1985-marzo 1986).

Este informe subraya que entre abril y septiembre han quebrado cinco astilleros con un pasivo total de 447 millones de yens así como una empresa auxiliar con una deuda de 30 millones de yens. No se ve ninguna esperanza inmediata debido a la caída de la demanda de los precios y de los ingresos con relación al año anterior. Además, para una empresa que obtenga beneficios, otra se encuentra en números rojos. Las industrias auxiliares también sufren las consecuencias.

TRAFICO MARITIMO

PERDIDAS Y DESGUACES DE BUQUES EN 1984

La estadística anual del Lloyd's Register referente a las pérdidas y desguaces de buques en el mundo indica que en 1984 se perdieron 327 buques con 2.353.941 GT, es decir, 13 buques menos que en 1983 pero 881.330 GT más. Mientras que el número de buques perdidos es el más bajo desde 1974, el tonelaje de registro es el más alto, aunque más del 48 por 100 es atribuible al conflicto Irán-Iraq. El tonelaje perdido por naufragios, incendios/explosiones, varadas y causas diversas aumentó un 9,05, un 15,49, un 15,32 y un 55,41 por 100, respectivamente, sobre las cifras del año anterior (ver «INGENIERIA NAVAL», noviembre 1984).

El siguiente cuadro muestra las pérdidas totales originadas por diversos accidentes:

	Núm.	GT	%
Naufragios	131	212.936	9,05
Averías	4	15.767	0,67
Incendios/explosiones	57	364.729	15,49
Colisiones	35	65.990	2,80
Choques	7	29.573	1,26
Varadas	69	360.648	15,32
Causas diversas ...	24	1.304.298	55,41
TOTAL	327	2.353.941	100,00

El número de buques perdidos por naufragio ha sido de 131, cuatro más que el año anterior y el tonelaje perdido ha aumentado en 52.745 GT, subiendo a 212.936 GT. Más del 37 por 100 de estos buques tenían veinte años o más. Dos buques notables se perdieron con mal tiempo en el canal inglés: el carguero liberiano «Radiant Med», de 2.997 GT, construido en 1970, que supuso la pérdida de dieciséis vidas, y el carguero panameño «Midnight Sun I», de 2.531 GT, construido en 1982. El mayor buque perdido fue el granelero «Hennigsdorf», de 21.730 GT, construido en 1976.

El número de buques perdidos por averías durante el año fue de cuatro, frente a uno en 1983, y el tonelaje perdido subió a 15.767 GT, correspondiendo en su mayor parte al granelero italiano «Tito Campanella», de 13.342 GT, construido en 1962, que transportaba planchas de hierro desde Oxelosund al Pireo. Con él perdieron la vida 24 personas.

El tonelaje perdido por incendios/explosiones durante 1984 experimentó un descenso de 310.347 GT, bajando a 364.729 GT, aunque el número de buques disminuyó sólo en uno. Este es el tonelaje más bajo registrado en esta categoría desde 1976. En esta categoría se perdieron 10 petroleros, siendo el mayor el petrolero liberiano «Casper Trader», de 67.420 GT, con propulsión a motor y construido en 1971. Otras pérdidas notables fueron los petroleros, registrados en Estados Unidos, «Puerto Rican», de 20.295 GT, construido en 1971, y «American Eagle», de 20.520 GT, construido en 1959, ambos buques con propulsión a vapor.

A esta categoría pertenece el buque más viejo perdido durante 1984, el carguero «Captain Morgan», de 101 GT, construido en 1902.

El tonelaje perdido por colisión fue de 65.990 GT, es decir, 14.497 GT más que en 1983, aunque el número de buques perdidos fue el mismo. Al menos trece de las colisiones ocurrieron con nula visibilidad o niebla. El mayor buque perdido fue el carguero colombiano «Río Cauca», de 11.656 GT, construido en 1964. Otros buques notables perdidos fueron el ro-ro francés «Mont Louis», de 4.210 GT, construido en 1972, y el ferry de pasajeros y carga ro-ro «Olan Britannia», de 14.981 GT, construido en 1982.

El tonelaje perdido por choque alcanzó la cifra de 29.573 GT y el número de buques perdidos fue de siete. El mayor buque fue el transporte de pasajeros y carga panameño «Columbus», de 16.317 GT, construido en 1953.

El tonelaje de los buques perdidos por varada experimentó un descenso de 93.224 GT, alcanzando la cifra de 360.648 GT. El número de buques perdidos fue de 69, 34 menos que en 1983. El mayor buque perdido fue el petrolero mexicano «Aguila Azteca», de 113.531 GT, construido en 1969.

Como ya se ha indicado, el mayor porcentaje del tonelaje perdido durante 1984 cae en la categoría de causas diversas. Como consecuencia de las hostilidades se perdieron 20 buques en cuatro áreas geográficas, 14 de ellos por el conflicto Irán-Iraq. El mayor buque perdido fue el petrolero chipriota «Minotaur» de 189.405 GT, construido en 1976. Entre los buques perdidos dentro de esta categoría, ocho tenían más de 100.000 GT y siete de ellos se perdieron en la región del Golfo.

De los 327 buques perdidos, 25 eran petroleros con 1.541.850 GT (65,5 por 100); 17 eran mineraleros/graneleros con 270.805 GT (11,5 por 100), 73 pesqueros y 178 cargueros.

El 46 por 100 de los buques perdidos tenían menos de 500 GT. Cuarenta y dos buques tenían 10.000 GT o más, de los cuales nueve tenían más de 100.000 GT. El 5 por 100 tenían menos de cinco años y el 17 por 100 tenían veinticinco años o más.

El tonelaje desguazado durante 1984 experimentó un aumento de 992.115 GT, alcanzando la cifra de 17.750.962 GT, que es la más alta registrada hasta la fecha, continuando la tendencia establecida en 1982. El número de buques desguazado fue de 1.785, es decir, 475 más que en 1983 y que es también el mayor número registrado hasta la fecha.

El mayor y más joven buque desguazado fue el petrolero de Corea del Sur «Ulsan Maester», de 274.838 GT, construido en 1977.

El buque más viejo desguazado fue el granelero canadiense «Conallison», de 8.926 GT, construido en 1906.

Los países que han desguazado el mayor tonelaje son Grecia (3.284.962 GT), Panamá (2.399.430 GT), Liberia (2.313.402 GT) y Japón (1.288.390 GT).

Los países que constituyeron los principales centros de desguace son Taiwan, con el 37,7 por 100 de todo el tonelaje desguazado durante el año, seguido de Corea del Sur con el 23,4 por 100 y de China con el 12 por 100.

El tonelaje petrolero desguazado fue de 9.474.796 GT que supone el 53,4 por 100 del tonelaje total desguazado, es decir, una disminución de casi el 17 por 100 de la cifra registrada en 1983. El tamaño medio de los petroleros fue de 35.092 GT. Cuarenta y un petroleros tenían 100.000 GT o más y todos eran de vapor.

El número de cargueros desguazados fue de 947, es decir, 378 más que en 1983, y casi el 78 por 100 de ellos tenían veinte años o más.

EL MERCADO DE NUEVAS CONSTRUCCIONES

En los informes correspondientes a los meses de agosto, septiembre y octubre, los agentes RS Platou A/S señalan que el mes de agosto ha estado dominado por contratos de alto valor, mientras que en septiembre no hubo prácticamente ningún contrato importante, y en octubre tampoco mejoró la situación.

Después del contrato firmado en julio por un astillero francés para la construcción de un paquebote de 2.500 pasajeros, por un precio de 175 millones de dólares, en agosto se han concretado en Alemania tres contratos para la construcción de paquebotes de cruceros de un coste unitario de 110 millones de dólares.

También en agosto, los astilleros suecos tuvieron la fortuna de firmar contratos para dos ferrys para armadores de Polonia y los yugoslavos lograron un contrato relativamente complejo con armadores daneses, para entregar un transporte de productos «Panamax», de 80.000 TPM, con opción para otros dos. En este mes se han firmado también contratos para la construcción de tres portacontenedores de 2.500 TEU por cuenta japonesa. Por su parte un astilleros japonés firmó un contrato provisional para la construcción de cinco graneleros abiertos de 40.000 TPM, por un precio de 84 millones de dólares, para armadores noruegos que trabajan para fletadores americanos. Son también armadores noruegos los que están implicados en el fletamento y explotación de un transporte de automóviles de 5.500 unidades construido en Japón.

Durante el mes de septiembre, ni Japón ni Corea del Sur han conseguido un solo contrato importante para exportación. Se han registrado algunos contratos para armadores nacionales pero ello no impide tener la impresión de que los astilleros del Extremo Oriente conocen uno de los períodos más apagados de su historia, si no es incluso uno de los exámenes más graves de su vida. Durante el año 1984 la producción de la construcción naval mundial fue de más de 18 millones de GT mientras que, según las cifras publicadas recientemente por la Asociación de constructores de buques de Japón, la demanda podría alcanzar 12,6 millones de GT por año, entre 1984 y 1990. Es muy pobre consuelo saber que la demanda media anual debería duplicarse de 1991 a 1995 pues, ¿quién puede permitirse esperar tanto tiempo? Como excepción para este período, se registra el contrato en Noruega, para armadores del país, de un transporte de papel de tipo avanzado.

Aunque durante el mes de octubre se han registrado algunos contratos para armadores nacionales en Japón, las noticias procedentes del Extremo Oriente confirman las informaciones según las cuales habría en marcha nuevas reducciones de capacidad. Los principales constructores japoneses están determinados ahora a cerrar alguna de sus instalaciones para buques nuevos y los coreanos se preparan para reducir sus efectivos.

La petición de ofertas internacionales cursada por Kuwait para la construcción de varios transportes de productores y plataformas de perforación no se ha materializado aún y no parece que deba hacerse antes de 1986. Antes del 31 de octubre debían presentarse las ofertas para los cinco primeros de los siete metaneros de 125.000 m^3 destinados al proyecto del Noroeste australiano. Las ofertas deben ser válidas hasta septiembre de 1986 y las han presentado 16 constructores de todo el mundo pero parece que los japoneses serán difíciles de batir. Es en el mes de octubre cuando los soviéticos deben lanzar un nuevo programa quinquenal y parece que constará de doce transportes de productos de 17.000 TPM a construir en Yugoslavia y la confirmación del contrato de buques frigoríficos en Grecia. Aunque las noticias a corto plazo sean nulas y la mayor parte de los astilleros no puedan permitirse el esperar, se pueden ver en octubre algunos signos alentadores, principalmente en lo que se refiere a las ventas para desguace. Ya hay casi más petroleros que han sido vendidos para chatarra desde el comienzo del año que durante todo el año 1984. Las ventas de petroleros han representado 23 millones de TPM y están comprometidos casi 10 millones de TPM de buques de carga seca. Solamente en octubre se ha registrado la venta de 15 VLCC y ULCC con más de cinco millones de TPM, entre los cuales se encontraban los cuatro petroleros mayores del mundo que tenían un tamaño medio de 500.000 TPM.

DESGUACE DE LOS MAYORES PETROLEROS

Las estadísticas de la flota mercante francesa van a sufrir un rudo golpe, ya que tienen que registrar la baja de un petrolero de 563.663 TPM, el «Bellamya», de la Sociedad Marítima Shell y, pronto, el de su gemelo, el «Batillus», de la misma sociedad.

Estos dos buques, que se encuentran amarrados desde hace dieciocho meses en un fiordo noruego, fueron construidos por Chantiers de l'Atlantique en 1976 y han sido durante bastante tiempo los mayores del mundo y la flor y nata de la flota y de los astilleros franceses.

La crisis del transporte marítimo de petróleo conjugada con un excedente considerable de petroleros y de importantes modificaciones de los principales lugares de producción, habría sido la causa de que estos dos buques de menos de diez años, como ha sido la causa de que otros dos buques gemelos de la Compañía nacional de navegación, el «Pierre-Guillaumant» y el «Prairial», sean vendidos uno para chatarra y el otro a un armador griego.

Probablemente, serán los astilleros de desguace de Corea o de Taiwan los que harán esta compra, a precios apenas superior a 70 millones de francos, mientras que nuevos costaron 576 y 600 millones de francos, respectivamente.

LA FINANCIACION EN DINAMARCA

Los armadores, astilleros y sindicatos de Dinamarca insisten sobre los políticos para que se modifiquen las leyes sobre la financiación de los buques y las navieras. Fue en diciembre de 1984 cuando se produjeron restricciones al establecimiento de sociedades en comandita limitando a diez el número de sus participantes. Actualmente se dice que se podría suavizar la legislación autorizando a 70 ó 100 personas a tomar parte en tales negocios y que las restricciones en los créditos podrían ser suavizadas concediéndolos a 14 años con cuatro años de gracia, como otras veces, en lugar de a 12 años y dos años de gracia. Por otra parte, las condi-

ciones de garantía y de crédito normal podrían ser también suavizadas. Actualmente, las inversiones deben ser con garantías y esto constituye cargas insoportables para los armadores. Estos desean, entre otras, obtener también mejores condiciones de amortización y que se atraiga más a los inversores hacia los astilleros con el fin de combatir con mayor eficacia las prácticas de subvención que se encuentran en otros países.

Gracias a que las condiciones de financiación y de imposición que existían en Dinamarca eran mucho más favorables se prefirió la contratación de seis transportes de productos en el astillero Burmeister & Wain, a pesar de que el coste de su construcción era un 25 por 100 mayor que en los astilleros competidores de Corea, Japón o Suecia. En fechas próximas será entregado el buque de la seria «Danita» y poco después el «Norita». Estos dos petroleros pertenecerán a la K/S Difko XXXVIII con un capital de 670 millones de coronas danesas. Serán matriculados en Dinamarca y tendrán mayoría de tripulación danesa. Se fletarán a casco desnudo al armador noruego A/S Uglands Rederi. Cada buque dispondrá de una tripulación de 18 hombres que podría ser reducida después a 16. Según las reglas noruegas, habrían podido ser armados con sólo 12 hombres, incluido el personal de cocina. La solución del fletamento a casco desnudo va a procurar a los armadores buques particularmente competitivos.

EVOLUCION DEL TONELAJE AMARRADO

Según las estadísticas mensuales publicadas por el Consejo General de los armadores británicos, el tonelaje mundial amarrado a finales de septiembre había experimentado una disminución de 759.000 TPM con relación al mes anterior, bajando a 63.517 millones de TPM, correspondientes a 1.295 buques y que supone el 10 por 100 de la flota mundial. Esta disminución ha afectado a los petroleros mientras que, por el contrario, el tonelaje de los cargueros amarrados ha aumentado. Del tonelaje total amarrado, 316 buques, con 50.727 millones de TPM, son petroleros y 979 buques, con 12.790 millones de TPM, son cargueros.

EVOLUCION DEL TONELAJE AMARRADO

	Carga seca		Tanques		Total	
	Núm.	TPM × 1.000	Núm.	TPM × 1.000	Núm.	TPM × 1.000
31 de mayo de 1983	1.261	25.373	464	75.111	1.725	100.484
31 de enero de 1984	1.292	22.851	365	56.935	1.657	79.786
29 de febrero de 1984	1.313	22.474	370	60.346	1.648	82.822
31 de marzo de 1984	1.259	20.692	370	59.679	1.629	80.371
31 de julio de 1984	1.124	16.193	332	51.572	1.456	67.764
31 de agosto de 1984	1.121	16.286	333	49.604	1.454	65.890
30 de septiembre de 1984	1.100	15.755	335	50.138	1.435	65.893
31 de octubre de 1984	1.050	14.603	339	53.690	1.389	68.293
30 de noviembre de 1984	1.033	14.102	335	51.564	1.368	65.666
31 de diciembre de 1984	979	13.003	323	49.348	1.302	62.350
31 de enero de 1985	999	13.473	325	50.522	1.324	63.995
28 de febrero de 1985	990	12.842	317	50.030	1.307	62.872
31 de marzo de 1985	986	12.572	326	51.577	1.312	64.149
30 de abril de 1985	962	12.168	317	50.763	1.279	62.931
31 de mayo de 1985	956	11.596	320	51.948	1.276	63.544
30 de junio de 1985	934	11.010	321	53.142	1.255	64.152
31 de julio de 1985	950	11.705	323	53.406	1.273	65.111
31 de agosto de 1985	952	12.053	319	52.223	1.271	64.276
30 de septiembre de 1985	979	12.790	316	50.727	1.295	63.517

PUBLICACIONES

REGLAS DEL GERMAMSCHER LLOYD

El Germanischer Lloyd's ha publicado en un folleto (en idioma inglés y alemán) las nuevas «Reglas para la construcción de buques de recogida de petróleo».

Los buques o equipos flotantes que estén previstos para las siguientes tareas:

a) Para intervenir en accidentes de petroleros, o

b) como buques de auxilio en la eliminación de la contaminación por petróleo, o

c) para servicio en vertidos de petróleo (por ejemplo, remolcadores y buques de suministro)

pueden ser clasificados de acuerdo con estas reglas. Se les asignará la clase «Oil Recovery Ship» o un notación de clase adecuada, tal como «Suited for Service in Oil Water Surfaces».

Los requisitos de las nuevas reglas son más rigurosos que los requisitos de seguridad técnica de las «Reglas para la construcción de petroleros». Se han deducido a partir de los riesgos particulares que se presentan durante el servicio en aguas contaminadas por petróleo en la forma de nubes de gas.

Las reglas contienen detalles sobre medidas de protección contra la explosión principal y secundaria, por ejemplo:

— Separación de aberturas en áreas comprometidas.

— Disposición de cierres al gas.

— Elección y uso de aparatos eléctricos protegidos contra explosiones.

WOLFSON UNIT FOR
MARINE TECHNOLOGY & INDUSTRIAL AERODYNAMICS

•APPLE II •HEWLETT PACKARD

•IBM PC/XT/AT Y EQUIPOS COMPATIBLES

Para más detalles, póngase en contacto con:
Miguel Palomares, Wolfson Unit M.T.I.A.
The University, Southampton SO9 5NH
INGLATERRA
Tel.(703) 585044 Telex 47661 SOTONU G

- HIDROSTATICA, ESTABILIDAD
- ESLORAS DE INUNDACION
- ESTABILIDAD EN AVERIA
- CONDICIONES DE CARGA
- CAPACIDAD DE TANQUES
- ESFUERZOS CORTANTES Y MOMENTOS FLECTORES
- KG MAXIMO Y CRITERIOS DE ESTABILIDAD (IMO)
- ENSAYO DE ESTABILIDAD
- SALIDA GRAFICA EN PLOTTER
- MOVIMIENTOS DEL BUQUE
- MOVIMIENTOS SUBJETIVOS
- PREDICCION DE POTENCIAS
- PROYECTO DE HELICES (CON O SIN TOBERA)
- COEFICIENTES DE PROPULSION

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS NAVALES

FONDO EDITORIAL DE INGENIERIA NAVAL

LIBROS EDITADOS POR EL F.E.I.N.

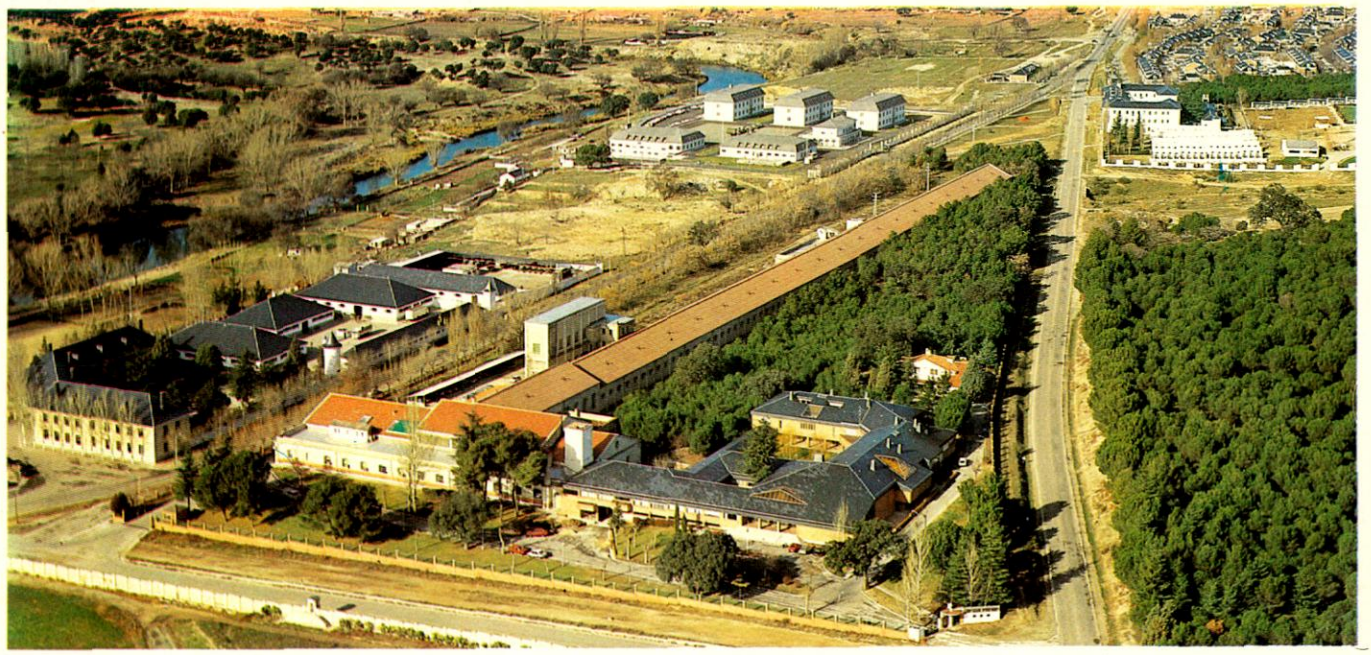
OBRAS Y AUTORES

- **«Album de defectos en lingotes y en productos forjados y laminados».** Florencio Casuso y Antonio Merino.
- **«Cálculo matricial de estructuras».** José M.ª Sáez de Benito.
- **«Circuitos lógicos y microprocesadores».** Roberto Faure Benito, Jaime Tamarit Rodríguez y Amable López Piñeiro.
- **«Curso de dibujo técnico».** José Luis Hernanz Blanco.
- **«Dirección de la función informática».** Guillermo Serrano de Entrambasaguas.
- **«Electricidad aplicada al buque».** Manuel Baquerizo Pardo.
- **«Incidencia de los factores macroeconómicos sobre la evolución de las industrias de la construcción naval en el período 1973-79. Las crisis superpuestas».** Manuel Angel Martín López.
- **«Las líneas regulares de navegación y su influencia en la balanza de fletes marítimos de España».** Joaquín Membrado Martínez.
- **«Las tensiones tangenciales en la flexión».** José M.ª Sáez de Benito.
- **«Navegación fluvial. Posibilidad de navegación de la red fluvial española».** José F. Núñez Basáñez y Amadeo García Gómez.
- **«Seguridad nuclear. Protección del medio ambiente».** José Luis González Díez.
- **«Tráfico marítimo».** Javier Pinacho.
- **«Vocabulario de construcción naval».** Rafael Crespo.

PEDIDOS A: **FONDO EDITORIAL DE INGENIERIA NAVAL**
C/. Castelló, 66 - 28001-Madrid

Canal de Experiencias Hidrodinámicas

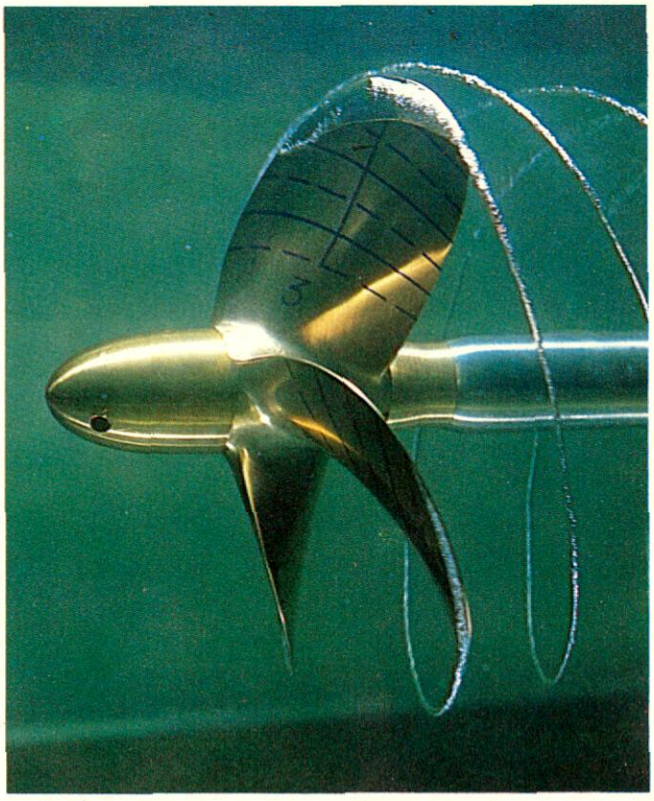
Carretera de la Sierra, s/n.
28048-EL PARDO (Madrid)
(91) 736 02 00
Télex: 43064 CAN E
(España/Spain)

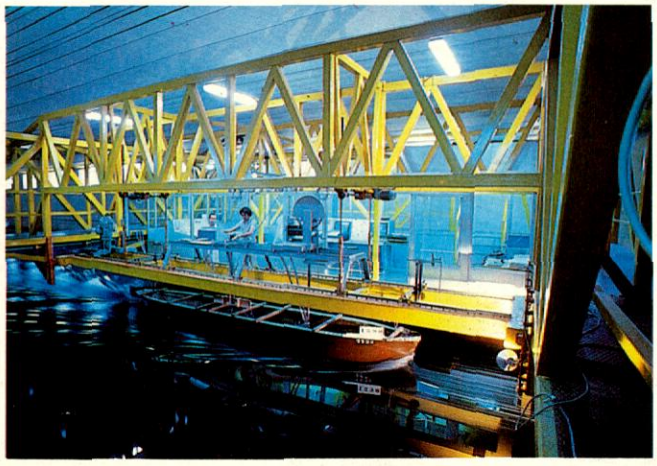


Fue creado en 1930, siendo en la actualidad un organismo autónomo, dependiente del Ministerio de Defensa. Su finalidad es el estudio, experimentación e investigación de los aspectos hidrodinámicos de la Construcción Naval, tanto militar como mercante o pesquera.

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.