AÑO XLVIII - NUM. 544 OCTUBRE 1980

# Ingenieria Naval

# HELICES TYF (\*)

**REDUCEN MAS EL CONSUMO** 

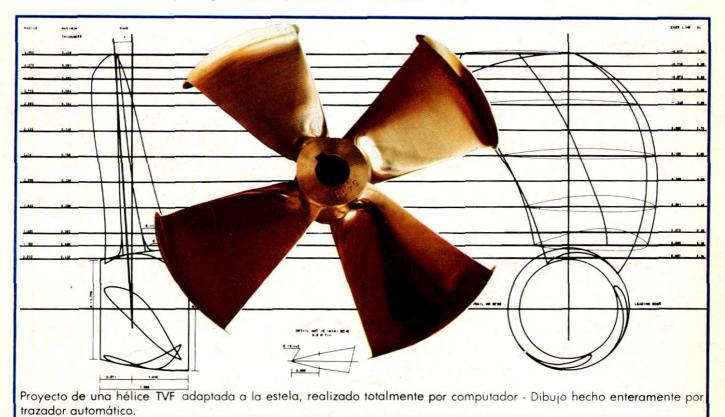
# DE COMBUSTIBLE DE LOS BUQUES, DE UN 12 A UN 35 %

Las hélices TVF (Tip Vortex Free=sin torbellinos de extremo de pala) han sido desarrolladas por ASTILLEROS ESPAÑOLES S.A., mediante una nueva teoría de líneas sustentadoras y los correspondientes programas de computador, que han demostrado ser una excelente herramienta para el diseño de hélices de un rendimiento extremadamente alto.

Los resultados teóricos han sido ya totalmente confirmados en el campo experimental, median-

te ensayos de modelos realizados en colaboración con el NETHERLANDS SHIP MODEL BASIN en Wageningen (Holanda).

Muchos buques equipados con este revolucionario sistema de propulsión surcarán pronto los mares del planeta, y ahorrarán grandes cantidades de preciosa energía, esa energía que está llegando a ser en nuestros días tan escasa y tan cara...



32

ASTILLEROS ESPAÑOLES, S.A.

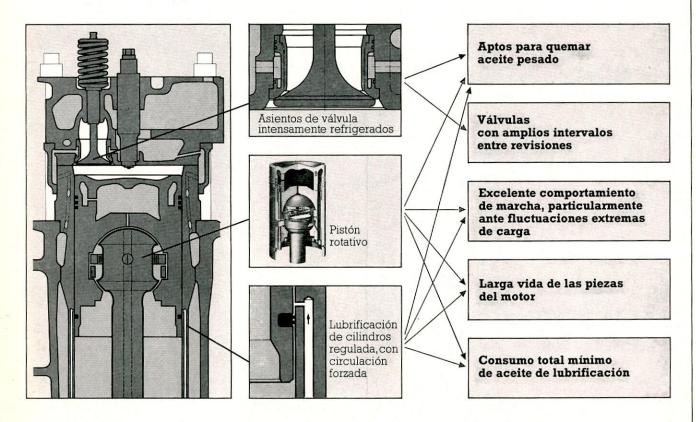
Padilla, 17 - MADRID-6

Telex: 27690 y 27648 ASTIL E Teléfonos: 225 21 00 al 09 Cable: "Astilleros" Madrid

## LA ECONOMIA SULZER

La combinación óptima de fiabilidad y economía total - es el diseño sencillo.

# El motor de velocidad media de características únicas



Los motores Sulzer de velocidad media Z40/48 satisfacen las exigencias de alta fiabilidad para un servicio económico con aceite pesado.

Disposiciones especiales reducen Sulzer Frères Société Anonyme las tensiones térmicas y permiten CH-8401 Winterthur, Suiza lograr bajos índices de desgaste, así como un consumo extremada- e Instalaciones marinas mente bajo de aceite de lubrifi-

cación. Los únicos motores en la zona de potencias de 600 a 15900 kW (800 a 21600 CV).

Departamento Motores diesel Telex 76165



rantizan un funcionamiento continuado.

Gutiérrez Ascunce Corporación, S.A.



**Motores Diesel** 

Edificio GUASCOR

P. O.Box 30/Zumaya/Guipúzcoa/Spain

Tel. (943)\*861940

Telex 36310 - GUAZU-E

Solicite más información al apartado de correos, n ° 30 de Zumaya.

# El Equipo De Garantia.

Hay más navegantes que confían en el equipo de navegación por satélite Magnavox de la serie MX-1100 que en todas las demás marcas juntas. Estos equipos totalizan más de 19 millones y medio de horas de funcionamiento en más de 1600 buques de todo tipo. Por su gran fiabilidad, tener un Magnavox significa dominar los mares.

Mannayar Government and Industrial Flertronics Company

Para Las Grandes Singladuras.







# SENERMAR

La actividad de Sener, Sistemas Marinos, S. A. (SENERMAR) se centra en la investigación, estudio y resolución de los problemas técnico-económicos que se plantean en los cam — pos del transporte marítimo, construcción naval, plantas industriales marinas, puertos, instalaciones portuarias y obras marítimas.

SERVICIOS. ● Estudios técnico-económicos. ● Ingeniería de buques. ● Asistencia técnica a armadores. ● Ingeniería de puertos y obras marítimas. ● Ingeniería de plantas industriales marinas. ● Ingeniería de astilleros.

Más de 600 buques de todo tipo han sido construidos con proyecto de SENER desde su fundación en 1956.

**TECNOLOGIAS AVANZADAS.** ◆ Sistema Foran para el proyecto y construcción de buques. ◆ Sistema de contención de gases licuados. ◆ Sistema de apoyo de plantas industriales en fondo marino. ◆ Sistema de proyecto de buques de casco desarrollable.

Sener ha concedido licencias de tecnología en España, Polonia, Italia, Francia, Reino Unido, Bulgaria, Rumanía, Japón, Corea, Unión. Soviética, Bélgica y Argentina.

### SENERMAR

SENER SISTEMAS MARINOS, S. A.

## TALLERES DEL PUERTO LLASTARRY, S.L.

Muelle de Levante, s/n ~ Teléfono 319 44 00 ~ Barcelona (3)

## **Astilleros**

#### LANCHAS PARA:

- Servicio de trenes de dragado
- Transporte
- Vigilancia
- Amarre
- Pasaje
- Recreo
- Pesca





- Transbordadores Fluviales
- Tuberías y Flotadores para Dragas de Succión
- Remolcadores
- Gánguiles
- Barcazas
- Pontones
- Balizas
- Dragas

- Embarcaciones Especiales para limpieza de puertos
- Cabrestantes para atraque en pantalanes
- Ganchos de escape rápido de 15, 30, 60 y 100 toneladas
- Bolardos
- Boyas



# Aheadottadition

MacGregor believe that the future of merchant shipping depends upon increasingly innovative and progressive dry cargo access and transfer systems – and that's an area in which we can keep you well ahead.

Our experience covers every type of dry cargo vessel currently afloat, whether custom-built or for conversion. This expertise is backed by a reliable worldwide service network. We pioneered the roll-on, roll-off system and our reputation as designers of

hatch covers for every purpose is second to none.

So if you're interested in cutting port turnround time, streamlining loading and unloading, and increasing the profitability of your operations maybe you should talk to us.



For full information contact:

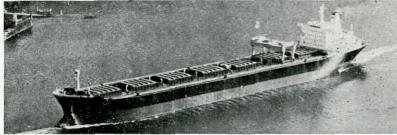
Astilleros Espanoles SA Factoria de Sevilla, Apartado 89 Punta Del Verde, Sevilla Telephone: 451011

Telex: 27648 Madrid (for transm. to Sevilla)

Simply the highest standard











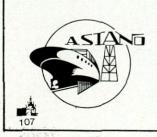
# ASTANO

# CONSTRUCCION Y REPARACION NAVAL

Nuestra producción está actualmente orientada a la construcción de petroleros de 80.000 t.p.m. y carboneros de 144/166.000 t.p.m.

También construimos petroleros de cualquier tamaño, cargueros, bulkcarriers, O.B.O., plataformas offshore, etc.

ASTILLEROS Y TALLERES DEL NOROESTE, S.A.





ASTILLERO: EL FERROL DEL CAUDILLO (LA CORUÑA) TEL. 34 07 00 TELEG: ASTANO - FERROL TELEX:: 85507

#### OFICINA EN MADRID:

GENERAL PERON, 29 MADRID - 20 TEL : 455 49 00 TELEX : 27608 - E

Los precios de suscripción anual a INGENIERIA NAVAL, a partir del número de enero de 1981, serán los siguientes:

España y Portugal	1.700	pesetas
Países hispanoamericanos	2.300	»
Demás Países	2.500	»

El precio del ejemplar suelto será de 175 pesetas.



#### ORGANO OFICIAL DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES DE ESPAÑA

#### **FUNDADOR:**

† Aureo Fernández Avila, Ingeniero Naval.

#### DIRECTOR:

Luis de Mazarredo Beutel, Ingeniero Naval.

#### COMITE ASESOR:

Fernando Casas Blanco, Ingeniero Naval.

Francisco García Revuelta, Ingeniero Naval.

Angel Garriga Herrero, Ingeniero Naval.

Gerardo Polo Sánchez, Ingeniero Naval.

Ricardo Rodríguez Muro, Ingeniero Naval.

#### DIRECCION Y ADMINISTRACION

Domicilio: Avda. del Arco de la Victoria, s/n.
(Edificio Escuela T. S. de Ingenieros Navales). Ciudad Universitaria.
Madrid-3.

Dirección postal: Apartado 457.

Teléfs. 244 06 70 244 08 07 (\*)

#### SUSCRIPCION ANUAL

España y Portugal	1.500	pesetas
Países hispanoamericanos	2.000	»
Demás países	2.100	»
Precio del ejemplar	150	2)

#### 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 Gráficas San Martín. Norte, 12. Madrid-8

### AÑO XLVIII-NUM. 544 OCTUBRE 1980

#### INDICE DE MATERIAS

		Págs
Artículos	Técnicos	
	Simposio sobre economía y financiación en la construcción naval y explotación del buque	346
	Aspectos cuantitativos del mantenimiento preventivo, por Jesús Panadero Pastrana	351
	El mantenimiento, un factor crítico en la explotación del buque, por Joaquín de Espona Cardiel	362
Noticias		
	BARCOS	
	Botadura del primer petrolero con propulsión a vela	377
	Los precios de los buques	377
	Mineralero-carbonero económico	378
	La moda del carbón	378
	Más buques para almacenar crudo	378
	ASTILLEROS	
	Actividad de los astilleros nacionales en el mes de julio de 1980	378
	El mercado de nuevas construcciones	379
	Actitud desconcertante	379
	TRAFICO MARITIMO	
	Mejora de la balanza de fletes marítimos	380
	Estudio sobre graneleros «Panamax»	380
	Incremento de los desguaces de petroleros	380
	La evolución del tonelaje amarrado	381
	VARIOS	
	Las sociedades de clasificación en 1979	381

Portada

Hélices TVF, de Astilleros Españoles, S. A.

## SIMPOSIO SOBRE ECONOMIA Y FINANCIACION EN LA CONSTRUCCION NAVAL Y EXPLOTACION DEL BUQUE

Organizado por la Asociación de Ingenieros Navales de España (AINE) se celebró este Simposio los días 26 y 27 de mayo último en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de Madrid. El objeto del mismo fue traer a colación unos temas de candente actualidad, al tiempo que se apoyaba la iniciativa de los alumnos de quinto curso de la citada Escuela, que habían organizado una exposición, la Exponaval 80, que había de estar abierta entre el 27 y el 31 del mismo mes de mayo.

En el primer día se trató, bajo la presidencia de don José B. Parga, presidente de la AINE, de cuestiones técnicas relacionadas con la explotación del buque. La segunda mañana, la del día 27, se dedicó a cuestiones económicas o estructurales del sector, iniciándose la reunión con una conferencia preparada por el presidente de Construnaves, bajo la presidencia de don José María de los Ríos, director de la Escuela donde se celebraban las reuniones.

A continuación se resumen el contenido de las ponencias y de las intervenciones que siguieron a su exposición:

#### Incidencia de la propulsión en la economía de la explotación del buque, por L. Mazarredo.

El aumento de precio experimentado por el petróleo ha originado toda una serie de consecuencias. Las que más directamente afectan al sector marítimo son, como es bien sabido, la reducción relativa del tráfico, con la correspondiente baja de los fletes, por una parte, y el aumento de los costes de explotación, por otra.

Considera el autor que no es previsible que en un futuro inmediato se produzca una sustitución a gran escala del combustible líquido como fuente primaria de la energía necesaria para la propulsión. Por consiguiente, la reducción del coste del combustible empleado en un viaje es un objetivo de primordial importancia. Debe darse por descontado que no seguirán aumentando las velocidades, como hasta ahora lo han hecho. Por el contrario, en general, tenderán a disminuir, aunque no tanto que se queden en los valores que producen los menores gastos, sino en los que producen los mayores beneficios. Los cuales no dependen sólo de la idoneidad del buque y de su instalación propulsora para un coste dado del combustible, sino también de los fletes, los gastos en puerto y los días empleados en puerto y en la mar. En cualquier caso, como los consumos subirían con el cubo de la velocidad, no es de esperar que ésta varíe mucho.

Una de las dificultades para mejorar la situación está en el hecho de que han sido precisamente los factores que afectan al consumo los que han sido estudiados con mayor profundidad y asiduidad en el proyecto del buque, tanto por lo que afecta a la Hidrodinámica como a las máquinas propulsoras. Por lo que se refiere a la Teoría del Buque, se supone que no serán muy grandes las ganancias que puedan conseguirse en la resistencia en aguas tranquilas. Habrá probablemente que investigar más en las resistencias adicionales que se presentan en ser-

vicio y, en general, en la consideración del menor consumo en viaje redondo en lugar de estudiar el buque para unas condiciones ideales en pruebas. Estima asimismo el autor que habrá que estudiar con mayor atención los factores que más afectan a la propulsión: la hélice y su tamaño, las formas de popa, etc. De las máquinas y del empeoramiento de la calidad del combustible no trató por ser tema propio —dijo— de los demás conferenciantes, pero sí llamó la atención sobre la importancia de mantener la instalación en perfecto estado de funcionamiento. En cualquier caso entendió que habrá que pensar en otros criterios en la concepción del buque y que éstos habían de establecerse en contacto íntimo entre el proyectista y el armador.

El señor O'Dogherty resaltó la importancia de las formas y la economía que entraña el mayor tamaño del buque en una partida tan importante como es la del combustible. Un señor relacionado con B&W preguntó si con hélices de dos palas se obtenían las mejoras en el rendimiento que algunos pretenden. Señaló el señor Parga que los nuevos precios del combustible suponían una revolución en la construcción naval y que pronto habría que reemplazar buques prematuramente obsoletos. El señor Fernánde Adraz (Compañía Shell) se interesó por la propulsión a carbón, y el señor Godino (don Javier), por las hélices a muy bajas revoluciones por minuto.

Contestó el autor que, efectivamente, las hélices tenían mejor rendimiento cuanto menos palas tenían y, en principio, cuanto más lentas y mayor diámetro para una mis-ma potencia. Pero que todo tiene un límite, impuesto a veces por la propia hidrodinámica o por consideraciones de proyecto (desigualdad de la estela, emersión de la hélice, vibraciones por proximidad al casco, dimensiones de ejes) e incluso de fabricación. Considera que se ha hablado mucho por ahí de unas ventajas que, aunque ciertas sobre los criterios que antes prevalecían, van disminuyendo al irse más lejos, hasta llegar a un punto que en que es preferible volver atrás. Respecto al carbón, consideró el autor que son tantas las ventajas del combustible líquido sobre el sólido y hay tantos intereses creados y tan grande la diferencia entre las infraestructuras para el petróleo y el carbón, que en tanto continúe el suministro de este combustible no cree tenga mucha importancia esta opción. Insistió asimismo en la posibilidad de que llegue un momento en que pueda ser interesante el empleo de combustibles fluidos no procedentes del petróleo. Esto, añadió, no significa que en determinados tráficos no deba pensarse ya en quemar carbón sólido de forma más o menos tradicional.

El programa de motores diesel MAN, con consideración especial a la inyección electrónica y a la sobrealimentación de doble escalón, por Peter Muth (leído por don Alfonso Alfaro).

Se cita que sus motores de 2T tienen la posibilidad de aumentar la p. m. en el 10 por 100, con lo que pueden disminuir las revoluciones por minuto en la misma proNúmero 544 INGENIERIA NAVAL

porción, conservando la potencia. Han desarrollado, por otra parte, versiones con carrera más larga (C/D = 2 a 2.2) para motores lentos (95 revoluciones por minuto) sin que haya por ello dejado de ser eficaz el barrido y sin pasar de 9 m/s de velocidad media del pistón. Para arrancar y a pocas revoluciones por minuto, el aire se suministra por soplantes movidas por motor eléctrico, que se desconectan cuando la velocidad de giro del motor asegura la presión del aire necesaria para la sobrealimentación. A partir de ese momento actúan solas las turbosoplantes, que fabrica MAN normalmente de una fase. Estas están soportadas por un cojinete único, refrigerado. situado entre la turbina y el compresor, cuyas partes mó-viles están, por tanto, en voladizo. Los conductos de gases de escape están sin refrigerar para aprovechar al máximo el calor de exhaustación en la caldereta de escape. La principal particularidad en la parte de la turbina está en la introducción de alabes giratorios, que permiten una buena sobrealimentación a cargas parciales. Lo que, entre otras cosas, permite reducir considerablemente el tiempo de aceleración. La sobrealimentación de dos fases o doble escalón se realiza mediante máquinas que se componen esencialmente de los mismos elementos que las turbosoplantes de una fase. Se cita que en doble escalón se ha llegado a un rendimiento de la turbosoplante de cerca de 70 por 100, con una relación total de compresión mayor de 4.5.

Respecto a la inyección electrónica, se ha desarrollado pensando que gracias a ella puede lograrse un mejor ajuste de los parámetros de la inyección (avance, duración, presión) para cualquier condición de carga y ambiente y con combustibles de las más variables características. Esto, que redunda en un menor consumo de combustible con cargas y calidades distintas a las de proyecto, viene acompañado de la ventaja adicional de precisar elementos constructivos de menor número y complicación que los sistemas mecánicos convencionales.

El sistema consiste en un suministro de combustible por bombas de tipo Bosch, que mediante un depósito intermedio en la descarga permanece a presión constante durante la inyección. Independientemente de ese circuito existe una regulación de la apertura y cierre del in-yector que se lleva a cabo hidráulicamente, obedeciendo a un regulador electrónico. Este ha sido desarrollado en colaboración con Bosch, aprovechando la experiencia de esta casa en la regulación electrónica de motores de automóviles. La parte fundamental está constituida por un microordenador, con programa incorporado de forma inde-leble, que siguiendo la posición del cigüeñal con toda exactitud y de acuerdo con las revoluciones por minuto comunica las señales necesarias para la inyección. Es interesante que en el sistema se ha incorporado asimismo el mando del arranque e inversión del motor, con lo que se han podido suprimir muchos de los elementos usuales para estas maniobras.

El señor Pérez Millán (Naviera G." Miñaur) observó que de esta conferencia parecía deducirse que un motor de hace dos o tres años debía considerarse actualmente como obsoleto y preguntó si aquéllos podrían ponerse al día introduciendo en ellos la inyección electrónica, así como si las mejoras que en el futuro se introduzcan no harán que el período en que un barco sea competitivo sea excesivamente corto.

Contestó el autor que no se había planteado la conversión de motores de inyección mecánica a electrónica, pero que los cambios que actualmente se introducían obedecían a una situación nueva y no era probable que siguieran produciéndose a ese ritmo en el futuro. Puntualizó esto último el señor Alfaro. El señor Graf no consideró que fuera tan fundamental el tipo de inyección y que, por el contrario, Sulzer seguía prefiriendo el método convencional.

El señor Arévalo Mackry considera muy bajas las cifras de consumo que cita el autor y pregunta si se trata de cifras reales obtenidas en un motor comercial o de resultados de estudios. Lo mismo se aplica a la sobrealimentación en dos etapas, en la que todas las casas están

interesadas, pero que no se ha generalizado por tener inconvenientes (por ejemplo, consumo y aceleración). Por último, se interesa por el precio de la opción electrónica, si es que es ya una alternativa de suministro. Contesta el autor diciendo que se piensa que no habrá variación de precio por esa causa, pero que de momento el diseño es nuevo y no hay más que un motor de tres cilindros en el banco de pruebas. Piensan instalar a bordo otro mayor en el próximo otoño. Corrobora que ha habido un ahorro de combustible de 1 a 2 g. por kW/hora.

El señor Vázquez Lozano insiste sobre la sobrealimentación en dos etapas y las diferencias de consumo que llevan consigo, tanto esto como la inyección electrónica. El autor comenta que, en cualquier caso, con esta inyección se puede marchar a muy pocas revoluciones por minuto. Respecto a la sobrealimentación, se ha emprendido el estudio de las dos etapas para mejorar el consumo con presiones de descarga altas, lo que aparentemente se ha conseguido.

## El motor diesel: la calidad del combustible y su tratamiento. Presente y futuro, por Santiago Graf.

Recuerda el autor que la idea de Rudolf Diesel era conseguir el «motor térmico económico» a que se refería el título con que publicó su invento. La casa Sulzer siguió esta idea y, aunque no quemó carbón en su primer motor, sí hizo pruebas con aceite de alquitrán, ya en el siglo pasado y con distintos combustibles de baja calidad en el actual.

Los resultados fueron buenos hasta hace poco. Pero últimamente se han producido fuertes desgastes que han llegado en algunos casos a un milímetro diario en los aros de pistón. La causa de estas anomalías está en la difusión que los actuales precios del petróleo ha producido en ciertos procesos de cracking y el empeoramiento consiguiente de la calidad del fuel, que ha pasado del 40 por 100 a constituir el 10 por 100 en las refinerías.

Es evidente que de esta forma aumenta la proporción de residuos Conradson, los asfaltenos y cenizas, además de una posible introducción de Al y Si procedentes del proceso de craquización catalítica. El grado de aceptación de estos nuevos tipos de combustible varía con el tipo de motor, pudiéndose quemar combustibles de más baja calidad en los motores de cruceta, en los lentos y en aquellos que no tienen válvulas que en los que tienen las características contrarias. Aparte del tratamiento del combustible, hay algunas medidas en el diseño del motor que pueden solucionar, al menos parcialmente, estos problemas.

No obstante, en el futuro habrá que sustituir los productos residuales del petróleo por combustibles procedentes del carbón. Aparte de los combustibles líquidos que puedan obtenerse de él y de los que, en principio, no se espera presenten dificultades, se piensa en suspensiones o lechadas de carbón en polvo, bien sea en combustible líquido o posiblemente en agua. Los problemas residen fundamentalmente en los desgastes que es de esperar produzcan las cenizas del carbón. Para ello se está investigando en la reducción de dichas cenizas y en los materiales y métodos de lubricación a emplear en los motores en los que se haya de emplear estos combustibles.

Este trabajo fue discutido junto con el siguiente.

Notas sobre el tratamiento de combustibles residuales para motores diesel, por J. de Paz Balmaseda y A. Amaro Villegas.

Las características de los combustibles residuales de baja calidad que se están actualmente utilizando (low grade fuels = LGF) son apreciablemente distintas a las del fuel residual normal y sus plantas de tratamiento por centrifugación deben proyectarse con criterios también diferentes. En esta nota se indican unas recomendaciones que deben tenerse en cuenta para el tratamiento de los LGF. Entre las que puede destacarse que debe haber dos centrifugadoras en serie (purificadora y clarificadora),

asegurar la temperatura de cerca de 70° en el tanque de sedimentación y tratar al de servicio diario de una manera análoga al de sedimentación. Por supuesto, debe disponerse de un filtro en la aspiración de las centrifugadoras y evitar la mezcla de combustibles de distintas procedencias para evitar incompatibilidades que producirían fuertes decantaciones.

\* \* \*

El señor Vázquez Lozano pregunta sobre los resultados obtenidos quemando carbón en motores, los efectos de la centrifugación sobre la calidad del combustible y sobre qué puede hacerse con las partículas sólidas (asfaltenos) separadas por centrifugación. Preguntó asimismo qué opinión tienen los autores sobre los aditivos al combustible. Contesta el señor Graf diciendo que es demasiado pronto para poder dar resultados del carbón en motores. Parece que son buenos, pero los gastos son demasiado altos. El señor Paz da una información complementaria en relación con el residuo sólido, que es precisamente sobre lo que las centrifugadoras actúan, y el efecto de la centrifugación sobre el desgaste. Comenta el señor Graf que la separación debe hacerse de esa forma, ya que no es suficiente hacer un simple filtrado.

El señor Alcántara prevé problemas en la calidad y tratamiento del fuel y se interesa por la existencia de un monitor que permita conocer la calidad y aditivos que tiene. Respecto a sus efectos en el motor pregunta si no será más fácil sustituir algunas piezas al cabo de un determinado número de horas que intentar solucionar problemas difíciles en relación con sus materiales y mantenimiento.

Contesta el señor Paz diciendo que se puede monitorizar, pero no parece que de momento den los armadores prioridad a esa cuestión. El señor Graf dice que las compañías petrolíferas debieran adoptar una norma de calidad mínima. Respecto al mantenimiento, depende del tipo de motor y del servicio.

El señor Chorro observa el interés que tiene conocer datos sobre el combustible que se toma, sus incompatibilidades y el efecto de los aditivos. El señor Graf recuerda la alta densidad de los fuels actuales y la posible conveniencia de añadir aditivos solubles en agua para poder aumentar su densidad y poderla separar. Respecto a la meczla de combustibles, si no se puede asegurar su estabilidad, conviene hacerla justo antes de entrar en el motor.

Economía en la explotación de los motores B&W de dos tiempos, por J. Schmidt-Sørensen (leído y comentado por los señores Martensen y Klintorp).

Se exponen, en primer lugar, los cambios introducidos por B&W en los motores de su fabricación para reducir los consumos, tanto de combustibles como de aceite. Observa el autor que el barrido uniflujo y la sobrealimentación a presión constante han sido la base de los logros conseguidos, ya que permiten quemar combustibles de muy baja calidad, admiten relaciones de carrera/diámetro muy grandes, las que posibles, por otra parte, con revoluciones por minuto bajas mejoran los rendimientos térmicos y de propulsión, y permiten el funcionamiento a potencia reducida durante largos períodos de servicio.

Se hace hincapié en esta última posibilidad, indicando que gracias a ella puede instalarse un motor de mayor potencia de la que el barco necesita para navegar normalmente a p. m. e. reducida, pero con reserva de potencia para cuando haya necesidad de ella. Se estima que la mayor inversión que esto supone se amortiza sobradamente con el ahorro que lleve consigo el menor consumo específico.

A continuación se hace una serie de consideraciones sobre el equipo y los auxiliares: mezclador de combustible, generadores eléctricos movidos por la línea de ejes y recuperación del calor residual. Se dan además una serie de datos relativos a los costes de mantenimiento de los motores.

Finalmente se dice que las ventajas expuestas quedan avaladas por el hecho de que la cartera de motores B&W haya alcanzado en los últimos doce meses (los que terminaron con el de marzo del presente año) el 48 por 100 de la contratación mundial de motores de dos tiempos y el 35 por 100 del total de motores (dos y cuatro tiempos).

Estos puntos, que se refieren al trabajo presentado por escrito, fueron ampliados por los presentadores. Entre otras cosas expusieron el sistema de bombas de combustible que emplean para mejorar el consumo con carga parcial y las tendencias en el diseño de motores B&W: llegar a 130 kg/cm² de presión máxima y a una relación de carrera/diámetro de 3,5.

\* \* \*

El señor Graf opuso a las cifras B&W de penetración en el mercado otras en las que aparece el lugar que actualmente ocupa Sulzer: que está en cabeza, dijo, en la cartera mundial de pedidos. Hizo consideraciones sobre el tipo de barrido, indicando que si bien en el banco de pruebas el barrido longitudinal era mejor, en el servicio a bordo, con malos combustibles, se igualaban por la mejor mezcla que se consigue por el movimiento del aire producido por el barrido en bucle. Por lo demás, indicó que se introducen mejoras en la inyección mecánica y que, aunque la viscosidad del combustible tiene importancia en ello, no es determinante del consumo.

Contestaron los presentadores insistiendo en sus puntos de vista. La calidad del combustible no implica que no se pueda quemar bien; han quemado incluso mezclas de fuel con agua. Es esto en parte debido al chorro tangencial de las inyectoras. No está, pues, de acuerdo con el señor Graf.

Habiendo continuado la discusión entre los representantes de Sulzer y de B&W sobre la calidad y aceptación de sus motores, instó el señor presidente a un constructor y a un armador para que expresaran sus opiniones al respecto. Lo hizo primeramente el señor Fernández Marino (Constructora Gijonesa), que preguntó sobre qué garantía ofrece la casa B&W acerca de los consumos específicos de sus motores. El señor Martensen dijo que estaban dispuestos a asumirlos. Seguidamente el señor Chorro (E. N. Elcano) observó que lo que importaba era la economía global, de la que el consumo específico del combustible era sólo una parte, además del aceite, la potencia absorbida por las auxiliares del motor, las mejoras posibles en el rendimiento de la hélice, etcétera. El señor Alcántara (J. Javier) añadió que al tratar de consumos específicos había que precisar de qué combustible se trataba y observó que los resultados podrían ser distintos en gramos que en pesetas.

El señor Klintorp aclaró que las cifras que habían indicado eran promedio y que se habían obtenido cifras inferiores. El señor Graf hizo observar la importancia que tienen en estas cifras las condiciones ambientales.

Estando de acuerdo en esto el señor Klintorp y siendo muy tarde, el señor presidente levantó la sesión.

Precios, costes, ayudas y financiación a la construcción naval en el mundo, por F. Aparicio Olmos (leído por el señor Gutiérrez de Soto).

El fuerte aumento de la demanda en el período anterior a 1973 dio lugar a un exceso de oferta, en la que han tomado parte importante terceros países, tales como Corea, Brasil y Polonia, capaces de ofertar, por la baratura de su mano de obra o por la absorción de pérdidas por parte del Estado, precios sustancialmente inferiores a los de los países de Europa Occidental. Esto, unido a la crisis del sector y al hecho de que en la CEE el coste productivo se haya duplicado entre fines de los años 73 y 79, ha dado lugar a que si durante el período 72-74 el coste de un granelero medio se situaba alrededor del 83 por 100 de su precio de mercado, en los últimos tres años el coste haya superado entre un 30 y un 50 por 100 dicho precio.

En España la situación es peor debido a que los costes productivos se han multiplicado por tres, con gran distorsión de los componentes, ya que el coste salarial se ha multiplicado por 4,5, anulándose así la superior competitividad que antes teníamos.

Tiene esto como consecuencia el que convenga orientar las nuevas construcciones a una mayor densidad tecnológica: deberán revisarse a corto plazo las técnicas de proyecto y producción y los sistemas de organización y gestión, como ya se está haciendo en muchos países.

Mientras la industria ha tenido que recurrir al apoyo público. Los subsidios a pedidos de armadores nacionales han sido de amplia aplicación en algunos países (del 12,5 en Alemania al 30 por 100 en Italia), complementándose con subsidios a los constructores, con lo que en algunos casos se ha llegado al 50 por 100 del coste de las unidades. Esto sin contar con otras ayudas menos espectaculares pero igualmente efectivas.

Una forma especial de estímulo al mercado interior la constituye la financiación en términos atractivos, que normalmente son: coberturas hasta el 80 por 100, amortización de doce a quince años e interés anual del 7 al 8 por 100 (en el caso de Bélgica y Japón del orden del 3 por 100). Esto se aplica también al mercado exterior, con la particularidad de que algunos (Japón, Alemania, Inglaterra, Noruega, etc.) conceden a países en vías de desarrollo créditos a treinta y más años, con diez de gracia e interés prácticamente nulo (cláusula 6 del Acuerdo OCDE).

Otra modalidad de ayuda es el apoyo estatal a la readaptación industrial del sector. El resultado ha sido una reducción de la capacidad productiva, que va del 25 por 100 (CEE) al 35 por 100 (Japón).

Estas áreas de intervención estatal han sido también abordadas por nuestras autoridades. Pero con poca agilidad y alcance limitado. Falta mucho camino que recorrer y éste debe emprenderse sin demora porque los graves desajustes actuales pueden conducir a situaciones de difícil control. Y como ha reconocido la última directiva de la CEE, una construcción naval sana y competitiva es indispensable por múltiples e importantes razones.

En la discusión intervino el señor Hernández Bayón, que se interesó por las razones por las que se limitaba el subsidio a buques de menos de 12.000 TRB sin distinción de tipo, es decir, indiferentemente de que se trate de un buque tanque o de pasaje. Entendió el señor Gutiérrez de Soto que había un exceso de buques grandes y el señor Casas (don Fernando) dijo que el límite se debía a que había también un límite en el presupuesto.

#### La financiación de buques en España, por Jaime Requeijo.

En la OCDE se piensa que la actual crisis, que ha afectado tan profundamente a la construcción naval española, empezará a recuperarse a partir de 1982, para volver a una situación más normal que la actual en 1985. Pero los pedidos pueden no volver por desplazarse a otros países. Por ello la mayor parte de los miembros de dicha organización, reconociendo la importancia de esta industria, conceden distintas clases de ayudas, al mismo tiempo que se nacionaliza o se ejerce un mayor control sobre ella. Es fundamental en este contexto su financiación, que en España queda de hecho reducida en la actualidad al Banco de Crédito a la Construcción, por no presentar esta inversión expectativas suficientemente atractivas para la banca privada. Refiriéndose al período 1974-79, dicho banco ha concedido casi 179.000 millones de pesetas, financiándose 385 buques con cerca de tres millones de TRB. Sólo en 1979 concedió 53.000 millones de pesetas al sector naval, correspondiendo los préstamos concedidos en un 60 por 100 a construcciones en astilleros públicos y el 40 por 100 restante en astilleros privados. Estas cifras obedecen al impacto producido por el decreto 2548/1978 entre los armadores, que es a quienes se conceden los créditos. No se ha hecho esto sin dificultades, pues el Banco tiene que actuar como tal y se encuentran: gran morosidad en las devoluciones, insuficientes coberturas de las garantías hipotecarias y situaciones difíciles de las empresas navieras. No obstante, se ha luchado para vencer dichas dificultades y así piensa seguir actuando en beneficio del sector.

\* \*

Abrió la discusión don Fernando Casas, haciendo observar las mayores dificultades que tiene la empresa privada, en relación con las garantías exigidas, que la pública. El ponente contestó que no había discriminación alguna. El señor Ibarrondo (Naviera Vascongada) observó que el armador extranjero tenía derecho a primas en barcos de más de 12.000 toneladas y el español no. Además, el español está obligado a construir en España a precios muy altos. El señor Requeijo contestó que no eran éstas cuestiones de su incumbencia y el señor Gutiérrez de Soto matizó que el hecho de que los precios fueran altos no presuponía que fueran superiores a los de otros países. El señor Campo (A. del Cadagua) mencionó que en reciente decreto se preveía la posible concesión de una prima adicional a la construcción naval, pero que había oído que el Banco minoraría el crédito en esa cantidad. El señor Requeijo confirmó que así había de hacerse con las actuales disposiciones. El señor García Blanco (Gijonesa de Navegación) se interesó sobre la posibilidad de financiar el 100 por 100 de la construcción con las garantías que fuera preciso. El señor Requeijo aseguró que procuraría elevar esta propuesta. El señor Álcántara (Javier) expuso que sería conveniente llegar al 100 por 100 de financiación impulsando buques de mayor tecnología u otras soluciones que permitieran la competitividad cuando se abra el mercado en 1985. Insistió el ponente en que representaba a un banco y no la política naval. Cortándose a continuación la discusión por el presidente, después de resaltar la idoneidad de la observación del señor Alcántara, por haberse pasado ya el tiempo previsto para esta ponencia.

#### Conversiones y transformaciones en el negocio de la reparación naval, por José Esteban Pérez.

Se compara las conversiones con las reparaciones desde el punto de vista de la rentabilidad o ventajas que pueden reportar a la empresa que las realiza. Las conversiones aseguran un trabajo más prolongado, pero suponen menor valor añadido por la empresa. Esto es particularmente cierto en el cambio de máquinas de propulsión (turbinas por diesel). Por esta razón, y por la importancia que tienen, parece lógico que se primen estas transformaciones, que además tienen un amplio ámbito de influencia en la industria nacional.

La financiación está a veces prevista en los términos establecidos en el decreto de 31 de octubre del 78 y existe desde principios del año actual una desgravación fiscal a la exportación de las transformaciones consistentes en el cambio del equipo propulsor, si bien ya existía algo en ese sentido.

En relación con otras transformaciones, tienen fuerza los acuerdos adoptados en la Conferencia de IMCO en Londres, 1978: gas inerte, lavado con crudo, lastre segregado. Los Gobiernos están invitados a aplicar estos protocolos, que afectan a más de 2.500 petroleros, en junio de 1981. Hay, pues, un amplio campo y los astilleros de reparaciones deben aceptar el reto que las transformaciones representan y lanzarse decididamente a ellas.

\* \* \*

El señor O'Dogherty señaló que, entre las transformaciones a realizar en las actuales circunstancias, tienen positivo interés los alargamientos de los buques por la reducción de consumo que suponen en la tonelada transportada. El señor Pérez García estuvo de acuerdo, comentando que había que valorar todas las circunstancias y no solamente las directamente económicas (aumento de capacidad de carga), sino también las dependientes de la técnica al decidir una transformación. Un caso análogo podría citarse en relación con los tanques de lastre segregado. El señor Chorro resalta el interés de emplear correctamente la tecnología para obtener la mayor rentabilidad, sea donde sea, citando a estos efectos la transformación del «France». El señor Pérez García termina estos comentarios observando que sería conveniente que armadores y astilleros estudiaran juntos los problemas antes de tomar la decisión de realizar una transformación determinada.

#### Patología de la construcción naval española, por J. B. Parga.

Atendiendo a su etimología, la palabra patología puede significar muchas cosas, desde oráculo de la coyuntura de aquello a que se aplica hasta tratado de sus enfermedades, estado del alma, etc. Esta última es la aplicación que se da en esta ponencia, si bien no reduciéndose exclusivamente a la construcción naval, ya que ésta no puede ser considerada aparte de su único cliente: la industria naviera.

La situación actual es debida en parte a que las navieras contratan cuando tienen dinero, es decir, cuando los fletes están altos, no para cuando van a estar altos. Dio esto lugar a un impulso excesivo en un sentido determinado, lo que originó una oscilación o ciclo, que por lo demás no es un hecho ni un concepto nuevo. Recuerda el autor a estos efectos las vacas gordas y las flacas de los sueños del Faraón. Sufren principalmente las consecuencias los astilleros, que tienen menos posibilidades operacionales y una oportunidad disminuida. Es, pues, lógico que el Estado les ayude por ello; no sólo por la cantidad de mano de obra que arrastran.

No fuera tan difícil la situación en España si en lugar de haberse producido una fusión horizontal de astilleros se hubiera hecho verticalmente. Es decir, uniéndose astilleros y armadores. También podría haberse paliado algo con mayor capacidad de gestión, que ha venido disminuida por un exceso de centralización, y prestando la debida atención a la técnica y la tecnología, lo que, ciertamente, no se ha hecho.

En reparaciones la situación es aún peor, debido en parte a las gerencias, pero también a la situación laboral. Las huelgas en este terreno son suicidas y no conducen más que al caos, descrédito y falta de competitividad. Respecto a la actitud del Gobierno, se califica de errática. Recuerda a los efectos el concurso del millón de toneladas: parece que se desee destruir aquello que pueda recordar la época de Franco, en la cual se desarrolló la construcción naval. Por lo demás ,la lentitud de tramitación de los créditos y la situación de la industria auxiliar agravan todavía más el problema.

Dice, por último, que estando afectada la construcción naval por la situación política y económica del país, será preciso encontrar a quien sea capaz de enderezar esta situación para que pueda producirse la recuperación deseada.

El señor García Blanco (Manuel), después de agradecer al señor Parga sus palabras en defensa de los intereses profesionales, hace destacar que hay cuestiones que están en nuestras manos. Primeramente se refirió a la poca importancia que se le ha dado a la tecnología y a la investigación, que considera fundamental en cuanto a los proyectos se refiere. En España no se valora suficientemente al técnico. Los ingenieros tienden a derivar, por tanto, a puestos administrativos o comerciales, que están mejor pagados, y consecuentemente queda estancada la tecnología. Se refiere luego a los astilleros públicos, donde los profesionales de todos los niveles se sienten protegidos por el Estado. Habría que revitalizarlos y volver al espíritu de trabajo que había en los años 60. Entiende que para ello lo que habría que cambiar es el contexto de los profesionales. Es preciso también evitar el derrumbamiento moral y falta de visión del futuro que se ha producido con la presente crisis. No se ha hecho política social (mantener el empleo), sino demagógica (hacerlo artificialmente). Estamos en condiciones de ocupar un puesto importante en construcción naval y debiera hacerse un esfuerzo: tecnología para construir buques que la requieran en alto grado y planes adecuados a nuestras necesidades. Esta es la auténtica política social: asegurar el empleo de un personal que no va a encontrar fácilmente las alternativas que se le ofrecen en otros países más desarrollados y que por ello no deben ser tomados como ejemplo.

El señor Parga se muestra de acuerdo con la importancia de la tecnología y la investigación y que no presentan alicientes ni siquiera para los profesionales, que pierden, si se dedican a ello, expectativas de promoción. Hay un exceso de centralización y mucha distorsión en las funciones. Considera, sin embargo, que no se debe ir necesariamente a buques sofisticados, y cita el ejemplo del Japón, que hace buques de todo tipo. Tampoco es España un caso único en una valoración insuficiente de la técnica. Finalmente, llama la atención sobre la necesaria integración de todos los que trabajan en un astillero.

El señor Irigoyen se refiere a la situación de los armadores que no han salido al campo internacional más que como consecuencia de la crisis y no han tenido antes experiencia suficiente por no haber podido comprar barcos en el mercado internacional. El señor Parga está de acuerdo en que debería permitirse a los armadores la compra de barcos fuera de España. Esto ayudaría a que hubiera buenos armadores, que no son fáciles de crear. Quizá conviniera formar compañías extranjeras por los navieros españoles.

El señor Ibarrondo resalta que para crear un armador hace falta un clima de gran libertad. Las grandes navieras griegas, por ejemplo, se crearon aprovechando las condiciones de la postguerra para comprar buques tipo Liberty. En la actualidad el centro de gravedad del negocio naviero se está yendo a Oriente, donde los chinos tienen libertad para comprar los barcos y usar la bandera que deseen y tienen tripulaciones buenas y baratas. Por otra parte, las navieras en España han sido negocios menores y menos ligados a la banca que los astilleros, que por ello han podido ejercer una presión que ha desembocado en la actual situación.

El señor Parga, después de comentar la compenetración del naviero con su flota, que no existe en astilleros en general, observa que los astilleros, salvo excepción, no han resultado ser negocio y que conviene tengan un exceso de capacidad para no frenar el negocio marítimo. Por lo que, independientemente de presiones, es lógico tengan la protección del Estado.

\* \* \*

Con ello se terminó la sesión por ser la hora en la que se esperaba la presencia de las autoridades para proceder a la inauguración de la Exponaval.

## XVIII SESIONES TECNICAS DE INGENIERIA NAVAL

Jerez, noviembre 1979

# Aspectos cuantitativos del mantenimiento preventivo

Jesús Panadero Pastrana. Ing. Naval.

#### SUMARIO

Se comienza por hacer algunas consideraciones sobre aspectos que deben tenerse en cuenta antes de plantear el mantenimiento preventivo de un buque. A continuación se expone el plan de mantenimiento establecido para un petrolero de productos y se analizan las diferentes componentes del mismo, tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista de ejecución de los trabajos. Se trata asimismo la distribución de los respetos. Se concluye analizando la incidencia en la ejecución del mantenimiento de los modernos medios técnicos de medida y análisis.

This paper discusses some aspects that have to be considered before studying the preventive maintenance of a particular ship. It continues, showing the scheduled maintenance for a tanker, and analysing its technical and economical elements. The spare parts are also considered. It conclude discussing the costs and benefits that can be obtained using for maintenance some measure and analysis equipments.

SUMMARY

#### INDICE

- 1. INTRODUCCION.
- 2. CONSIDERACIONES CUALITATIVAS.
- 3. CONSIDERACIONES CUANTITATIVAS.
- PLAN DE MANTENIMIENTO ESTABLECIDO PARA UN PETROLERO DE PRODUCTOS.
  - 4.1 Planteamiento.
  - 4.2. Codificación.
  - 4.3. Definición y división de trabajos.
  - 4.4. Planificación de trabajos.
  - 4.5. Cargas de trabajo y composición de las mismas.
  - 4.6. Personal para mantenimiento, inmovilizaciones y demoras.
  - 4.7. Respetos.
- 5. UTILIZACION DE EQUIPOS DE MEDIDA Y ANALISIS.
- MODIFICACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIEN-TO INICIAL.
- 7. BIBLIOGRAFIA.

#### 1. INTRODUCCION

Analizando las circunstancias y condicionamientos en los que actualmente tiene lugar la utilización y explotación de los buques, pueden hacerse las siguientes consideraciones:

a) La naturaleza del servicio que prestan algunos buques hace deseable que la disponibilidad de los mismos sea máxima, con prioridad sobre cualquier otro objetivo. Se entiende por disponibilidad la razón entre el tiempo útil de operación y el tiempo total obtenido sumando al anterior las inmovilizaciones por mantenimiento y reparación.

Este tratamiento reciben los buques en la Armada, las embarcaciones de vigilancia, las navieras de empresas que tienen a su cargo el suministro de productos esenciales para el normal desenvolvimiento del país, las navieras que abastecen de materias primas o retiran residuos contaminantes o peligrosos de factorías, en las que la carencia de materiales o la acumulación de residuos puede suponer la paralización de los procesos productivos, etc.

- b) La complejidad y el tamaño de numerosos buques modernos hacen que sus costos fijos de explotación sean elevados, con lo que la incidencia económica de las paradas por avería y reparación ha de ser necesariamente alta.
- c) Dentro del concepto de costos fijos de explotación, el capítulo correspondiente a reparaciones y repuestos supone, en algunos tipos de buques convencionales, un valor relativo del orden del 20 al 25 por 100, estando su valor absoluto, por dar una cifra, en unos 30.000.000 de pesetas anuales para buques cargueros de 8.000 TPM y de alrededor de siete años de antigüedad.

Las consideraciones expuestas anteriormente podrían resultar suficientes por sí solas para inducir a pensar en la conveniencia de establecer un procedimiento sistemático de atención a las máquinas y equipos de los buques, mediante el cual se pudiera incidir sobre los procesos de formación de averías, evitando así la aparición de muchas de ellas y, consiguientemente, de sus efectos. El procedimiento citado, que lleva ya varios años de vigencia en diferentes sectores, se conoce generalmente como mantenimiento preventivo y se acostumbra a definir como el conjunto de actividades de reconocimiento y reparación encaminadas a conseguir que los medios de produc-

ción permanezcan en un estado tal que puedan cumplir con las funciones que les hayan sido asignadas, estando además su rendimiento dentro de niveles aceptables.

De la convergencia de la problemática citada con un procedimiento orientado hacia la resolución de la misma podría esperarse que dicho tipo de procedimientos estuviesen ampliamente implantados en el sector naval. Sin embargo, en el caso concreto de España, puede decirse que son muy pocas las navieras que hasta la fecha han sistematizado sus trabajos de mantenimiento, permaneciendo aún el resto de las mismas en una etapa en la que las aperturas y reconocimientos de máquinas se hacen casi exclusivamente para cumplir con lo establecido en los reglamentos correspondientes de las sociedades de clasificación y de la Administración, sin pararse a pensar que estos reglamentos fueron redactados para asegurar en los buques unos niveles de seguridad, pero que, como es lógico, nunca estuvieron orientados a la consecución de objetivos económicos o de disponibilidad. El resto de las operaciones de mantenimiento que se puedan realizar a bordo dependerán del buen entender y disposición del jefe de máquinas, con lo cual, en el mejor de los casos, el posible mantenimiento estará regido por criterios cambiantes, dado el continuo movimiento de personal que en la actualidad se produce de unos buques a otros.

Tras numerosas conversaciones del autor de este artículo con personas del sector naviero, que ejercen diferentes profesiones y que ocupan en sus empresas cargos de muy variada responsabilidad, ha creído comprender que entre las causas que han frenado la rápida adopción de los procedimientos de mantenimiento preventivo en los buques tienen una gran importancia las siguientes:

- En gran número de casos se tiene un conocimiento impreciso de las posibilidades del mantenimiento preventivo, tanto en sus formas como en sus fases de aplicación.
- Hay una cierta resistencia a cambiar algunas estructuras operativas de las empresas.
- Hay una gran carencia de información cuantitativa sobre el tema.

#### 2. CONSIDERACIONES CUALITATIVAS

Aunque las dos primeras conclusiones de las tres citadas anteriormente se prestan casi exclusivamente a consideraciones de índole cualitativa, y el objetivo fundamental de este artículo es el de contribuir modestamente a suplir la carencia de datos indicada como tercera causa, me voy a permitir hacer una breve exposición sobre ellas con la intención de que sirva de complemento al planteamiento cuantitativo posterior.

Para tratar de las formas y fases de aplicación del mantenimiento preventivo es imprescindible recordar que, una vez superada la fase de fallos prematuros o de mortalidad infantil, en la que se ponen especialmente de manifiesto los posibles errores de proyecto o cierta falta de rigor en el control de calidad, y corregidos los efectos de la misma, los fallos o averías que con posterioridad se presentan en las máquinas y equipos de los buques pueden dividirse en dos grandes grupos:

a) En el primero pueden incluirse todos aquellos fallos que se originan como consecuencia de que las máquinas o equipos se ven obligados a trabajar (bien por mala operación o bien por variación de determinados agentes externos) bajo cargas, presiones, etc., que superan los valores de los correspondientes límites admisibles para los materiales de las mismas. La homogeneidad de estos límites no siempre puede asegurarse ni aun en el caso de series de máquinas iguales.

Desde el punto de vista de aplicación del mantenimiento, estas averías se caracterizan, en primer lugar, porque su aparición es de naturaleza aleatoria, y en segundo lugar, porque el proceso de evolución de la avería suele ser generalmente rápido.

La forma de actuación contra este tipo de averías no puede ser otra que la siguiente:

- Selección cuidadosa de las máquinas y equipos.
- Disposición sobre dichos elementos de controles y seguridades que activen una alarma e incluso moderen o paren la máquina para evitar que se desarrolle la avería.
- Disposición en paralelo del necesario número de máquinas para que el servicio tenga la fiabilidad deseada.

La fase adecuada para la aplicación de estas medidas es necesariamente aquella en la que se procede a estudiar el proyecto y la especificación del buque. En esta misma etapa deben definirse cuidadosamente los respetos y los pañoles para los mismos, ya que posteriormente, en la aplicación del mantenimiento, será de gran interés disponer de pañoles adecuados que permitan una localización rápida y segura de los respetos a utilizar.

En la fase de construcción debe comprobarse que la ejecución del proyecto no lleva a disponer los elementos a bordo de forma que se impida o dificulte la ejecución del mantenimiento de los mismos.

En definitiva, el mantenimiento debe ser ya considerado en las fases de proyecto y construcción.

- b) En el segundo grupo de averías que se anunciaba pueden incluirse todas aquellas que tienen sus orígenes en desgastes, fatigas, ensuciamientos, desalineaciones, etcétera, de órganos de las máquinas. Aquí, por contraste con el grupo anterior, se trata de procesos generalmente lentos, cuya evolución puede conocerse bien mediante reconocimientos periódicos o bien mediante la instalación permanente de sensores adecuados que envíen información sobre el estado de ciertos órganos de las máquinas. La decisión de incorporar sensores a las máquinas debe tomarse tras un análisis cuidadoso de la situación, ya que:
- Si el sensor ha de instalarse en un lugar difícilmente accesible y su vida media es baja, la reposición del mismo conducirá a realizar trabajos de desmontaje de naturaleza igual o superior a los que se pretendían evitar mediante el uso del mismo para conocer el estado de los órganos correspondientes.
- A veces, la información enviada por un sensor no puede interpretarse aisladamente si se quiere obtener una información correcta, sino que debe ser analizada conjuntamente con otros parámetros. En estos casos deberá comprobarse que el sistema de análisis y control instalado tiene incorporado el modelo del fenómeno físico a vigilar.

Se ha dicho también, dentro de las consideraciones cualitativas, cómo en algunos casos se observa cierta resistencia a modificar alguna parte de la estructura operativa de las empresas. Este hecho no se da solamente al tratar del mantenimiento, sino que, en general, aparece cuando se pretende incorporar algún nuevo tipo, adecuado o no, de planificación, ya que por un mal entendimiento de la misma, en lugar de aceptarla como una herramienta útil que descarga a las personas de realizar muchas gestiones y les permite disponer de tiempo para analizar los problemas que se presenten, suele ser rechazada por los interesados pensando que origina una merma en su zona de influencia y que puede incluso hacer disminuir la importancia de su papel en la empresa.

#### 3. CONSIDERACIONES CUANTITATIVAS

Al considerar el mantenimiento preventivo desde un punto de vista cuantitativo aparece inmediatamente el interés por conocer unos datos y valores que pueden reunirse en dos grupos:

a) Datos sobre tasas de averías de diferentes máquinas y equipos y datos sobre consumos de respetos por los mismos. Hace ya varios años que en la literatura técnica especializada se denunciaba la carencia de datos cuantitativos, que resultan básicos para la realización de estudios de mantenimiento y fiabilidad en el sector naval. Como consecuencia de ello, en algunos países se han creado los canales necesarios para la recogida y análisis

de dicho tipo de datos, con la particularidad de que si bien el nivel de información que trata de obtenerse es análogo al que ya existe sobre comportamiento de componentes electrónicos, sin embargo la forma de obtención de datos no puede ser la misma que en el caso de la citada industria, ya que en el sector naval muchos equipos son caros y se construyen en series restringidas, por lo cual no pueden ser sometidos a ensayos y pruebas de laboratorio para forzar la aparición de averías en cierto número de ellos. En el sector naval, el campo de obtención de datos ha de ser el propio campo de trabajo; es decir, los propios buques.

En España, que sepamos, no se ha iniciado ningún programa colectivo de recogida de datos, quedando a nivel particular la información que en estos momentos pueda existir.

Si bien este tipo de información tiene actualmente una utilidad muy directa para las personas o entidades que se ocupan de planificar el mantenimiento, es indudable que en un futuro inmediato su conocimiento resultará también necesario para armadores y constructores de buques y bienes de equipo, con objeto de poder proyectar, construir y contratar dichos elementos de forma que su fiabilidad y sus costos de atención se muevan entre cotas previamente fijadas.

d) Datos sobre cargas de trabajos, inmovilizaciones del buque, ocupación del personal, etc., que se producen como consecuencia de ejecutar un plan de mantenimiento preventivo en un buque.

Parece lógico que cuando se piense en adoptar un sistema de mantenimiento preventivo para ejecutarlo en un buque, la persona a quien corresponda tomar esta decisión se pregunte sobre si esto le va a llevar a un incremento en las inmovilizaciones del buque, un aumento en la tripulación o en el personal de apoyo en tierra, etc. Con objeto de centrar el tema de aportar información sobre los órdenes de magnitud de los citados aspectos, en el apartado siguiente se van a exponer y comentar datos relativos a un plan de mantenimiento preventivo desarrollado por el autor de este artículo para un petrolero de productos.

#### PLAN DE MANTENIMIENTO ESTABLECIDO PARA UN PETROLERO DE PRODUCTOS

#### 4.1. Planteamiento

El trabajo a desarrollar consistirá en la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo adecuado para ser ejecutado en un petrolero de 22.000 TPM y 9.900 BHP, teniendo en cuenta que:

- El buque ha de realizar navegaciones breves.
- Durante la carga y descarga ha de cumplir las normas de seguridad impuestas por refinerías y factorías.
- La seguridad del servicio tiene carácter prioritario sobre la economía de explotación.
  - El buque entrará en dique todos los años.
- En la planificación del mantenimiento debían excluirse los trabajos de limpieza de tanques y de pintado del casco.

#### 4.2. Codificación

Las máquinas y equipos a mantener fueron distribuidas en los doce grupos siguientes:

- A. Propulsión.
- B. Sistemas auxiliares de la propulsión.
- C. Generación y distribución de energía eléctrica.
- D. Generación y distribución de vapor.
- E. Navegación, gobierno y maniobra.
- F. Comunicaciones interiores y exteriores.
- G. Seguridad.

- H. Habilitación.
- I. Carga, descarga y conservación de la misma.
- J. Lastre.
- K. Limpieza.
- L. Máquinas, herramientas y accesorios para el trabajo.

Como criterio de clasificación se utilizó también el de expresar en forma codificada el fluido que emplea la máquina, y así se convino en asignar:

- A. Para agua salada.
- B. Para agua dulce.
- I. En el caso de aire comprimido.
- R. Para Freon.

Etcétera.

Se previó también el caso de que se utilicen varios fluidos o ninguno.

La representación de una máquina cualquiera del buque quedó resuelta utilizando un código formado por las dos letras anteriores junto a tres números. Los dos primeros números sirven para representar el tipo de máquina de que se trata (bomba centrífuga, compresor, etc.) y el tercero para indicar particularidades de la misma o establecer diferencias en caso de máquinas análogas en un mismo servicio.

Por ejemplo, HA-300 será una bomba centrífuga para circulación del condensador del aire acondicionado.

La utilidad de este tipo de código es evidente, ya que permite analizar fácilmente costos, respetos, trabajos, etc., tomando como criterio de selección:

- El grupo funcional.
- Uno o varios fluidos.
- El tipo de máquina.

#### 4.3. Definición y división de trabajos

Una vez clasificadas todas las máquinas que podrían requerir atenciones de mantenimiento, y antes de proceder a la definición de los correspondientes trabajos, se pensó en la conveniencia de que los mismos, aun correspondiendo a una misma máquina, se formulasen en órdenes independientes siempre que:

a) Hubiesen de ser ejecutadas con distinta frecuencia.

Así, por ejemplo, en una bomba centrífuga de un tipo determinado, instalada en un servicio de refrigeración, se estableció:

- 1. Engrase. Comprobación de aparatos de medida. Limpieza de filtros: 3 meses.
- 2. Control de la alineación del acoplamiento. Tacos de anclaje: 6 meses.
- Control del juego de los anillos de desgaste y del acoplamiento. Sustitución del cierre mecánico: 12 meses.
- 4. Control de la carcasa y del impulsor. Sustitución de los rodamientos: 24 meses.
- b) En el caso de máquinas grandes, cuando aun siendo ejecutados los trabajos con la misma frecuencia afectasen a órganos sin relación alguna entre sí en lo que se refiere a procesos de montaje y desmontaje.

Por ejemplo, en el motor principal se definían por separado, entre otras:

- 10. Comprobación de las articulaciones de engrase a crucetas: 24 meses.
  - 40. Válvulas de seguridad del cárter: 24 meses.
- c) Siempre que los trabajos hubiesen de ser realizados por personas de diferentes conocimientos.

Este último criterio dio lugar a la formación de tres grandes grupos de trabajo:

- Mecánicos.
- Eléctricos.
- Electrónicos.

A la vista de los criterios formulados en los apartados a), b) y c) se procedió ya a la definición de los trabajos de mantenimiento, llegando a los siguientes resultados:

#### 1. Trabajos mecánicos:

- Los trabajos mecánicos establecidos cubren el mantenimiento preventivo de 181 tipos distintos de equipos, máquinas o servicios del buque en estudio. Teniendo en cuenta que algunas máquinas o equipos se encuentran duplicados a bordo, el mantenimiento mecánico propuesto controla realmente el comportamiento de 245 elementos de dicho buque.
- El programa de mantenimiento mecánico consta de 483 instrucciones diferentes, que han de ejecutarse con periodicidad igual o superior a la mensual.
- Teniendo en cuenta la situación en que debe encontrarse el buque para poder realizar los trabajos de mantenimiento, se puede establecer la siguiente clasificación de los trabajos mecánicos propuestos:
  - 127 han de ejecutarse en dique o astillero.
  - 60 han de llevarse a cabo en puerto.
  - 296 pueden realizarse en navegación.

#### 2. Trabajos eléctricos:

- Análogamente que en el caso anterior, los trabajos eléctricos establecidos cubren el mantenimiento preventivo de 102 tipos distintos de equipos eléctricos del buque, de los cuales 61 son motores eléctricos. Por la duplicidad a bordo de algunas mecánicas, el mantenimiento eléctrico controla realmente el comportamiento de 146 elementos del buque.
- El programa de mantenimiento eléctrico consta de 108 instrucciones, que han de ejecutarse con periodicidad igual o superior a la mensual. Cincuenta y seis instrucciones eléctricas deberán llevarse a cabo cuando se realicen los mantenimientos mecánicos de las máquinas asociadas a ellas.
- A la vista de la situación en que debe encontrarse el buque para poder realizar los trabajos eléctricos propuestos, se tiene:
  - 21 han de ejecutarse en dique o astillero.
  - 11 han de llevarse a cabo en puerto.
  - 76 pueden realizarse en navegación.

#### 3. Trabajos electrónicos:

- Con ellos se controla el comportamiento de 20 equipos del buque.
- Se han redactado 34 instrucciones de mantenimiento electrónico, de las cuales:
  - 1 ha de ejecutarse en dique o astillero.
  - 27 han de llevarse a cabo en puerto.
  - 6 pueden realizarse en navegación.

Debe aclararse que las instrucciones de mantenimiento que se llevan a cabo en navegación pueden también realizarse en puerto o dique y que las instrucciones de puerto pueden ejecutarse en dique o astillero, pero nunca a la inversa.

Sobre la definición de trabajos queda hacer dos últimas precisiones:

- a) La frecuencia de cada mantenimiento fue establecida conjugando la información de que se disponía para cada máquina sobre las horas de funcionamiento admisibles entre revisiones sucesivas con el tipo de servicio a que dicha máquina había sido destinada.
- b) Para establecer la carga de trabajo originada por cada instrucción de mantenimiento se encargó tal cometido a varios maquinistas navales jefes de amplia experiencia.

Los valores por ellos fijados fueron utilizados para la planificación de trabajos. Por otro lado, se tuvo también en cuenta que un buque no es un taller de una fábrica y que al ejecutar trabajos a bordo pueden surgir inconvenientes imprevistos. Por todo ello, y para que el personal del buque pudiera acometer los trabajos de mantenimiento con cierta holgura y flexibilidad, se decidió dar instrucciones a bordo sobre horas-hombre para cada tarea y sí hablar, en cambio, del grado de ocupación que aproximadamente origina cada una de ellas. Los códigos adoptados fueron los siguientes:

Gr	ado de ocupación	Horas-hombre
	1	0-4
	2	4-8
	3	8-16
	4	16-24
	5	Mayor que 24

Con este criterio, las tareas de mantenimiento establecidas pueden clasificarse de la siguiente forma:

Grado de		TRABAJOS	6
ocupación	Mecánicos	Eléctricos	Electrónicos
1	255	95	34
2	89	8	
3	83	5	_
4	37	_	
5	19	_	_

#### 4.4. Planificación de trabajos

La asignación de trabajos se preparó teniendo en cuenta los siguientes condicionamientos:

- a) Algunas instrucciones han de ejecutarse en dique o astillero por tenerlas que realizar con el buque en seco, o por la necesidad de precisar medios de trabajo especiales. Pero además, en el caso del petrolero en cuestión, se asignaron a astillero otros trabajos, que en otros buques se ejecutan normalmente durante las estancias en puerto y que en este caso no podían realizarse de ese modo por las normas de seguridad impuestas por las factorías.
- b) Determinadas instrucciones deben programarse de forma que su ejecución coincida con la realización de otras de mayor entidad que afecten a la misma máquina.

En este caso estaban:

- 183 instrucciones mecánicas.
- 56 instrucciones eléctricas.
- c) La distribución de trabajos se llevó a cabo utilizando un programa de cálculo, mediante el cual se consigue que la carga de trabajo para el personal del buque, ocasionada por las tareas de mantenimiento, varíe lo menos posible de unos meses a otros.

MARTE, S. A. - N.º EXPEDIENTE 101 - 1982 AGOSTO - PAG. 98

المانية المانية		NZ I				0 1 1	Límites de	ejecución	01
Código de máquina	Máquina núm.	Núm. de instrucción	Puerto	Dique	Insp.	Grado de ocupación	Izquierdo	Derecho	Observa- ciones
GN020	1	1				1	0	0	
GN020	1	2				1	0	0	
GN020	1	4		D		3	0	0	
GN020	2	1				1	0	0	
GN020	2	2				1	0	0	
GS830	1	1		D	- T	2	0	0	
GZ520	1	1				1	0	0	
GZ520	2	1 .				1	0	0	
GZ521	1	1				3	0	0	
GZ521	1	2	P			2	1	1	
GZ521	2	1				3	0	0	
GZ521	2	2	P			2	1	1	
GZ521	2	3	P		1	4	2	2	
HA280	1	1				1	0	0	
HA280	2	1				1	0	0	
HA301	1	1				1	0	0	
HB397	1	1				1	0	0	
HB397	1	2				_ 1	0	0	
HB821	1	1		D		3	0	0	
HB822	1	1		D		3	0	0	
HD740	1	1		D		3	0	0	
HD740	1	3		D		3	0	0	
HF683	1	1				1	0	0	
HF683	2	1				1	0	0	
HH434	1	1				1	0	0	
HH434	2	1				1	0	0	
HH683	1	1				2	0	0	
HH683	2	1				2	0	0	
HR614	1	1				1	0	0	
HR684	1 1	1				1	0	0	
HX541	1	1		D		3	0	0	
HX542	1	1		D		3	0	0	

Figura 0.

No se trataron de evitar las puntas de trabajo que se presentan en los meses en los que el buque entra en dique, por entender que en esos meses se cuenta además con el concurso de personal de los talleres del astillero, lo que facilita, sin duda, la ejecución de ese número de tareas superior a la media mensual.

Como ejemplo de programación de trabajos se incluye en la figura 0 una copia de parte de las tareas asignadas a un mes cualquiera.

Como puede verse en ella, hay unos valores que limitan la variación de la ejecución de cada trabajo respecto de la fecha programada para el mismo.

Por otro lado, se han asignado también fechas de ejecución de inspecciones para cumplir con las normas de reconocimiento continuo de las sociedades de clasificación y Administración.

#### 4.5. Cargas de trabajo y composición de las mismas

Las cargas de trabajo obtenidas para el buque a lo largo de diferentes meses se han representado en las figuras 1, 2, 3 y 4.

Analizando la composición de dichas cargas de trabajo se obtienen los valores representados en los cuadros de las figuras 5, 6 y 7, en los que se expresan en valor absoluto (horas-hombre/mes) y en valor relativo (%) las dedicaciones exigidas para la buena atención de las diferentes funciones del buque, de los distintos circuitos del mismo y de cada uno de los tipos de máquinas instaladas a bordo.

Es intención del autor que las cifras ofrecidas en los citados cuadros tengan utilidad en las previsiones que sobre mantenimiento puedan hacerse en futuros buques.

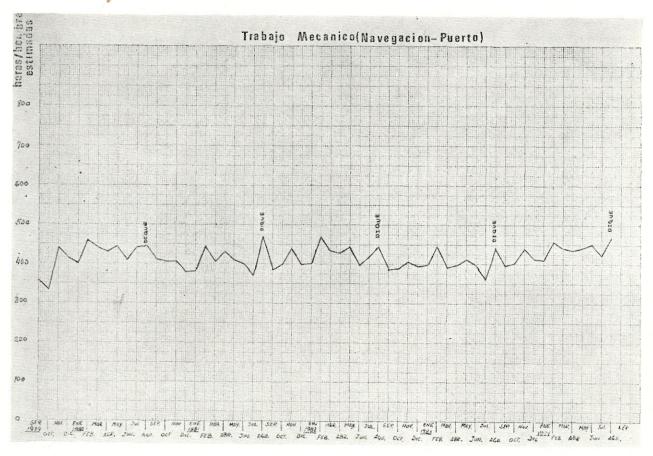


Figura 1.

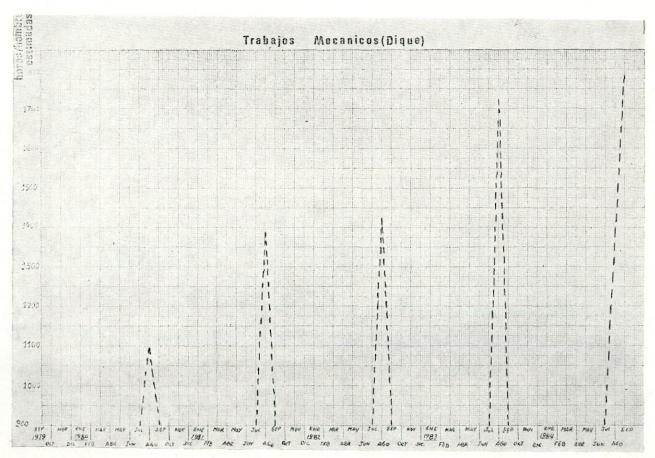


Figura 2.

Número 544 INGENIERIA NAVAL

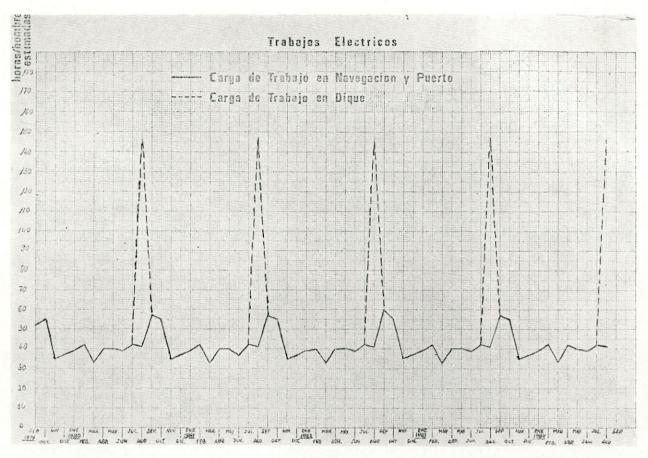


Figura 3.

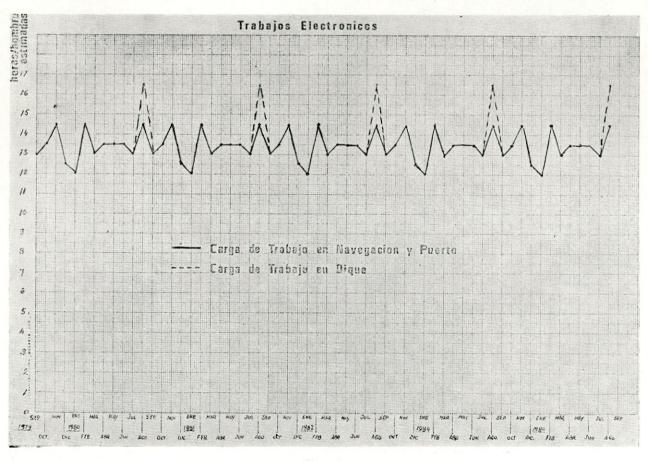


Figura 4.

#### 4.6. Personal para mantenimiento, inmovilizaciones y demoras

Para analizar la capacidad de ejecución, del plan de mantenimiento que se acaba de exponer, por el personal del buque con las ayudas de tierra que se estimen necesarias, se puede hacer el siguiente razonamiento:

#### a) Trabajos mecánicos:

— Hay trabajos de mantenimiento que por su especialización requieren la participación en ellos de oficiales de máquinas, mientras que otros pueden ser ejecutados por personal de maestranza y subalterno.

Analizando los trabajos mecánicos propuestos se ha llegado a la conclusión de que en este caso un 30 por 100 de los mismos son labores de oficiales y el resto de subalternos.

— Puede suponerse que durante la navegación el personal del buque realiza actividades tanto durante su jornada normal de trabajo como durante horas extraordinarias, mientras que en puerto no se realizan horas extraordinarias por dicho personal.

Asimismo se supondrá que no se efectúan trabajos de mantenimiento en sábado, domingo y festivos. Esto nos lleva a considerar que en el mes quedarán unos veinte días útiles para mantenimiento, un tercio de los cuales (siete aproximadamente) coincidirán con estancias del buque en puerto.

— Durante las maniobras de entrada y salida a puerto no se realizan trabajos de mantenimiento. Para tener un margen de cobertura puede estimarse que por estar en operaciones de maniobra se pierde una fracción CM=10 por 100 del tiempo útil para trabajo.

#### COMPOSICION POR GRUPOS FUNCIONALES

			Т	R A B	A J U	5	
		MECAN	licos	ELECTE	RICOS	ELECTRO	NICOS
	G R U P O	H-h/mes	%	H-h/mes	%	H-h/mes	%
۵.	Propulsión	45,5	8,5	0,5	1,0	_	_
В.	Sistemas aux. de la propulsión	111,5	20,8	7,0	13,8	_	_
J.	Generación y distr. energía eléctrica	78,3	14,6	11,6	22,9	_	_
).	Generación y distr. vapor	42,6	8,0	5,1	10,0	_	_
	Navegación, gobierno y maniobra	40,5	7,6	4,1	8,1	7,5	49,3
	Comunicaciones interiores y exteriores	1,5	0,3	0,3	0,6	7,0	46,1
à.	Seguridad	30,6	5,7	3,8	7,5	0,7	4,6
١.	Habilitación	59,4	11,1	10,9	21,7	1	-
	Carga, descarga y conservación	93,9	17,6	3,2	6,3	-	_
	Lastre	14,6	2,7	0,3	0,6		
<.	Limpieza	12,9	2,4	1,3	2,6	_	_
	Máquinas, herramientas y accesorios	3,8	0,7	2,5	4,9		_
	Valores totales	535.1	100.0	50.6	100.0	15.2	100.0

Figura 5.

#### COMPOSICION POR FLUIDOS

	MECAN	VICOS	ELECT	RICOS	ELECTRO	ONICOS
F L U I D O	H-h/mes	%	!! h/mes	%	H-h/mes	%
Agua salada	59,4	11,1	4.0	7.9	_	_
Agua dulce, potable o destilada	50,0	9,4	5.1	10.1		-
Aguas fecales		0,3	1,3	2,6	_	
Aguas oleaginosas y lodos		0,7	0,5	1,0	_	-
/apor saturado		1,1	-			_
/apor sobrecalentado	39,5	7,4	0,8	1,6	-	_
Aire atmosférico		1,2	5,6	11,0		-
Aire comprimido	18,7	3,5	0,5	1,0	-	_
Aceite lubricante	25,3	4,7	1,0	2,0	_	-
Aceite hidráulico	57,2	10,7	3,5	6,9	-	-
uel-oil	25,0	4,7	1,7	3,3		-
Gas-oil	1,7	0,3	0,5	1,0	_	_
Gases de combustión		0,0	_	_	_	_
reon	20,0	3,7	1,2	2,4	_	-
002	1,9	0,4	_	—	_	-
Carga líquida del buque	59,8	11,2	_			_
Corriente eléctrica	8,0	1,5	20,6	40,7	15,0	98,7
/arios fluidos simultáneamente	123,2	23,0	3,8	7,5		
Ningún fluido	27,4	5,1	0,5	1,0	0,2	1,3
	535,1	100,0	50.6	100.0	15,2	100,0

#### COMPOSICION POR TIPOS DE MAQUINAS

				Т	R A B	A J O	5	
		Número de elementos	MECAN	NICOS	ELECTF	RICOS	ELECTRO	NICOS
	MAQUINA O EQUIPO	a bordo		%	H-h/mes	%	H-h/mes	%
).	ELEMENTOS MOTRICES							
	Motores diesel lentos	1	42,5	7,9	_	_	_	_
	Motores diesel semirrápidos	2 5	42,2 4,5	7,9	_	_	_	_
	Turbinas (turbogen. y turbobombas)	6	33,6	6,3			_	_
	Motores eléctricos	94			28,3	55,9	_	_
	Motores hidráulicos y neumáticos	_	22,4	4,2			_	_
	MOV. Y ENERGIA							
	Chumaceras	_	1,8 0,8	0,3 0,1	_	_	_	_
	Tuberías y conductos	- 3	2,9	0,5	_	_	_	_
	Generadores eléctricos	_	_	_	5,3	10,5	1,0	6,6
	Cuadros, cajas, cables, conductores, etc	_	6,2	1,2	0,4 6,7	0,8 13,2	0,7	4,6
	Calderas B. P	<u> </u>	31,3	5,8	<u> </u>	_	_	_
	Intercambiadores de envolv. y haz. tub Desgasificadores		17,3 1,0	3,2 0,2	Jan Zine	-	-	-
	Condensadores		1,3	0,2		$\equiv$		
	Generadores de agua dulce	-	6,6	1,2		<del>-</del>	-	-
	Centrífugas	37 3	96,3 5,3	18,0 1,0	_	_	_	_
	De husillo	5	14,2	2,7				
	De paletas	_	19,7	3,7	_	_	_	_
	De canal lateral	_	3,6	0,7		-	The second	_
	SEP. CENTR.			-				
	Compresores alternativos	_	15,1	2,8	-	-	-	_
	Ventiladores	_	1,3	0,2	4,8	9,5		_
	Separadoras centrífugas	5	21,7	4,1	_	_	-	_
	Grúas	-	10,1	1,9	_	-	-	-
	Ascensores y montacargas	$\equiv$	26,5 0,5	5,0 0,1				
	EQUIPOS PARA MEDICION, INDICACION Y SEÑALIZACION							
	Calculadores e indicadores de posición y							
	rumbo del buque						6,2	40,8
	Medidores e indicadores	_	4,4	0,8	2,3	4,5	0,5 6,0	3,3 39,4
	Válvulas	_	25,2	4,7		_	_	_
	Aparellaje eléctrico y equipos control Equipos tratamientos fluidos	=	9,4 11,1	1,8 2,1	1,7	3,4		_
	Avisadores, señales y alarmas	_	1,5	0,3	_		0,8	5,3
	FONDA, TALLER Y VARIOS							
	Equipo de cocina	_	0,2	_	0,1	0,2	_	_
	Equipo sanitario Unidades frigoríficas compactas	_	1,5	0,3	_	_	_	_
	Accesorios diversos, acomodaciones	_	8,0	1,5 —	0,2	0,4	_	_
	Máquinas y herramientas	_	3,0	0,6	0,7	1,4	_	_
	ELEMENTOS ESTATICOS							
	Tanques estructurales	21	13,7	2,6	_	_	_	_
	Tanques no estructurales Recipientes de presión	10	7,4 4,9	1,4 0,9		_		_
			4,3	0,5				-
	GRUPO ESPECIAL DE CADA BUQUE Varios		16,1	2.0	0.1	0.0		
	varios			3,0	0,1	0,2		
	Valores totales		535,1	100,0	50,6	100,0	15,2	100,0

Figura 7.

les

- En navegación hay un personal que hace guardias y que dedica una fracción CV = 50 por 100 del tiempo de las mismas a tareas de vigilancia; este valor se incrementa hasta el 90 por 100 en los días en que no se ejecutan trabajos.
- El tiempo útil para trabajos a bordo se distribuye, aproximadamente, según experiencias de otros buques, en 2/3 para tareas de mantenimiento y 1/3 para reparar averías. Se puede hablar de un coeficiente de averías CA = 0.33.

En la figura 8 se presenta un cuadro indicativo del potencial de trabajo mensual para oficiales.

Para subalternos no haremos ese desarrollo y supondremos únicamente que hay tres personas dedicadas exclusivamente a la realización de trabajos.

Como resumen puede expresarse lo siguiente:

#### HORAS-HOMBRE DISPONIBLES AL MES PARA MANTENIMIENTO

	Navegación	Puerto	_	
Oficiales	82,7	75	=	157,7
Subalternos	185,3	110,8	= 1	296,1
	278,0	185,8		453,8

Observando la gráfica de trabajos mecánicos en navegación y puerto se ve que nunca superan las 470 h-h/mes, de las cuales como máximo 60 han de realizarse en puerto. Por ello, las conclusiones pueden ser las siguientes:

- El potencial de h-h disponibles en puerto es superior a las necesidades previstas, por lo cual no se originarán demoras.
- Los trabajos propios de oficiales pueden realizarse durante la jornada normal.
- En algunos casos será preciso acudir a horas extraordinarias para completar trabajos propios de subalternos.

En cuanto a los trabajos de dique, suponen una media de 1.400 horas-hombre, de las cuales 400 podrán ser ejecutadas por la propia tripulación y las 1.000 restantes por personal de astillero.

#### b) Trabajos eléctricos:

Teniendo en cuenta que se dispone a bordo de un electricista que no monta guardia, razonando como en el caso de los trabajos mecánicos, se tiene una capacidad mensual para mantenimiento de 98,7 horas-hombres, que superan ampliamente 60 que se han previsto como máximo en puerto y navegación.

#### c) Trabajos electrónicos:

La carga de trabajo establecida es tan baja que no merece ni comentario.

No es intención del autor el presentar la distribución de actividades de la tripulación, desarrollada en este punto, como único modelo posible, ya que la distribución real dependerá fundamentalmente de la política de cada empresa con su personal. Lo único que se ha pretendido con ello ha sido analizar las posibilidades de ejecución del mantenimiento establecido, dejando bien claro que se parte del conocimiento de que el personal del buque, además de ejecutar el mantenimiento planificado, ha de desarrollar otras actividades.

#### 4.7. Respetos

A petición del armador, los niveles iniciales de respetos fueron establecidos de forma que quedase cubierta la

		Figura 8.			
$\times$ 0,33 = 37,0 horas/me Mantenimiento $\times$ 0,66 = 75,0 horas/me	Trabajos: DPL $\times$ MT $\times$ JN $7 \times 2 \times 8 = 111,0$	Personal trabajando MT = 2	N = 8	ejecutan trabajos DPL = 7	
Averías		Personal que hace guardia MP = 1	Jornada normal	Días en puerto que se	
			Horas extraordinarias		
	Maniobra: DNL $\times$ (M — MG) $\times$ JN $\times$ CM 13 $\times$ 1 $\times$ 8 $\times$ 0,1 = 10,4	M-MG = 1	- 1		ficiales
Mantenimiento $\times$ 0,66 = 82,7 horas/me	Trabajos directos = 0,0	Chartee		DNL = 13	
Averías $\times$ 0,33 = 41,3 horas/me	Trabajos : DNL × MG × JN × (1 — CV — CM) 13 × 3 × 8 × 0,4 = 124,8		Jornada normal JN = 8	Días de navegación en que se ejecutan trabajos	
	Maniobra: DNL $\times$ MG $\times$ JN $\times$ CM 13 $\times$ 3 $\times$ 8 $\times$ 0,1 = 31,2	Personal que hace guardia MG = 3			
	Vigilancia: DNL $\times$ MG $\times$ JN $\times$ CV 13 $\times$ 3 $\times$ 8 $\times$ 0,5 = 156,0				
	cuatro oficiales de máquinas en el que el jefe no realiza trabajos)	atro oficiales de máquina	(En un buque con cua		
	POSIBLE DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES DE OFICIALES	E DISTRIBUCION DE ACTI	POSIBL		

posible demanda de los mismos durante los tres años de funcionamiento de determinadas máquinas y durante los primeros cinco años de funcionamiento de otras.

A continuación, en la figura 9 se presenta un cuadro en el que se expresa el peso económico, en tanto por ciento, de los respetos para las principales máquinas o equipos del buque en estudio.

Los respetos para los motores eléctricos están incluidos en los conceptos correspondientes a las máquinas que mueven.

MAQUINAS O EQUIPOS	Costo respeto
Motor principal	26,5
Bombas	13,8
Calderas vapor	13,1
Motores auxiliares	12,3
Turbinas (de turbobombas)	8,8
Grupo hidráulico grúa mangueras	4,9
Maquinaria hidráulica cubierta	4,8
Turbogenerador	3,5
Compresor aire arranque motor principal.	2,5
Separadoras, calentadores y equipo auto- mático de control	1,9
Equipo autocebado (b. carga y lastre)	1,5
Servomotor	1,5
Generador a. d	0,9
Elementos cocina	0,7
Planta frigorífica gambuza	0,7
Detector aceite circuito condensación	0,6
Turbo ventilador desgasificación tanques.	0,4
Pescantes y chigres	0,4
Alternadores	0,3
Compresor aire acondicionado	0,3
Planta potabilizadora	0,2
Grupo de emergencia	0,2
Sirenas	0,2
	100,0

Figura 9.

#### 5. UTILIZACION DE EQUIPOS DE MEDIDA Y ANALISIS

En otro apartado de este artículo se ha dicho ya que los procesos de envejecimiento de las máquinas se deben esencialmente a desgastes, ensuciamientos, desalineamientos, fatigas, etc. de sus órganos. Asimismo se ha comentado que la evolución de los mismos es, por lo general, lenta, lo que permite seguir su curso y modificar su trayectoria en el momento oportuno.

La forma propuesta en el punto anterior para controlar el estudio de las máquinas y equipos en un petrolero de productos ha sido la de ejecutar periódicamente un conjunto de instrucciones de mantenimiento, en las cuales las tareas correspondientes están descritas con la minuciosidad necesaria. Este plan origina unas cargas de trabajo. Es evidente que parte de los trabajos propuestos podrían evitarse si se pudiese determinar previamente, mediante toma de datos y análisis de los mismos, si re-

sulta necesario o no desmontar la máquina, si es preciso efectuar una limpieza, interna, etc.

En el tratamiento de este tema debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Como es sabido, en la actualidad existen equipos adecuados que permiten hacer:
  - Registros y análisis de vibraciones.
  - Registros y análisis de ruidos.
  - Análisis espectrofotométricos de aceites.
  - Análisis ferrográficos, etc.
- En algunos casos, aunque se disponga del equipo de análisis adecuado, no pueden aún hacerse diagnósticos firmes por no estar suficientemente comprobada la relación causa-efecto.
- La lentitud de los procesos a controlar aconseja, siempre que los puntos de medición sean accesibles, no disponer a bordo de forma permanente los citados equipos de medida y análisis. Bastará en unos casos con llevarlos al buque periódicamente y en otros con realizar tomas de muestras también de forma periódica.
- La utilización de estos medios requiere la colaboración del personal de un cierto nivel de conocimientos.

Parece, pues, que, a la vista del nivel de trabajos a realizar y de la posible disponibilidad para ello de la propia tripulación del buque, y estimando el costo originado por los equipos citados y por el personal especialista complementario, puede suceder que en algunos casos no compense económicamente establecer en la propia naviera el servicio de medida y análisis citado. Sin embargo, puede tenerse la certeza de que se trata de un tema con mucho futuro, que posiblemente hará surgir empresas especializadas para su comercialización.

#### MODIFICACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIEN-TO INICIAL

Aunque sea brevemente, no quisiera terminar sin aclarar que el programa de mantenimiento de un buque, establecido inicialmente para un período de cinco años, no está enfocado a que se ejecute en su totalidad sin introducir periódicamente las modificaciones oportunas.

Lo deseable será analizar con cierta frecuencia (uno o dos años) los resultados obtenidos y proponer las modificaciones oportunas para optimizar el costo de mantenimiento o para alcanzar el grado de fiabilidad deseado. Los métodos necesarios para ello están suficientemente desarrollados en las publicaciones sobre mantenimiento y fiabilidad.

#### 7. BIBLIOGRAFIA

- R. A. COLLACOT: \*Mechanical fault diagnosis\*. Chapman and Hall London.
- A. KELLY and M. J. HARRIS: «Management of Industrial Maintenance». Nexmes London-Boston.
- A. O. F. VENTON: «How numerate is terotechnology». Trans I. Mar. E. 1975.
- 4. JOSE IGNACIO DE RAMON: Apuntes de doctorado de la ETSIN.
- JESUS PANADERO PASTRANA: «Algunas reflexiones en torno al mantenimiento». Rotación, octubre 1978.

## El mantenimiento, un factor crítico en la explotación del buque

Joaquín de Espona Cardiel, Ing. Naval (\*).



#### RESUMEN

El buque, como elemento material básico del negocio de la compañía naviera, debe ser conservado en su conjunto casco-máquina en las condiciones operativas óptimas que proporcionen el mínimo coste de explotación. En la máquina se dan estas condiciones cuando se consiguen los menores consumos específicos y las mínimas interrupciones en la operación. En el casco se alcanzan cuando se impide que la rugosidad del mismo provoque incrementos excesivos en el consumo de combustible.

Después de una breve descripción de los procedimientos más extendidos para el mantenimiento preventivo, tanto programado como el basado en la vigilancia de la condición, se hacen algunas consideraciones sobre la aplicabilidad de cada uno de los métodos y una estimación cualitativa de la evolución de los costes intrínsecos al mantenimiento a lo largo del tiempo.

Se ponen de relieve las dificultades que el armador puede tener para disponer del personal capacitado para efectuar el mantenimiento o manejar el equipo, o para adquirir éste, presentando una posible solución mediante organizaciones que dispongan de personal especializado y equipo técnico adecuado y de redes de talleres de apoyo situados en puertos estratégicos para la realización de reconocimientos, medidas y reparaciones.

Ello permite presentar al armador un árbol de decisiones sobre qué sistema o combinación de sistemas es el más idóneo para cada buque, según su servicio.

#### ABSTRACT

The ship, being the basic material element of shipping must be kept in the optimum operative conditions, giving the minimum exploitation costs and considering her as an assembly of machinery and hull.

These conditions are present when specific consumption and operation interruption of machinery are as low as possible and when hull rugosity promoting excessive fuel consumption is avoided.

After a brief description of the more extended preventive maintenance procedures (programmed as well as condition monitoring based ones) considerations are made on the applicability of each method and on a qualitative estimation of maintenance cost evolution.

Owners find some difficulties to have available men for carrying up maintenance or handling esquipment. Also it is not always possible to acquire adecuate equipment. Therefore a solution could be found through organizations holding a trained staff, suitable equipment and an overseas net of support workshops to carry out surveys, measurements, trend analysis, replacements and repairs.

This brings up a decission tree on which system or what combination of systems is the more suitable for each ship, according to her service characteristics.

#### INDICE

- 0. INTRODUCCION.
- 1. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.
  - 1.1. Mantenimiento correctivo.
  - 1.2. Mantenimiento preventivo.
    - 1.2.1. Mantenimiento programado.
    - 1.2.2. Vigilancia de la condición.
- 2. APLICACIONES.
- 3. ESTIMACION DE LOS COSTES.
- 4. NECESIDADES DE PERSONAL Y EQUIPO.
- 5. CENTRALES DE MANTENIMIENTO.
- 0. INTRODUCCION

Desde el momento en que se entrega un buque puede decirse que todo el esfuerzo técnico ya está hecho.

(\*) Asociación de Investigación de la Construcción Naval.

El buque tiene unas formas difícilmente mejorables, una maquinaria propulsora cuya potencia y revoluciones están definidas para responder a la velocidad elegida. Factores económicos y técnicos han predeterminado tales características, y el buque, ya construido, ha demostrado en las pruebas de mar que las previsiones del proyecto se cumplen con mayor o menor acierto.

Oue las características del buque y las previsiones económicas respondan a la realidad de la explotación del mismo depende, en gran medida, de que la variación de las circunstancias del tráfico marítimo, con relación a las perspectivas existentes en el momento en que el buque fue proyectado, no sea excesivamente grande o hayan evolucionado de forma que éste sea igualmente adaptable a las nuevas condiciones.

Difícilmente se podrán introducir en el buque innovaciones técnicas que le permitan adaptarse a las nuevas necesidades salvo a costa de grandes inversiones en transformaciones.

El naviero buscará el flete que más se adapte a su buque o, al menos, aquel que le permita evitar al máximo tener su buque parado, aun a costa de reducir los beneficios.

De esta manera, la incidencia de los costes marginales sobre aquéllos puede llegar a hacerse muy importante. Las partidas más notables de los costes marginales son el aumento de consumo por ensuciamiento e incrustaciones en el casco, el coste por parada del buque, las reparaciones por averías del equipo y el incremento del consumo de los motores y máquinas por los desgastes.

Por ello, los esfuerzos de la técnica se dirigen a reducir en lo posible estos costes, conservando el buque en buenas condiciones de funcionamiento. Estas, sin embargo, no pueden ser las mismas condiciones ideales de la entrega. En efecto, el casco se ensucia, los motores se desgastan, las bombas toman holguras, etc., y como consecuencia la resistencia al avance es mayor y los consumos específicos de cada máquina son distintos y, en general, mayores que los iniciales.

Este proceso es lo suficientemente lento, no obstante, como para poder considerar dichas condiciones como estables pasadas las primeras semanas después de la entrega, condiciones que consideraremos como iniciales. Sólo cuando las desviaciones se hacen notorias e influyen en el aumento de consumo de forma importante, se actúa para restablecer las condiciones lo más próximas posibles a las iniciales.

Ahora bien, aunque no acusen una variación en el consumo, las máquinas se desajustan, funcionan mal, no bombean o no transmiten la potencia que se espera de ellas, pierden por las juntas, gotean las empaquetaduras y, finalmente, vibran, golpean y se atoran, paralizando una conducción, un servicio o al propio buque.

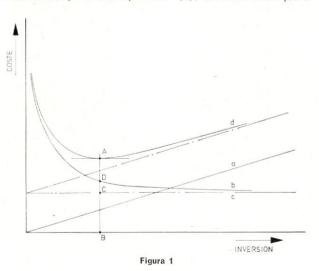
Siendo importante el coste de las horas-hombre y de los respetos empleados en la reparación, lo es mucho más el coste del buque parado. La avería suele presentarse en el momento más inoportuno, y en muchas ocasiones origina daños en otras partes del mismo o de otros servicios, a veces de magnitudes desproporcionadas a la de la avería original.

La evitación de llegar a este extremo constituye el objetivo del mantenimiento preventivo en todos sus aspectos, programado, por vigilancia de la condición actual o por análisis de las tendencias.

En tanto que el coste de la reparación de averías es imprevisible, el del mantenimiento preventivo es perfectamente predecible, pudiendo constituir una partida más o menos fija en el capítulo de gastos de explotación del buque.

La cuantía de esta partida suele quedar condicionada al margen que permiten los beneficios. Sin embargo, y es por ello por lo que hemos de considerarla como factor crítico, sacrificar las exigencias del mantenimiento en aras del beneficio actual puede convertir el beneficio futuro en pérdida. De ahí que los beneficios deban quedar condicionados por el coste mínimo del mantenimiento.

Representando cualitativamente en un sistema de coordenadas (fig. 1) la relación entre los costes de mantenimiento (a) y los de reparación (b), observaremos que a



valores muy bajos del mantenimiento corresponden valores muy altos de la reparación. Al crecer la inversión en mantenimiento, esto es, el coste, el valor de la reparación se hace menor, aunque no disminuye indefinidamente, sino que es asintótico con un valor (c), que sería el de sustitución de piezas desgastadas o deterioradas por el uso, en el supuesto ideal de que ésta se realizase inmediatamente antes de llegarse a producir la avería o una situación de funcionamiento deficiente.

Sumando las ordenadas de (a) y (b) obtenemos la curva de coste total de mantenimiento (d). Esta curva tiene un mínimo en el punto A que se debe cuantificar y alrededor del cual ha de fijarse la cuantía de la inversión en mantenimiento OB.

#### 1. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

No es fácil hacer una clasificación de los distintos sistemas de mantenimiento, ni aun de dar una definición precisa de cada uno de ellos, ya que de una forma más o menos generalizada están entrelazados entre sí.

La opinión más generalizada coincide en hacer la siguiente clasificación:

- a) Mantenimiento correctivo (restauración de las condiciones de funcionamiento mediante la reparación de una avería o fallo).
- b) Mantenimiento preventivo (prevención de las averías o fallo mediante la inspección y/o sustitución de las piezas o máquinas susceptibles de producirlas). A su vez, este sistema se subdivide en:
- b.1) Mantenimiento programado (acciones periódicas basadas en la estadística de averías, por las que se comprueban o restauran las condiciones de funcionamiento sin esperar a que se produzca el fallo).
- b.2) Vigilancia de la condición (comprobación sistemática de las condiciones de funcionamiento mediante la medida y tratamiento de determinados parámetros, en evitación de desmontajes que pueden ser muy costosos). Este sistema tiene dos variantes:
- b.2.1) Condición actual (comprobación de los parámetros en un momento dado).
- b.2.2) Análisis de las tendencias o mantenimiento predictivo (acumulación de datos a lo largo del tiempo al objeto de determinar cuándo se puede producir la desviación inadmisible del valor del parámetro).

La aplicación de cualquiera de los sistemas no excluye la utilización simultánea de los demás.

#### 1.1. Mantenimiento correctivo

Consiste en el desmontaje de una máquina o de parte de ella, bien para sustituirla, bien para repararla, por haberse producido una rotura, una deformación, un desgaste o la pérdida de las cualidades de funcionamiento, como consecuencia de las cuales la máquina se ha parado o no desempeña correctamente las funciones para las cuales ha sido instalada.

Este sistema se ha utilizado siempre y se seguirá usando como consecuencia de los fallos que se produzcan en cualquiera de los muchos elementos existentes en el buque o de los resultados obtenidos de la aplicación de los otros métodos.

Sería el más económico si no tuviera consecuencias imprevisibles para la vida del buque: el fallo no elige el momento en que se dispone del recambio, en que las condiciones para el desmontaje y la reparación son las óptimas o el personal del buque está libre para efectuar una y otra. Por el contrario, la avería se produce en el momento más inoportuno y cuando por su causa se producen daños que requieren una reparación mucho mayor que la que se habría tenido que realizar de haber descubierto a tiempo la proximidad del fallo.

#### 1.2. Mantenimiento preventivo

De hecho, los fabricantes de los equipos, los constructores y las sociedades de clasificación han recomendado de antiguo la realización periódica de determinadas operaciones de comprobación y revisión del estado de las máquinas y equipos o de sus partes, con objeto de prevenir averías.

Por otra parte, en los motores y máquinas en general se hallan instalados sensores y aparatos de medida que indican el estado de la máquina o de su funcionamiento a través de parámetros como la temperatura, la presión, etcétera, y disponen de sistemas de alarma que entran en acción cuando alguno de estos parámetros alcanzan valores por fuera de los límites estimados para ellos con el mismo objetivo de prevenir averías y garantizar el correcto funcionamiento.

El mantenimiento preventivo podemos definirlo como un sistema encaminado a asegurar la continuidad del funcicnamiento de una máquina o servicio mediante las acciones de inspección, medida, reparación y/o recambio de sus partes o comprobación de sus parámetros funcionales, tomadas antes de que se produzca el fallo o rotura, con objeto de restablecer las condiciones de servicio y la fiabilidad de los componentes del mismo.

Esto puede garantizarse a través de un programa previo basado en el conocimiento estadístico de la frecuencia de las averías (mantenimiento programado) o mediante la medida directa de diversos parámetros indicativos de la condición actual (vigilancia de la condición actual) o de la evolución de la condición a lo largo del tiempo (análisis de las tendencias).

#### 1.2.1. Mantenimiento programado

Está basado en el establecimiento a priori de una secuencia de operaciones a realizar sobre cada máquina objeto del mantenimiento, basada, como antes indicábamos, en el conocimiento estadístico de la frecuencia con que puedan originarse averías o fallos de funcionamiento. Definidas las diversas operaciones y las respectivas frecuencias con que han de realizarse, se puede desarrollar un programa que:

- Defina el orden de ejecución de cada operación en cada máquina, de tal forma que, respetando los períodos entre cada una de ellas y la siguiente, garantice que se realizan todas las operaciones.
- La carga de trabajo resultante para llevarlas a término sea lo más uniforme posible.
- Permita aprovechar las necesarias detenciones del buque o las paradas normales de las máquinas para realizar dichas operaciones, de forma que no suponga en ningún caso un retraso en el funcionamiento del buque.
- Haga una estimación a priori de la carga de trabajo y de su distribución en las diferentes situaciones del buque: navegando, en puerto o en dique. Esto permite, por una parte, saber si los recursos humanos de que dispone el buque son suficientes para atender al mantenimiento o si se precisan recursos del exterior.
- Disponga de sistema de representación que de una forma simple y visual facilite el control de las operaciones realizadas y por realizar.
- Incluya todas aquellas mediciones de elementos susceptibles de desgaste o deformación que permitan realizar, a lo largo de las sucesivas comprobaciones, el análisis de la tendencia de las mismas. Como consecuencia del referido análisis el programa de mantenimiento permitirá predecir con tiempo la utilización de respetos y el control de los niveles de existencias, tanto en los pañoles del buque como en los almacenes generales de la empresa armadora.

El procedimiento consiste en identificar cada una de las instrucciones de mantenimiento con un código, asignarle una frecuencia de ejecución y estimar en horas-hombre el trabajo de su realización. Mediante un programa de orde-

nador se distribuye la carga de trabajo de la forma más uniforme posible, respetando las citadas frecuencias.

El código responde a la función que cada máquina o equipo desempeña en el buque, constando de un carácter alfabético seguido de dos caracteres numéricos. El primero designa un grupo de funciones (tabla I), y los segundos, las máquinas, equipos, elementos o partes de los mismos que realizan cada una de las funciones o contribuyen, en su caso, a realizarlas.

#### Tabla I

#### CODIGO DE FUNCIONES A BORDO

- A .- SISTEMA DE PROPULSION.
- B.—SERVICIO DE ACEITE LUBRICANTE.
- C .- SERVICIO DE COMBUSTIBLE.
- D.-SERVICIO DE AIRE COMPRIMIDO.
- E.-SERVICIO DE REFRIGERACION A. S.
- F .- SERVICIO DE REFRIGERACION A. D.
- G.-CALDERAS.
- H .-- MOTORES DE GRUPOS ELECTROGENOS.
- K .- EQUIPO ELECTRICO Y ALUMBRADO.
- Q.-EQUIPO DE CARGA Y MAQUINARIA DE CUBIERTA.
- R.—EQUIPO DE GOBIERNO Y NAVEGACION.
- S .- EQUIPO DE HABILITACION.
- T .- VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO.
- U.—SISTEMAS DE EMERGENCIA Y SEGURIDAD.
- W.—SISTEMAS FRIGORIFICOS.
- Z .- EQUIPOS DE MAQUINARIA DE TALLER.

Las instrucciones de mantenimiento recogen las operaciones a ejecutar en una función y máquina (o parte de ella) determinada, con una frecuencia asimismo fijada. Aquéllas se definen a partir de las recomedaciones del fabricante del equipo, de la sociedad de clasificación y/o de la experiencia de los usuarios. La frecuencia se establece a partir de las informaciones de la misma procedencia, además de las deducidas de estadísticas de averías producidas.

La documentación se completa con la indicación del número de máquinas iguales a las cuales afecta la instrucción, así como en qué situación del buque debe ser realizada preferentemente: navegando, en puerto, en astillero o dique de reparación. También se indica si requiere la presencia de la inspección de la Administración o de la sociedad de clasificación, y también si ha de ser realizada coincidiendo con otra.

El código y número de la instrucción, la frecuencia en meses, la carga en trabajo en horas-hombre, el número de máquinas y la situación del buque, junto con las indicaciones de inspección y coincidencia, son los datos de entrada para el ordenador. El programa da un listado de las instrucciones que han de realizarse cada mes (fig. 2), separando en una hoja única aquellas que han de repetirse todos los meses.

El listado se vierte a un tablero-planning (fig. 3), en que cada instrucción viene representada por una ficha (figura 4), de forma que fácilmente el encargado del mantenimiento pueda distribuir las instrucciones a realizar a lo largo de un mes entre los viajes y paradas a efectuar en el mismo (parte izquierda del tablero).

La ejecución de cada instrucción debe ir acompañada de una información documental (figs. 5 y 6), al objeto de llevar un control del mantenimiento.

La principal desventaja de este sistema puede ser, en algunos casos, la realización de desmontajes de máquinas que pueden resultar costosos y complicados para descubrir que el estado de las mismas apenas ha sufrido modificación desde la anterior inspección. Por otro lado, se pueden dar casos en que se produzcan averías o desgastes excesivos antes de consumir el período previsto entre dos operaciones consecutivas.

FEBRERO 1981

Cód. máq.	Núm. ins.	Máq. núm.	Puerto	Base	Dique	Ins.
MA-04	1	1	Р			
MA-15	1C1	1	P			
MA-15	6C1	1	P			
MA-16	7C1	1	P P			
MA-17 MA-18	5C1 2C1	1 1	P			
MA-18	3C1	1	P			
MA-21	7C1	1	P			
MA-24	1	1				
MA-30	2	1				
MA-80	2	1	P			
MA-81	1	1	P			
MA-83	2	1	P			
MB-01	1	1				
MC-01	1	1				
MC-03	1 2	1 2				
MC-51 MC-52	2	2				
MD-01	1	1				
MD-01	2	2	Р			
MD-04	1	1	P			
MD-04	2	1	P			
MF-06	2	1				
MF-20	1	1				
MF-31	5	1	Р			
MF-31	8	1	Р			
MF-01 MF-06	1 1	1 2				
MF-09	2	1	Р			
MG-51	1	1				
MG-51	2	1				
MG-51	3	1	P			
MH-02	2C1	3	P			
MH-02	6C1	3	P			
MH-03	1	3	P			
MH-05	1	1	Р			
MH-06	1	2				
MH-06 MH-07	1 2	3				
MH-07	2	3				
MH-08	1	3				
MH-08	2	2				
MH-08	3	3	Р			
MH-11	3 2 3	3	P			
MH-11	3	2 3 3 2 3 3 2 1				
MH-12	1	2				
MQ-41	1		-			
MQ-41	2	1	Р			
MQ-59 MR-01	1 1	1	Р			

Figura 2

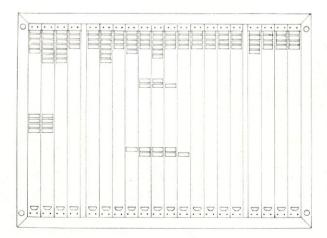


Figura 3

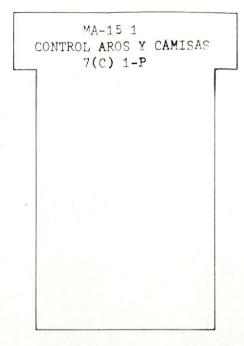


Figura 4

El primer caso supone una previsión demasiado pesimista en la frecuencia en la revisión y el segundo caso puede suponer una previsión excesivamente optimista o también que algún factor perturbador imprevisto ha alterado la marcha normal de la máquina o del equipo.

Si se ha producido una avería, se haya reparado o no, se ha de tratar de averiguar la causa, y si ésta se ha debido a un desgaste excesivo en funcionamiento normal, debe modificarse la frecuencia de las instrucciones de mantenimiento que puedan afectar a la vigilancia del elemento deteriorado. Si es otra la causa, se deberá tratar de eliminarla. En cualquier caso, la reparación del elemento deteriorado generará una notificación, tanto si se ha de realizar inmediatamente como si puede esperar a una ocasión oportuna para ello (fig. 7).

Esto conduce a la necesidad de disponer, al menos en aquellas máquinas y equipos que por su coste o trascendencia lo aconsejen, de sistemas eficaces de detección de defectos en el funcionamiento, como los métodos de mantenimiento que a continuación se describen.

#### 1.2.2. Vigilancia de la condición

La vigilancia de la condición consiste en la medida actual de determinados parámetros, indicativos del estado de la máquina, sea por inspección visual de la máquina desmontada, sea por medio de sensores, o por interpretación de otros medios indirectos como vibraciones, sin necesidad de desmontar la máquina.

Mientras las medidas de estos parámetros estén dentro de los límites fijados para el correcto funcionamiento de la máquina, ésta no requiere mayor atención. Por el contrario, si los valores medidos quedan fuera de aquellos límites, y sólo entonces, se ha de recurrir a la sustitución o reparación del elemento defectuoso, en cualquier caso, antes de que la condición del mismo pueda producir la invalidación temporal o definitiva de la máquina.

Ahora bien, en general, los parámetros medibles no son en sí mismos indicativos del buen o mal funcionamiento de la máquina, sino a través de sus interrelaciones con otros parámetros. Ello requiere que los datos tomados directamente sean tratados con arreglo a un modelo matemático generalmente complejo, que representa aquellas interrelaciones, y, de acuerdo con el resultado obtenido, se define la condición actual de la máquina.

DUE :	111				
		GAR:	FECHA:	-	
		DUINA DEOU			
FL	INCION		MARCA: TIPO	CODIGO	
	INSTRUCCIO				
		TITULO			
	A V	ERIA REPARA	ð A		
vados		-			
ha sido producida i	nor otia averia indique	s cual:			
no side producide	our or a averia marque				
ha producido otras	averias o doños indigi	uelos			
ha producido otras	averias o doños indíq	uelos:			
ha producido otras	averias o daños indíq	uelos	Man Sale - Ville - Sale - Grand - Gran		
DE OBRA   NORAS	averias o doños indíqi	uelos:	RESPETOS CONSUR		
DE OBRA   NORAS	averias o daños indíq	CODIGO	Man Sale - Ville - Sale - Grand - Gran		CAI
DE OBRA   WORKS	averias o doños.indíq	uelos:	RESPETOS CONSUR		CAI
DE OBRA   NORAS	averias o doños.indíq	uelos:	RESPETOS CONSUR		CAI
DE OBRA   WORKS	averias o doños.indíq	uelos:	RESPETOS CONSUR		CAI
DE OBRA   WORKS	averias o doños.indíq	uelos:	RESPETOS CONSUR		CAI
DE OBRA   WORKS	averias o doños.indíq	uelos:	RESPETOS CONSUR		CAL
DE OBRA   WORKS	averias o doños.indíq	uelos:	RESPETOS CONSUR		CAI
DE OBRA   WORKS	averias o doños.indíq	uelos:	RESPETOS CONSUR		CAI
DE OBRA   WORKS	averias o doños.indíq	uelos:	RESPETOS CONSUR		CAI
DE OBRA   WORKS	averias o doños.indíq	uelos:	RESPETOS CONSUR		CAN
	eparacion realizado:	eparacion realizados	INSTRUCCION DE MANTE TITULO  A VERIA REPARA  vodos  paración realizados: ha sido producida por otra averia indíque cual-	A V ERIA REPARADA  roados  eparación realizados  ha sido producida por otra averia indíque cual:	INSTRUCCION DE MANTENIMIENTO  TITULO  A VERIA REPARADA  vodos  paración realizados  ha sido producido por otra averia indíque cual:

FIRMA DEL OFICIAL DE MAQUINAS

VO BO JEFE DE MAQUINAS

Figura 5

Naturalmente, para que el sistema sea eficiente, es preciso que los datos sean recogidos y procesados inmediatamente en un ordenador instalado a bordo o en tierra.

Los resultados de los procesos seguidos pueden presentarse en forma de listados numéricos, en forma de gráficos en pantalla simplemente, por accionamiento de una señal luminosa o acústica.

Por otra parte, estas indicaciones, debidamente tratadas y memorizadas, pueden dar no solamente el estado actual de la máquina, sino darse en forma de análisis de la tendencia de las desviaciones a lo largo del tiempo.

#### 1.2.2.1. Condición actual

Entre los sistemas de vigilancia de la condición actual que se han desarrollado recientemente describimos a continuación uno de los más extendidos, que utiliza sensores instalados en un motor diesel marino, y el tratamiento subsiguiente de la información por ellos recogida.

El sistema (1) está constituido por sensores instalados en cada uno de los cilindros y conectados a un conjunto de módulos de un sistema de alarma y de módulos de un sistema electrónico digital, que comprende un microprocesador (fig. 8-A). También puede estar conectado a un

sistema de procesamiento más elevado, que comprende un registrador de datos (fig. 8-2), que permite presentar los datos más adaptados a los objetivos del mantenimiento, en un nivel más desarrollado (fig. 8-B). El sistema puede completarse con la conexión, a través de un enlace de telex (figs. 8-4, 5 y 6), a un ordenador instalado en la oficina del armador (fig. 8-7), del que puede obtenerse una información comparativa con datos obtenidos anteriormente o de otros buques de la misma compañía.

El conjunto de sensores instalados en cada cilindro y sus funciones son las siguientes:

- a) Sensor para la medida de la presión en el cilindro, se halla situado en la culata, acoplado a un taladro (2) que llega hasta la cámara de combustión (figs. 9-1 y 10). El sensor dispone de una llave de indicador que conecta un transductor de presión con la cámara a través de un diafragma y un aislamiento térmico. La señal emitida se transmite a una pantalla, donde se presenta en forma de diagrama de tiempo-presión (fig. 11) (3).
- b) Sensor para la medida de la temperatura en la cámara de combustión (fig. 12) (4). Está instalada en el interior de un taladro practicado en la culata que llega hasta las proximidades de la pared interior de la cámara de combustión (fig. 13). La señal emitida por el sen-

#### HISTORIAL DE MAQUINAS

	MADUINA O EDUIPO			
FUNCION	MARCA/TIPO	CODIGO	FABRICANTE	N <sup>Q</sup> DE SERIE

N <sub>G</sub>	MANTENIMIENTO						19	*									BRIM		9					
"	MARIERIMIERIO	ENE	FEB	MAF	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ост	HOM	ж	ENEF	EBA	AFFA	BRIM	M	H JU	LAG	CSEF	ОСТ	NOV	ою
																		T						
																		T						
																		T		T				
													1					T		T	T			
																		T						
													1		-			T		1				
																		1	1	T				
																1		T		1	T			
															1	1	1	T		T	T			
																1	$\top$	1		1	T			
																		1						
												-	1					1			T			
													1	1		1		T		1	1			
															1									
																	1							
		1												9					-	1				
																		T						
								-	-											1	1			
			20							7														
										1								1		T				
														1	1	1		1						
															1			1						
				9																				
																		I						

Figura 6

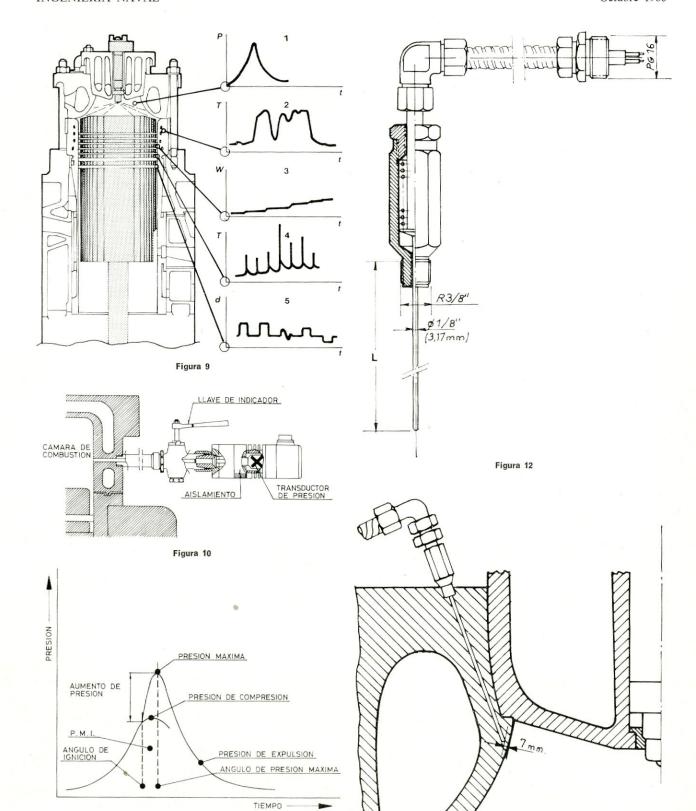
	(00%	FEC	-
LEMENTO	AVERIADO		
	FUNCION A BORDO	MARCA/TIPO	CODIGO
MAQUINA			
ELEMENTO			
	SERVICIO DE	SITUACION	DIAMETR
VALVULA			
TUBERIA			
CABLE ELEC.			
	SERVICIO DE	CAPACIDAD	ESPESOR DE CHAPA
TANQUE	CAR SECURIS CONTRACTOR		DE CHAPA
	IDENTIFICA	CION	ESPESOR DE CHAPA
CUBIERTA	IDENTIFICA	CION	DE CHAPA
MAMPARO			
CHAPA DE			-
FORRO REFUERZO			-
			-
POLIN			
	EN EL BUQUE		
OTROS ELEMENTOS ITUACION DESCRIPCIÓ	EN EL BUQUE		
OTROS ELEMENTOS ITUACION DESCRIPCIÓ	EN EL BUQUE		
OTROS ELEMENTOS ITUACION DESCRIPCIÓ	EN EL BUQUE		
OTROS ELLMENTOS LITUACION DESCRIPCIO	EN EL BUQUE	O OBSERVADO	
OTROS ELLMENTOS LITUACION DESCRIPCIO	EN EL BUQUE  ON DE LA AVERIA O DEFECT  N PROPUESTA  NECESARIOS ANTES DE LA I	O OBSERVADO	MFICAR .
OTROS	EN EL BUQUE  ON DE LA AVERIA O DEFECT  N PROPUESTA  NECESARIOS ANTES DE LA I	O OBSERVADO  REPARACION  LIMPIAR TANQUES DESGAS	IFFICAR .

Figura 7

A В C 00

- 1.—Unidad de un cilindro.
  2.—Registrador de datos.
  3.—Cuadro de teclado e indicación.
  4.—Máquina de escribir.
  5.—Perforadora de telex.
  6.—Enlace de telex.
  7.—Ordenador.

Figura 8

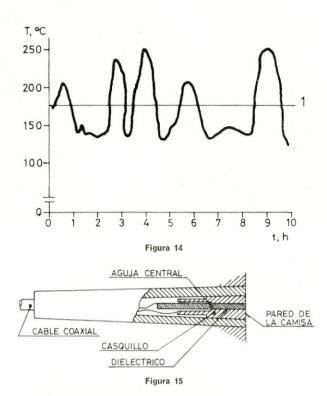


sor se procesa y se presenta en pantalla (fig. 9-2) o se le da un tratamiento posterior, comparando los resultados en tanto por ciento de desviación con relación a la temperatura teórica o experimentada en motores iguales (figura 14).

Figura 11

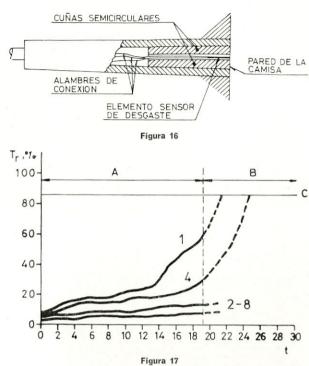
c) Sensor para la temperatura superficial de la camisa (2) (fig. 15). El objeto de este sensor es determinar aumentos relativamente pequeños de la temperatura que se producen como consecuencia de la rotura de la película de lubrificación que separa los aros de la camisa. Las señales se procesan de forma que se recojan en un mismo diagrama los datos de cada uno de los cilindros (figura 9-4), destacando las puntas del gráfico de aquellos en que se produce el contacto directo.

Figura 13



d) Sensor de desgaste de la camisa. Ya que el aumento del desgaste de la camisa es progresivo, pero lento, suele ser suficiente comprobarlo de tarde en tarde con ocasión de reconocimientos de otras partes del cilindro, pistones o culatas. Sin embargo, la presencia del rozamiento directo entre aros y superficie interior de la camisa puede acelerar anormalmente el desgaste. Ello justifica la instalación de un sensor especial para la medida del desgaste de la camisa (fig. 9-3) instalado a paño con la pared de la misma y que se desgasta al mismo tiempo que ésta (fig. 16). La señal puede transmitirse al sistema de alarma en caso de superarse el límite de desgaste admisible o integrarse con los datos obtenidos en anteriores ocasiones, representándose en la pantalla el progreso del desgaste de un cilindro aislado o del conjunto de cilindros (fig. 17).

e) Sensor para la determinación del estado de los aros del pistón. Alojado en un taladro que llega hasta las proximidades de la pared interior de la camisa (fig. 9-5), ac-



túa por variación de la permeabilidad magnética al pasar el pistón y cada uno de sus aros por delante del sensor. Las señales son transmitidas al ordenador, que las transfiere a una pantalla el estado comparativo de cada uno de los aros de un cilindro (fig. 18). La forma del diagrama indica si el aro está completo, desgastado, si falta un trozo o si son las puntas del aro las que pasan frente al sensor.

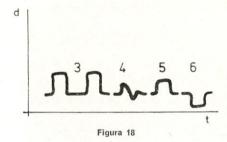


Tabla II

CUADRO DE GRAVEDAD DE LA VIBRACION

Velocidad de la vibra- ción en in/sec.	Calif. gravedad	Clasificación de la gravedad
Más de 0,6	Muy fuerte	Gran nivel de vibración. Se considera potencialmente inseguro. Se requiere análisis detallado de la vibración para identificar la causa. La vibración excesiva puede ocasionar la rotura de la película de lubricación. Conviene parar la máquina.
0,4 a 0,6	Fuerte	Se considera arriesgado. Se requiere análisis detallado de la vi- bración para identificar la causa. Se espera un rápido des- gaste. Se requiere realizar ensayos de vibración más frecuen- tes para detectar posteriores aumentos. Programar repara- ciones.
0,2 a 0,4	Ligeramente fuerte	Posibles defectos. Se requiere análisis detallado. Continuar ensa- yos periódicos. Programar reparación si es preciso.
0,1 a 0,2	Aceptable	Defectos menores. Continuar ensayos periódicos por si hay aumentos.
0,0 a 0,1	Bueno	Equipo bien equilibrado y bien alineado típico.

Tabla III
CAUSAS DE VIBRACION

Causa probable	Frecuencia H <sub>z</sub>	Indicación amplitud	Observaciones
Desequilibrio.	n	Proporcional al desequilibrio principalmente radial.	
Desalineación, mal acopla- miento.	n, 2n, 3n	Radial y/o axial.	La indicación principal es axial y a menudo excede a la radial.
Engranaje, un diente roto.	n n	Radial.	La curva no es sinusoide. Tie- ne picos, c o n intervalos planos.
Engranaje, superficie en- volvente en mal estado.	$n \times g$	Radial.	Causa más frecuente de rui- dos del engranaje.
Motor eléctrico.	f	Radial, generalmente bajo.	
Motor magnético.	2f	Radial, generalmente bajo.	Fuerzas magnéticas que fluc- túan en el entrehierro en- tre el rotor y el estator.
Paleta o impulsor. Fuerzas aerodinámicas sobre pa- la de ventilador.	$n \times \nu$	Radial.	
Anillo en mal estado.	Múltiplo de r. p. m./60	Errático.	Los anillos de gran velocidad pueden ser inmovilizados con luz estraboscópica.
Cojinetes de bolas.	Varios, desde menos de n hasta muy altos.	Radial generalmente de baja amplitud.	
		Usar indicadores de acelera- ción de alta frecuencia.	

#### Símbolos:

n = r. p. m. de la máquina/60.

g = número de dientes.

ν = número de paletas o palas.

f = frecuencia de la corriente.

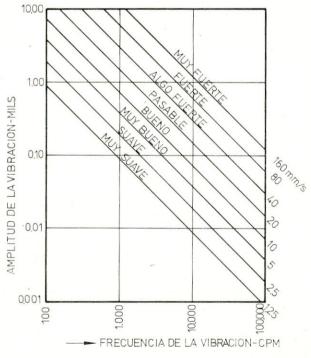
También puede comprobarse el estado actual de una máquina rotativa, de una forma indirecta, midiendo las vibraciones. Está comprobado que en un alto porcentaje de casos el fallo de una máquina viene anunciado por un aumento considerable de la vibración de la misma (6), y en cualquier caso las vibraciones son una indicación de alguna clase de imperfección en ella. Causas corrientes de vibraciones son el desequilibrado, la falta de alineación, el mal estado de los cojinetes, etc. Por su parte, el análisis de vibraciones permite detectar defectos inminentes, es relativamente fácil de medir y señala su fuente, a través del análisis de la frecuencia.

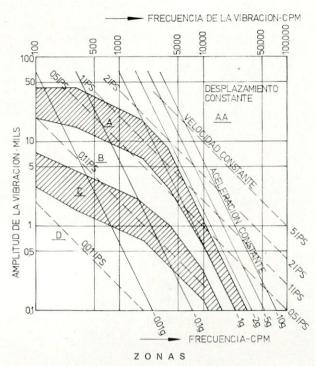
Aunque no se pueden dar valores absolutos de admisibilidad, existen varios criterios para establecer ésta. La tabla II da unos niveles de gravedad de acuerdo con la velocidad de la vibración, y la tabla III permite identificar la causa de la vibración.

Las figuras 19 y 20 nos presentan dos ábacos que nos definen las zonas de peligrosidad creciente en función de las frecuencias, amplitudes y velocidades de la vibración.

La gravedad de una vibración es función de la frecuencia y de la amplitud de la velocidad, y por ello no basta conocer la amplitud, sino que es preciso analizar la frecuencia componente de una vibración dada (espectro de frecuencia) (fig. 21) (7).

Los aparatos de medida de las vibraciones consisten, en general, en una palpador que genera una corriente proporcional a alguna de las características de la vibración (velocidad, amplitud o aceleración) y de un medio





- AA.—Peligroso. Parar inmediatamente para evitar la avería.
- A.—Proximidad de avería. Corregir antes de dos días para evitar el fallo.
- B.—Defectuoso. Corregir antes de diez días para ahorrar gastos de mantenimiento.
- C.-Defectos menores. Su corrección gasta dinero.
- D.-Sin defectos. Típico equipo nuevo.

de presentar gráficamente los resultados. Para las vibraciones de baja frecuencia se utilizan los de los dos primeros y para altas frecuencias los de aceleración.

#### 1.2.2.2. Análisis de tendencias o mantenimiento predictivo

Más importante aún que conocer el estado actual es poder predecir con el mayor rigor posible cuándo puede llegar a producirse un fallo o, mejor todavía, cuándo puede comenzar el peligro de que se produzca.

La posibilidad de acumular los datos obtenidos en sucesivas comprobaciones y representar los resultados en forma gráfica (8) (fig. 22) permite determinar, por extrapolación de la curva de tendencia, en qué momento  $t_{\rm L}$  puede un determinado parámetro  $\zeta$  alcanzar el valor límite  $\zeta_{\rm L}$ .

Si a ese tiempo  $t_L$  se le puede fijar un margen de tiempo previo  $\Delta t$  que llamaremos «tiempo de salvaguardia» pa-

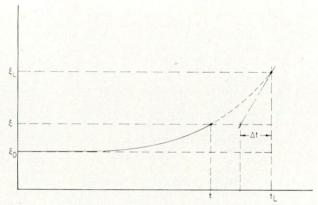
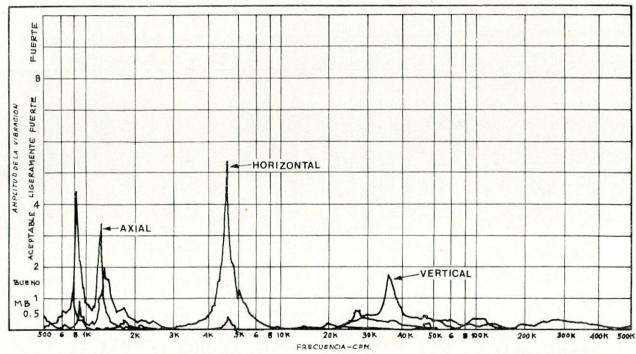


Figura 22



MAQUINA TURBINA	AMPLITUD SIN FILTRO 6.6-8.0 4.0 6-13	
SITUACION	RECORRIDO DE LA AMPLITUD	
FUNCION (RPN.CARSA.TEMPETC) Propulsor 82 Tpm.	MILS IN/SEC 9	
Secundario 492 rpm.	CON FILTRO AGUDO AMPLIO	
Turbina 4612 rpm.	TIPO PALPADOR SUELOCIDAD SACEL. NC	
	POSICION DE LA MEDIDA	

Figura 21

INGENIERIA NAVAL Octubre 1980

ra preparar la necesaria reparación, incluidos gestión de respetos y selección del lugar y momento óptimo para realizarla.

Siempre que

$$\frac{d\zeta}{dt} < \frac{\zeta_L - \zeta}{\Delta t} \tag{1}$$

se podrá programar adecuadamente su ejecución de forma que no suponga ni retraso ni gasto extraordinario sobre el intrínseco de la reparación, objetivo último del mantenimiento preventivo.

#### 2. APLICACIONES

El mantenimiento programado es aplicable a todo el buque, si bien, en general, no será el mismo equipo humano el que lleve a cabo las instrucciones de mantenimiento, bien porque pertenecen a áreas de distinta responsabilidad (por ejemplo, casco, máquinas) o porque, dentro de un mismo área, son elementos de distinta naturaleza, por lo que conviene no mezclar en el mismo programa grupos de actividades muy diversos. Así podemos dividir el mantenimiento en cuatro grupos:

- a) mantenimiento del casco
- b) mantenimiento mecánico
- c) mantenimiento eléctrico
- d) mantenimiento electrónico

aunque los dos últimos grupos pudieran ser realizados por el mismo equipo.

Los inconvenientes del sistema están ya apuntados, en lo que se refiere a aquellas instrucciones que suponen un desmontaje costoso y en cuanto a la sustitución sistemática de determinadas piezas, estén o no deterioradas. Asimismo aquellas instrucciones que, sin suponer un gran

coste, pueden ser realizadas con otros medios en menos tiempo, disminuye la ocupación del personal de a bordo, que tan escaso suele ser para las necesidades del buque.

Por su parte, los sistemas de vigilancia de la condición suelen estar desarrollados para su aplicación a máquinas específicas. Así hemos descrito sensores para motores diesel, medidas de vibraciones para máquinas rotativas. Esto nos lleva a la necesidad de combinar unos sistemas y otros, sustituyendo determinadas instrucciones de mantenimiento programado por otras que utilicen acciones similares con los otros métodos.

Por otra parte, muchas de las instrucciones programadas no tienen posibilidad de equivalencia —al menos por el momento— con los otros métodos, como pueden ser la limpieza de elementos, reconocimiento de juntas, apretado de prensaestopas, etc.

Las tablas IV, V y VI (7) nos dan una orientación de cómo seleccionar el tipo de mantenimiento o método de comprobación aplicable a cada máquina o equipo. Esta selección puede incluir la decisión motivada por el coste y la disponibilidad de personal para realizarla.

Mientras que la comprobación de medidas tomadas directamente sobre piezas desmontadas es realizable por cualquier personal a bordo, la toma de vibraciones y la interpretación de los resultados de éstos y de otros métodos ya no es accesible a todos los niveles, e incluso necesita de personal especializado ajeno al buque.

#### 3. ESTIMACION DE COSTES

El coste del mantenimiento varía mucho de un buque a otro, dependiendo del tipo de buque, del número y complejidad de sus servicios, del número de máquinas, del tamaño, etc. Como ejemplo, la tabla VII muestra las medias mensuales, durante cinco años, de horas-hombre en dos cargueros polivalentes y en un ferry. Mientras los

Tabla IV
TURBOALTERNADOR

	Turbina	Cojinetes de turbina	Alternador	Cojinetes de alternador	Engranaje	Cojinetes de engranaje	Enfriador de aceite	Bombas de aceite	Sistema de Iubricación	Enfriador de aire	Aparatos de medida	Desconexiones de seguridad	Apretado de tirantes	Reconocimientos
Mantenimiento programado									×			×	×	×
Mantenimiento correctivo														
Vigilancia de la condición:										-				
Análisis de vibraciones	×	×	×	×	×	×		×		26				
Medición de impulsos				×				×				- 1		
Comportamiento - presión	×							×	×					-
Comportamiento - temperatura	×			1			×		×	×				
Inspecciones visuales	×				×				×	×			×	
Comprobación de funcionamiento										100	×	×		e .
Medida de aislamientos			×					×						

Tabla V
COMPRESOR PRINCIPAL

	Motor	Compresor	Acoplamiento	Refrigeradores de aire	Bomba de aceite	Aparatos de medida	Desconexiones de seguridad	Lubricación	Apretado de tirantes	Reconocimientos
Mantenimiento programado								×	×	×
Mantenimiento correctivo										
Vigilancia de la condición:			S. E.	2						
Análisis de vibraciones	×	×	1							
Medición de impulsos	×									
Comportamiento - presión		×			×			×		
Comportamiento - temperatura		×		×						
Comportamiento - caudal		×								
Inspecciones visuales			×			×	×		×	
Comprobación de funcionamiento		-				×	×			
Medida de aislamientos	×									

Tabla VI SISTEMA DE GAS INERTE

	Ventiladores	Motores	Acoplamientos	Lubricación	Purgas de la carcasa	Bombas	Motores de bombas	Acoplamiento de bombas	Sellado de la cubierta	Eliminador de niebla	Torre de lavado	Tuberías de A. S.	Tuberías de gas	Válvulas de cubierta	Válvulas de tanque	Válvulas de seg. de calderas	Aparatos de medida	Equipo y desconexiones seg.
Mantenimiento programado			×	×					×	×	×	×	×	×	×	×		
Mantenimiento correctivo							- 45											
Vigilancia de la condición:					=	-												
Análisis de vibraciones	×	×		Quarter 1		×	×	×										
Medición de impulsos	×	×				×	×	Sign										
Comportamiento - presión						×				×	×				1	313		
Comportamiento - temperat.											×							
Comportamiento - amperios.		×				×	×				-							
Inspecciones visuales	×	100	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×		
Comprob. fugas/corrosión .				18		×			×	×	×	×	×	×	×	×		
Pruebas de funcionamiento.				-										×	×	×	×	×
Medida de aislamientos		×					×			18.5								
Ensayos ultrasónicos								136				×	×	1	13.6	da		

cargueros tienen un solo motor propulsor de seis cilindros, el ferry tiene cuatro motores de 12 cilindros. En motores auxiliares la diferencia es de tres motores de 12 cilindros por cinco de ocho cilindros.

Tabla VII

MEDIA MENSUAL DE HORAS-HOMBRE PARA
MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Año	Carg. poliv.	Carg. poliv.	Ferry
1	190,62	199,62	1.066,25
2	199,83	196.76	1.066,83
3	180,87	198,20	1.083,33
4	190.00	208.04	1.111,16
5	190,12	199.12	1.147,41

Refiriéndonos al capítulo de bombas, existen 26 en cada carguero por más de 200 en el ferry. Esto explica fácilmente la relación de una a cinco de las horas-hombre de mantenimiento.

La tabla VIII presenta una estimación del porcentaje de horas-hombre de mantenimiento programado susceptibles de ser sustituidos por los procedimientos de vigilancia de la condición antes descritos.

Tabla VIII

HORAS-HOMBRE/MES SUSTITUIBLES POR
VIGILANCIA DE LA CONDICION

	Carg. poliv.	Carg. poliv.	Ferry
Mantenimiento pro- gramado Horas-hombre susti-	192,09	200,35	1.095,59
tuibles % reducción	74,41 38,73	83,41 41,63	288,66 26,34

No obstante, el coste de mantenimiento no es sólo las horas-hombre dedicadas al aspecto preventivo, sino que, como indicábamos en la introducción, el mantenimiento es la suma de la inversión en la prevención de averías, más el coste de las reparaciones, más el consumo de respetos, más el incremento debido a la parada superflua del buque, entendiendo por tal la obligada por la reparación de la avería exclusivamente.

Del libro «Terotecnología naviera» (8) hemos extraído la tabla IX, que se refiere al porcentaje de coste global del mantenimiento en relación con el tipo de buque. La reducción de esos porcentajes es el objetivo del mantenimiento preventivo, utilizando todos los recursos que se nos ofrecen.

#### 4. NECESIDADES DE PERSONAL Y EQUIPO

Volviendo sobre la tabla VII observamos que la carga de trabajo estimada en número de hombres en jornada normal dedicados exclusivamente al mantenimiento sería de algo más de una unidad en el caso de los cargueros y de siete en el caso del ferry. Podemos considerar que los otros tipos de buques están situados entre ambos valores. Pero no es sólo la carga de trabajo la que define el personal necesario, sino más bien el tipo de servicio que desarrolla el buque y la saturación del tiempo hábil del personal en la vigilancia del funcionamiento del buque o en ocupaciones específicas del servicio del mis-mo. Las circunstancias de la navegación, si se trata de un buque de líneas regulares o de un buque tramp, de viajes largos y espaciados o de viajes cortos y frecuentes, también influyen sobre la decisión de repartir la carga entre el personal de a bordo, o de embarcar personal extra, o de realizar gran parte o todo el mantenimiento a la llegada al puerto.

Análogamente, la instalación a bordo de un buque ya construido de un sistema de sensores y el equipo elemental de alarma es relativamente sencillo (7) y no re-

Tabla IX

PORCENTAJE DEL COSTE DEL MANTENIMIENTO EN EL
COSTE TOTAL DE EXPLOTACION (\*)

Tipo de buque	TPM	Año de construcción	%
Mixto de carga y pasaje.	6.000	1964	12,3
Granelero	36.000	1968	11,9
Petrolero	100.000	1968	11,0
Granelero	40.000	1968	9,0
Granelero	75.000	1969	9,1
Petrolero	200.000	1970	9,0
Carga general	10.000	1970	9,0
Carga general	7.000	1970	7,0
Granelero	150.000	1971	7,3
O.B.O	113.000	1971	7,7
Carga general	8.200	1972	9,0
Petrolero	50.000	1974	6,7
Petrolero	100.000	1974	5,0
O.B.O	60.000	1974	4,0
Petrolero	300.000	1974	3,6

<sup>(\*)</sup> Datos de 1974.

quiere espacios adicionales importantes. Pero si se trata de montar un sistema eficaz de vigilancia de la condición con análisis de la tendencia, se necesita, además de la inversión en el ordenador y su equipo complementario, disponer del espacio adecuado a bordo para su instalación, del que no siempre se dispone en un buque en el cual inicialmente no se tenía prevista tal circunstancia. Por otro lado, la disponibilidad a bordo de un equipo de medición de vibraciones y, sobre todo, de personal especializado en su manejo e interpretación es más bien problemático.

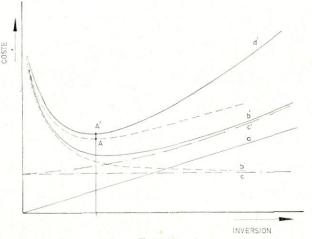


Figura 23

A

A

C

B

B

INVERSION

Figura 24

Volviendo al diagrama de la figura 1, se puede interpretar sobre él el efecto de cada uno de los tres métodos de mantenimiento preventivo:

- a) Mantenimiento programado: el aumento de inversión se traduce en una reducción de las frecuencias entre dos operaciones consecutivas, que a su vez deriva en un aumento del consumo de respetos: la recta c se convierte en una curva ascendente, a partir del consumo mínimo (figura 23).
- b) Vigilancia de la condición actual: sería el diagrama representado.
- c) Mantenimiento predictivo: reduce la posibilidad de la reparación y el valor de ésta, al realizarse en las condiciones óptimas: la curva **b** quedaría por bajo de la representada (fig. 24).

#### 5. CENTRALES DE MANTENIMIENTO

No cabe duda de que el tema que hemos expuesto es conocido, ya que interesa profundamente a una gran mayoría de las compañías navieras nacionales y extranjeras. Son bastantes menos las que han abordado el problema y menos aún las que lo están afrontando en la práctica, algunas de ellas disponiendo de talleres propios de apoyo situados en puertos a manera de bases de operaciones de la compañía.

Para muchas otras las dificultades señaladas en el punto anterior impiden la puesta en práctica de un sistema eficaz de mantenimiento. Incluso en muchos casos la preocupación del personal directivo o responsable de la compañía por los problemas inmediatos de la explotación del buque no les permite prestar atención a problemas que no siempre representan un riesgo inmediato, como es el de mantenimiento.

La implantación de un sistema de mantenimiento requiere:

- a) Un estudio previo del coste de las averías que pueden producirse, mediante el análisis estadístico del comportamiento de los distintos elementos (banco de datos [9]) o del historial del propio buque.
- b) Hacer una estimación de lo que se espera ahorrar con cada uno de los métodos, allí donde sea posible aplicarlos.
- c) Estudiar el coste de los distintos métodos en la extensión en que cada uno puede ser aplicado.
- d) Comparar las distintas posibilidades que se ofrecen, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos humanos para realizarlas.

Una organización que pudiera realizar no sólo este estudio, sino que pudiera ofrecer el equipo técnico y profesional para la ejecución completa del mantenimiento, esto es, que desarrollase el programa o calendario de instrucciones, instalase el sistema de sensores, manejase los aparatos de medida, desmontase, limpiase, corrigiese y reparara los elementos deteriorados, contando con talleres o astilleros de apoyo concertados distribuidos en una red de puertos-base estratégicamente situados para atender las necesidades de los usuarios, sería, sin duda, un paso importante no sólo para solucionar los problemas de muchos armadores que no están, por el momento, en disposición de abordarlos, sino que permitiría recopilar información de los equipos de muchos buques mediante un banco de datos y, como consecuencia, aumentar la fia-bilidad de sus elementos constitutivos y, en definitiva, mejorar el rendimiento del buque.

#### **BIBLIOGRAFIA**

- SLETMO, Kristian: «Control del estado de los motores diesel». Boletín ASEA 1979, núm. 1.
- HAMMARSTRAND, N.: "Cylinder condition monitoring by direct measurement". Bol. AICN-A78/0659.

- FAGERLAND, H., y ROTHAUG, K.: «Monitoring and diagnosing process deviations in marine diesel engines». Norwegian Maritime Research 2/1979.
- FAGERLAND, H.: «Condition monitoring of medium speed engines». Norwegian Maritime Research n.º 1/1978.
- SANDTORV, H.; FISKAA, G., y RASMUSSEN, M.: «Datatrend, a computerized system for engine condition monitoring and predictive maintenance of large bore diesel engines». AICN-A79/1140.
- DE JONG, W.: «Condition monitoring, trend analysis and maintenance prediction for ship's machinery». TNO Report n.º 190 M. April 1974.
- SPEED, S.; SMEDLEY, R. B., y LOYNES, D. N.: "Condition monitoring and maintenance four years fleet experience". Inst. Mar. Eng. Oct. 1977.
- CHORRO, R.; DE RAMON, J. I., y POLO, G.: «Terotecnología naviera». E. T. S. I. N.
- DE ESPONA, J.: «Fiabilidad de los sistemas a bordo». Semana Int. de Automática en la Marina. Barcelona, mayo 1975.

Otras obras consultadas (sin referencia):

- TIDEKRANS, H. I.: «Dos nuevos sensores para controlar el estado de los motores diesel marinos». Boletín ASEA 1979, n.º 1.
- HANSEN, A.: «Diesel engine condition monitoring and preventive maintenance using shipboard computer». AICN-A79/1144.
- SIVERTSEN, O. M., y MARTENS, O.: «A computer-based instrumentation system for steam turbine machinery». AICN-A79/1145.
- HASSELBACHER, F.: «A standardized main engine diagnostic system». AICN-A78/0655.
- GRZYWACZ, S.; GULBINSKI, J., y LISTEWNIK, J.: «The mainbearings load as a diagnostic factor in diesel engine condition monitoring». AICN-A78/0656.
- NORRIS, A.: «Sea trials-ship and machinery performance». Marine Engineering Review. Junio 1979.
- MONCEAUX, F.: «Computer use for monitoring and maintenance improvement of ship propulsive plants». AICN-A79/1146.
- RODSTEN, S.: «Equipos de automatización marina ASEA para ocho buques-tanque de Shell». Boletín ASEA 1977, n.º 5.
- PANADERO, J.: «Mantenimiento preventivo». AICN 2/77. Mayo 1977.

#### DISCUSION

#### Sr. Avilés Uruñuela

El mantenimiento por condición supone un cierto nivel de mantenimiento programado; como simultáneamente se estudia el estado del sistema o equipo, se pueden diagnosticar futuros fallos antes de que se produzcan. En consecuencia, se pueden realizar correcciones al plan de mantenimiento programado de forma que se efectúen únicamente las acciones de reconocimiento e inspección que sean necesarias.

Con ello se cumplen simultáneamente dos objetivos: cubrir el riesgo del mantenimiento correctivo (barato en previsión y caro en consecuencias) y reducir al mínimo el gasto del mantenimiento programado (caro en previsión y barato en consecuencias). Teniendo en cuenta también el coste que acarrea el mantenimiento por condición, en cada caso se puede hacer un balance y establecer el grado de mantenimiento de uno u otro tipo que cada equipo precisa.

Bajo un punto de vista teórico y para equipos cuya inmovilización supone un fuerte montante por lucro cesante, está claro que el ideal es el mantenimiento por condición, con un mínimo de acciones preprogramadas.

#### El autor

Estoy de acuerdo con su opinión, pero quisiera matizar un poco el sentido de la corrección del mantenimiento programado por medio de la vigilancia de la condición. INGENIERIA NAVAL Octubre 1980

Creo más bien que el mantenimiento programado debe incluir, como una instrucción más de mantenimiento, la observación de la tendencia realizada a través de los métodos disponibles de vigilancia de la condición y, según el resultado del análisis de aquélla, ejecutar o no la acción material de desmontar para la inspección directa o para la sustituicón de las piezas en trance de ser consideradas como inútiles.

En cualquier forma, todas las operaciones que no son susceptibles de ser sustituidas por un medio de detección, como limpieza, vigilancia de la corrosión, etc., deben realizarse de acuerdo con el programa establecido.

Resto de la discusión según notas tomadas durante la misma

#### Sr. López Polo

De acuerdo con que las recomendaciones para el mantenimiento sean perfeccionables, tanto en la redacción de las instrucciones como en la estimación de frecuencias y tiempos de ejecución. Pero es más importante el registro de la evolución hacia ese perfeccionamiento. ¿Dónde y cómo se puede generar esa estadística y cómo conservarla?

#### El autor

En el seguimiento del mantenimiento ya se tienen en cuenta las modificaciones en el aspecto cuantitativo y los archivos propios de cada buque permiten analizar en cada caso la evolución. En cuanto a las modificaciones de las instrucciones en sí, pueden seguirse por los archivos de operaciones, ya que su codificación es la misma para cualquier buque. El que cada organización tenga su propio archivo permite conocer todo lo relativo a los buques por ella cubiertos. Si se pudiera establecer una normalización de los códigos de las diferentes empresas dedicadas a la planificación del mantenimiento, se podría tener un archivo común a un número de buques mucho mayor.

#### Sr. Zapata

¿Contemplan los programas de mantenimiento las exigencias de la Administración y de las sociedades de clasificación para el reconocimiento continuo?

#### El autor

Al tener en cuenta el programa de mantenimiento todas las operaciones de reconocimiento incluyen necesariamente aquellas exigidas por las entidades citadas, con su frecuencia respectiva y con la indicación expresa de inspección por los representantes de las mismas. El reparto de la carga de trabajo que requiere su ejecución se obliga a que cumpla la condición exigida por el reconocimiento continuo.

#### Sr. Torres

En general, los programas de planificación van bastante bien y se consigue una buena conservación de los

buques. La dificultad está en que, cuando algún reconocimiento exigido por la Administración española está programado, el buque no pueda tocar puerto español. ¿No se podría hacer una delegación de poderes en la sociedad de clasificación? Otro punto es: ¿qué pasa cuando el programa, en su conjunto, no se puede cumplir?

#### El autor

La dificultad expuesta ha de ser resuelta por la Administración y, en mi opinión, si el programa está debidamente seguido y su eficacia comprobada, será más fácil que la Administración confíe la revisión a terceros y, ¿por qué no?, a los propios jefes de máquinas del buque. En cuanto a la pregunta de qué pasa si el programa no se cumple, entiendo que en éste no deben figurar más que aquellas operaciones que son absolutamente necesarias para el buen funcionamiento del buque. Si éstas no se hacen el buque fallará. El armador deberá valorar qué le cuesta seguir el programa, utilizando personal extraordinario si es preciso, y qué le cuestan las reparaciones, detenciones del buque, pérdidas de fletes, etc., y ver qué le conviene más económicamente.

#### Sr. Bofill

En motores de dos tiempos de grandes potencias el reconocimiento programado no es demasiado conveniente. Cada grupo de cilindros es independiente. A veces toca reconocer el pistón que está en buen estado y, sin embargo, el que está en condiciones precarias no le toca hasta dentro de seis meses. En esos casos es más conveniente conocer el estado en cada momento y reconocer sólo aquellos que estén en peores condiciones.

#### El autor

Creo que en mi respuesta al señor Avilés ya apuntaba que la existencia de un programa de mantenimiento no es incompatible con la existencia de un sistema de vigilancia de la condición o de análisis de la tendencia. Precisamente una instrucción de mantenimiento puede ser la comprobación periódica de las lecturas de unas y otras para obrar en consecuencia.

#### Sr. Boeta

A cada armador le conviene una acción distinta, según su caso. El programa de mantenimiento debe ser algo dinámico que se acople a las circunstancias. Entendemos que en cualquier caso es rentable. Las tripulaciones llevan normalmente bien las revisiones que podemos llamar de funcionamiento. El programa debe dar una buena distribución de las revisiones que no son de rutina y el armador proveer los medios para realizarlas según sus necesidades y sus posibilidades.

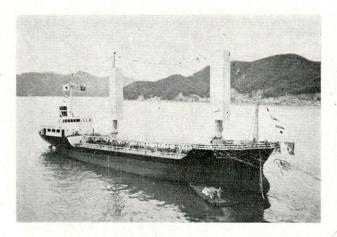
#### El autor

Creo que es una opinión coincidente con lo que se ha venido diciendo. En las posibilidades del armador entra la valoración del coste y del riesgo y decidir la acción a tomar.

#### BARCOS

#### BOTADURA DEL PRIMER PETROLERO CON PROPULSION A VELA

En los astilleros de Nippon Kokan K. K. ha tenido lugar el día 1 de agosto la botadura del «Shin Aitoku Maru», petrolero de 1.600 TPM con propulsión auxiliar mediante velas desplegables, en la forma descrita en el número de esta Revista correspondiente al mes de agosto. El trabajo que entonces se publicó se refiere al mismo barco, si bien se ha añadido a su nombre la palabra «Shin», que significa «nuevo».



Esta botadura muestra que si no viento en popa, la propulsión a vela avanza y que la decisión de la Asociación de Ingenieros Navales de España al convocar una reunión en La Manga esta primavera sobre esta cuestión, antes que se hubiesen hecho reuniones de este tipo en cualquier otro país, no estaba ciertamente desencaminada.

#### LOS PRECIOS DE LOS BUQUES

Como viene siendo habitual, la revista «Fairplay» ha publicado su comentario sobre la evolución de los precios de los buques hasta finales de junio del presente año, cuyo contenido transcribimos a continuación:

Existen indicios de que la época de los precios antieconómicos de los buques está llegando a su fin, con algunos de los principales astilleros ofertando precios que reflejan con mayor aproximación el coste actual de construcción de un buque. Una razón es el hecho de que los astilleros japoneses tienen ocupada la mayor parte de su capacidad, recientemente reducida, y, por tanto, los astilleros de otros países se han animado a ofertar precios más altos. Otra razón es que los Gobiernos europeos están haciendo un intento más razonable para controlar el nivel de subsidios concedidos a sus astilleros. Liberado de la mayoría de las causas de su distorsión, el nivel de los precios actuales de algunos tipos de buques está ahora mucho más en línea con el coste real de construcción.

Para la evaluación del coste de los buques hipotéticos «Fairplay» sólo se consideran cuatro variables importantes: acero, maquinaria principal y auxiliar, servicios y pintura y gastos generales del astillero, más amortización, seguro, gastos de clasificación y un 5 por 100 de beneficio. Los armadores conocen perfectamente que el coste real de cualquier buque está sometido a varias influencias, tales como técnicas, políticas, directivas y financieras, pero parece razonable que el coste de un tipo de carguero estandar sea menor que el de un buque de proyecto especial. Teniendo en cuenta que las horas-hombre necesarias por buque se reducen de una forma no

lineal cuando aumenta el tamaño del buque, esto hace que el precio de los buques pequeños sea elevado en comparación con sus versiones mayores.

El interés por los pequeños cargueros se ha mantenido durante los últimos seis meses y el éxito del carguero de línea del tipo «SD 14» se ha reflejado en la actitud benevolente de los bancos hacia los armadores de tales buques. El coste del carguero hipotético «Fairplay» de 11.000/13.000 TPM se encuentra ahora muy cerca del precio de un buque similar disponible en el mercado.

Los costes estimados de los buques «Fairplay» se basan en la información obtenida de astilleros del Reino Unido, Escandinavia, Europa y Japón, y no se tienen en cuenta las ofertas de algunas áreas de construcción, tales como Corea del Sur, Estados Unidos y los países del Comecon. No se efectúa ningún descuento por el beneficio de contratos en serie, multas, cláusulas de revisión, condiciones especiales de crédito, subsidios u otros incentivos, y se supone que los buques se entregan un año después de la firma del contrato y que el pago se efectúa en el momento de la entrega. Los datos recibidos se convierten en libras esterlinas un mes antes de la publicación de los precios de los buques estandar.

Todos los precios se basan en cuatro grupos de coste principales: acero, 25 por 100; servicios y pintura, 11 por 100; equipo de cubierta, 10 por 100; maquinaria principal y auxiliar, 34 por 100, y el 20 por 100 restante incluye gastos generales, amortización, seguros, clasificación y un beneficio del 5 por 100.

Las características principales del carguero «Fairplay» son las siguientes: 11.000-13.000 TPM; shelter abierto/cerrado; eslora total, 140,2 m.; manga, 18,28 m.; puntal, 12,18 m., y calado, 9,14 m. Está propulsado por un motor diesel de 7.000 BHP, acoplado directamente a la hélice de cuatro palas y paso fijo, pudiendo alcanzar una velocidad en servicio de 15 nudos. Los escantillones y equipos del casco cumplen con las exigencias de las principales sociedades de clasificación y normas de seguridad internacionales. Dispone de alojamientos para una dotación de 35 personas.

A finales del pasado año se estimaba que el coste de este buque era de 5,5 millones de libras, frente al de 5,2 millones seis meses antes. El precio estimado a finales de junio pasado ha aumentado a 5,75 millones de libras, cifra que sería superior si se instalaban grúas de cubierta y amplias escotillas. Algunos armadores pueden desear la instalación de un motor diesel de velocidad media, que tiene un peso, incluido el reductor, menor que el del motor diesel lento, pero que la diferencia total en el coste sería pequeña.

					LIBRA	S/TPM
				Precio (libras)	Shelter cerrado	Shelter abierto
31	de	diciembre de	1970.	1.380.000	106,15	125,45
31	de	diciembre de	1971.	1.800.000	138,46	163,63
31	de	diciembre de	1972.	2.000.000	153,85	181,81
31	de	diciembre de	1973.	2.800.000	215.38	254,54
31	de	diciembre de	1974.	3.700.000	284,61	336,36
31	de	diciembre de	1975.	4.150.000	319,23	377,27
31	de	diciembre de	1976.	4.400.000	338,46	400,00
31	de	diciembre de	1977.	4.700.000	361,15	427,27
31	de	diciembre de	1978.	5.000.000	384,61	454.54
30	de	iunio de 1979		5.200.000	400.00	472,72
30		diciembre de	1979.	5.500.000	423.08	500,00
30	de	junio de 1980		5.750.000	442,30	522,72

Aunque el tamaño medio del granelero que se conoce como de «tamaño manejable» («handy sized») ha aumentado hasta 35.000 TPM, el tamaño del granelero hipotético «Fairplay» se mantiene en 25.000 TPM para evitar complicaciones. Este buque está propulsado por un motor diesel lento de 9.000 BHP, acoplado directamente a una hélice de cuatro palas fijas, pudiendo alcanzar una velocidad en servicio de 16 nudos. Cumple con los reglamentos de las principales sociedades de clasificación y las normas de seguridad internacionales. No dispone de equipo de carga y las escotillas son de tamaño normal. El coste estimado de este buque es de 8,2 millones de libras, frente al de 7,9 millones seis meses antes.

	Precio (libras)	Libras/TPM
31 de diciembre de 1975	5.500.000	220
31 de diciembre de 1976	6.300.000	252
31 de diciembre de 1977	6.800.000	272
31 de diciembre de 1978	7.250.000	290
30 de junio de 1979	7.600.000	304
31 de diciembre de 1979	7.900.000	316
30 de junio de 1980	8.200.000	328

Con la excepción de algunos buques para el transporte de gas y los modernos cruceros de línea, los portacontenedores celulares son los buques más caros. El portacontenedores hipotético «Fairplay» tiene 25.000 TPM y una capacidad de 1.200 contenedores TEU, 400 de ellos refrigerados. Está propulsado por un motor diesel SULZER de nueve cilindros, u otro motor lento equivalente, de una potencia máxima continua de 30.000 BHP para que el buque alcance una velocidad en servicio de 22 nudos al 85 por 100 de dicha potencia. La energía eléctrica es suministrada por cuatro grupos generadores de 1.000 KW y los 400 contenedores se transportan en dos bodegas refrigeradas.

El precio estimado de este buque, con un juego de contenedores, es de 29 millones de libras.

	A	Ñ	0		Precio (libr	as)
1974	(diciembre)			 	 22.000.00	0
1975	(diciembre)			 	 25.000.00	0
1976	(diciembre)			 	 26.000.00	0
1977	(diciembre)			 	 27.500.00	0
1978	(diciembre)			 	 28.200.00	0
1979	(junio)			 	 28.500.00	0
1979	(diciembre)			 	 28,700.00	0
1980	(junio)			 	 29.000.00	0

El precio medio de un contenedor normal ha aumentado a 3.200 libras y el de un contenedor refrigerado a 3.400 libras.

#### MINERALERO-CARBONERO ECONOMICO

Los armadores japoneses estudian un mineralero-carbonero de 130.000 TPM que tenga un consumo diario de combustible de sólo 45 toneladas. Las especificaciones adoptadas con las siderurgias prevén un motor diesel de 23.000 BHP y una velocidad de 13,8 nudos. Este buque tendría un consumo diario mitad del de los mineraleroscarboneros de 150.000 TPM construidos bajo el título del 32.º programa gubernamental de construcción naval para el ejercicio fiscal 1976 y de 15 toneladas menos que los mineraleros-carboneros de 130.000 TPM, contratados dos años después, cuyo consumo es del orden de 60 toneladas/día.

#### LA MODA DEL CARBON

La firma Shell International estudia el contrato de dos a cuatro carboneros de 170.000 toneladas con hogar de car-

bón, que se explotarían probablemente entre Africa del Sur y Europa. Dicha firma ha contratado recientemente dos carboneros de 115.000 TPM en el astillero Hyundai Heavy Industries, de Corea del Sur, y parece ser que hasta el momento no se ha decidido entre las diferentes técnicas para quemar carbón, es decir, las propuestas por los armadores australianos Australian National Line y Bulkships Ltd. En efecto, estos dos armadores han contratado cada uno un carbonero de 75.000 TPM en los astilleros Mitsubishi Heavy Industries e Italcantieri, respectivamente

Se sabe también de fuente británica que Shell podría contratar o fletar dos transportes de lubricantes, que se explotarían en el marco de su flota de transportes de productos. Mantiene negociaciones tanto con los principales astilleros como con los armadores, pero ninguna decisión ha tomado sobre cualquiera de las dos fórmulas. En medios próximos a la construcción naval japonesa se habla de buques de 20.000 TPM para entrega en 1982.

Otro armador australiano, R. W. Miller, ha estado en negociaciones con los astilleros japoneses y surcoreanos para la construcción de dos carboneros de 138.000 TPM con hogar de carbón, después de haber pedido ofertas durante la pasada primavera. Por el momento se han roto dichas negociaciones, ya que el armador y los astilleros no se ponen de acuerdo sobre el precio del buque, pero podrían reiniciarse dentro de algunos meses, cuando se conozca mejor la actitud de los armadores Australian National Line y Bulkships Ltd.

#### MAS BUQUES PARA ALMACENAR CRUDO

La Agencia para los Recursos Naturales y la Energía y la firma Japan National Oil Corp. estudian la eventualidad de almacenar 2.500.000 toneladas de hidrocarburos a bordo de petroleros, que se añadirían a los cinco millones de toneladas ya almacenados. Este proyecto necesitará veinte VLCC suplementarios, que serían anclados en el Pacífico Sur a lo largo de Iwojima. Este programa podría comenzar en octubre o noviembre.

Actualmente hay almacenados cinco millones de toneladas de petróleo a bordo de veinte VLCC bajo el título de un programa iniciado en el curso del ejercicio fiscal 1978 y que expiraba a finales de este año, aunque su duración ha sido prolongada en otros dos años.

#### **ASTILLEROS**

#### ACTIVIDAD DE LOS ASTILLEROS NACIONALES EN EL MES DE JULIO DE 1980

NUEVOS CONTRATOS

Astilleros Españoles. Factoría de Olaveaga.—Con Sokorri, S. A., para la construcción de un granelero de 19.700 TRB y 35.085 TPM.

Astilleros Españoles. Factoría de Sestao.—Con Petróleos Mexicanos (PEMEX), de Méjico, para la construcción de dos petroleros de 22.000 TRB y 45.350 TPM, respectivamente. Cada buque irá propulsado por un motor Aesa/Sulzer de 14.400 BHP.

Astilleros Españoles. Factoría de Sevilla.—Con Marítima Continental y de Comercio, S. A. (MARCOSA), para la construcción de un granelero de 19.779 TRB y 35.000 TPM.

Con Yick Fung, de Liberia, para la construcción de cuatro graneleros de 19.700 TRB y 35.000 TPM cada uno.

Unión Naval de Levante. Factoría de Valencia.—Con Transportes Fluviais e Maritimos, S. A. (FLUMAR), de Brasil, para la construcción de un LPG de 8.000 TRB y 9.300 TPM

#### **BOTADURAS**

Astilleros del Cadagua.—Frigorífico de 1.588 TRB y 1.900 TPM que se construye para Naviera Extremeña, S. A. Irá propulsado por un motor Barreras/Deutz, tipo RBV6M-358, de 2.100 BHP a 310 r. p. m.

Juliana Constructora Gijonesa.—Frigorífico «POLO SUR», de 3.080 TRB y 3.500 TPM, que se construye para Canomar, S. A. Irá propulsado por un motor Barreras/Deutz, tipo RBV8M-540, de 4.400 BHP a 630 r. p. m.

#### **ENTREGAS**

Astilleros Luzuriaga.—Carguero «PUNTA MOTELA» a Naviera Jaizkibel, S. A. Las características principales del buque son: 695 TRB y 1.195 TPM; eslora total, 62,6 m.; eslora entre perpendiculares, 57 m.; manga, 10,6 m.; puntal, 4,45 m., y calado, 4 m. La capacidad de bodegas es de 1.586 m³. Va propulsado por un motor Echevarría/B&W, tipo 8T23LU, de 1.160 BHP a 800 r. p. m.

Astilleros de Santander.—Transbordador «BAHIA DE CADIZ» a Isleña de Navegación, S. A. (ISNASA). Las características principales del buque son: 3.717 TRB y 1.146 TPM; eslora total, 99,5 m.; eslora entre perpendiculares, 90 m.; manga, 17 m.; puntal, 10,5/5,75 m., y calado, 4,5 m. Tiene una capacidad para 1.300 pasajeros y 120 vehículos. Va propulsado por dos motores Barreras/Deutz, tipo RBV12M-350, de 4.400 BHP a 430 r. p. m. cada uno.

Astilleros Españoles. Factoría de Sevilla.—Frigoríficos «FRIGO ASIA» y «FRIGO EUROPA» a Naviera Transmar, Sociedad Anónima, y Naviera Transmarina, S. A., respectivamente. Las características principales de los buques son: 3.080 TRB y 3.475 TPM; eslora total, 103,73 m.; eslora entre perpendiculares, 94,5 m.; manga, 16 m.; puntal, 9,5 m., y calado, 6,664 m. Cada buque tiene una capacidad de bodegas de 190.000 p³. Van propulsados por un motor Aesa/B&W, tipo 5K45GF, de 4.400 BHP a 227 r. p. m., respectivamente.

Astilleros Españoles. Factoría de Puerto Real.—Granelero «CASTILLO DE ALMANSA» a Empresa Nacional Elcano de la Marina Mercante, S. A. (ENE). Las características principales del buque son: 32.000 TRB y 61.000 TPM; eslora total, 224 m.; eslora entre perpendiculares, 212,7 m.; manga, 32,2 m.; puntal, 17,6 m., y calado, 12,82 m. La capacidad de bodegas es de 74.500 m³. Va propulsado por un motor Aesa/Sulzer, tipo 7RND76, de 14.000 BHP a 122 r. p. m.

Marítima de Axpe.—Frigorífico «ILARGIA» a Marcargo. Las características principales del buque son: 1.285 TRB y 2.400 TPM; eslora total, 87,804 m.; eslora entre perpendiculares, 80,33 m.; manga, 13,6 m., puntal, 7,4/4,7 m., y calado, 4,9 m. La capacidad de bodegas es de 3.256 m³. Va propulsado por un motor Barreras/Deutz, tipo RBV8M-358, de 2.800 BHP a 310 r. p. m.

Enrique Lorenzo y Cía.—Roll-on/Roll-off y portacontenedores «ROLL-AL» a Internacional Roll-on/Roll-off, S. A. (INTERROLL). Las características principales del buque son: 2.440 TRB y 4.900 TPM; eslora total, 112,8 m.; eslora entre perpendiculares, 103 m.; manga, 18,35 m.; puntal, 13,2/6,5 m., y calado, 6,33 m. Va propulsado por dos motores Bazán/Man, tipo 8L40/54A, de 5.000 BHP a 450 revoluciones por minuto cada uno.

·Astilleros del Cadagua.—Atunero congelador «ENTREMARES DOS» a Compañía de Explotaciones Sudamericanas, S. A. (CESSA). Las características principales del buque son: 1.350 TRB y 1.500 TPM; eslora total, 73,9 m; eslora entre perpendiculares, 64 m.; manga, 13,1 m.; puntal, 8,4/6 m., y calado, 6,112 m. La capacidad de bodegas es de 1.667 m³. Va propulsado por un motor Barreras/Deutz, tipo RBV6M-540, de 4.400 BHP a 630 r. p. m.

Empresa Nacional Bazán. Factoría de El Ferrol.—Carguero polivalente «GABRIEL PEREZ» a Naviera Marítima de Arosa, S. A. Las características principales del buque son: 6.900 TRB y 12.850 TPM; eslora total, 149,3 m.; eslora

entre perpendiculares, 140,8 m.; manga, 19,2 m.; puntal, 12,4 m., y calado, 8,969 m. La capacidad de bodegas es de 22.411 m³. Va propulsado por un motor Bazán/Man, tipo 12V40/54A, de 7.500 BHP a 450 r. p. m.

#### EL MERCADO DE NUEVAS CONSTRUCCIONES

En el último informe mensual de los agentes noruegos R. S. Platou A/S se señala que actualmente se firman pocos pedidos, en parte como consecuencia de los importantes contratos ya firmados para buques que se beneficiaban de un mercado razonablemente bueno y en parte debido al pesimismo general en cuanto al desarrollo económico a corto plazo.

Los astilleros japoneses disponen aún de numerosas gradas para la construcción de buques para entrega en 1982, pero es probable que puedan ocuparse sin que tengan que reducir sus precios.

Los cuatro primeros buques con hogar de carbón han sido contratados: dos en Italia y dos en Japón, para entrega a finales de 1982 y comienzo de 1983, y se dice que su precio es muy superior a los 50 millones de dólares por buque. Tienen 75.500 TPM y turbinas de 19.000 HP y han sido contratados por armadores australianos para transportar bauxita a lo largo de las costas australianas.

Los astilleros rumanos han podido obtener recientemente varios contratos de graneleros «Panamax», aumentando su cartera de pedidos de este tipo de buque a 14 unidades, destinadas a armadores griegos. El precio de los últimos buques contratados de 65.000 TPM era del orden de 24 millones de dólares; además, este precio está acompañado de condiciones de crédito atrayentes y la entrega en 1982.

El deseo de la Shell de construir o fletar transportes de lubricantes de aproximadamente 20.000 TPM ha sido acogido con mucho interés, tanto por los astilleros como por los armadores. Aunque actualmente corre el rumor de que la Shell encargará estos buques en Japón y que, por tanto, no fletará otros buques, los armadores que habían sido seleccionados previamente por la Shell para discutir las condiciones de fletamento esperan al menos que dicha firma tendrá necesidad de más buques y que preferirá fletarlos.

Entre los últimos contratos noruegos se encuentra un transporte de coches de una capacidad de 5.500 unidades. Armadores noruegos han contratado también un gran ro-ro para el transporte de productos de la industria forestal y otros armadores negocian actualmente en la República Federal Alemana el contrato de un OBO de 75.000 TPM para entrega en mayo de 1982. El deseo de la firma Statoil de fletar a largo plazo un petrolero de 120.000 TPM para ir a cargar el petróleo offshore del Mar del Norte ha suscitado un gran interés entre los armadores noruegos y las ofertas que se presentarán a la citada tirma se referirán tanto a nuevos buques como a otros reconvertidos.

#### **ACTITUD DESCONCERTANTE**

Los medios marítimos e industriales británicos se han alarmado ante las declaraciones de uno de los responsables del grupo British Shipbuilders, según las cuales dicha sociedad no podría construir más que tres buques de los quince que se propone contratarle el armador indonesio Pertamina. Este armador desea encargar quince transportes de productos, de ios cuales cinco son de 3.500 TPM, otros cinco de 17.000 TPM y los cinco restantes de 29.000 TPM.

Según un portavoz del grupo British Shipbuilders, no podrían construir más que tres o cinco buques de 29.000 TPM, utilizando los planos de un buque estandar desarrollado por Swan Hunter. La construcción de los otros dos tipos de buques no es comercialmente posible, ya que no dispone de los proyectos correspondientes.

En algunos medios del Reino Unido se preguntan abiertamente de qué sirve subvencionar a British Shipbuilders si este grupo no desea construir buques.

Granelero de muevo

#### TRAFICO MARITIMO

#### MEJORA DE LA BALANZA DE FLETES MARITIMOS

En un reciente Boletín informativo de ANAVE se incluye el siguiente comentario respecto a la evolución de la balanza de fletes marítimos en los años setenta:

«Según las cifras provisionales del Gabinete de Pagos del Ministerio de Comercio correspondientes al año 1979, la evolución de la balanza de fletes marítimos ha visto reducirse a la mitad el saldo negativo del año precedente.

Si contemplamos la trayectoria de los últimos años, la mejora ha sido espectacular, expresado en pesetas corrientes. Y más teniendo en cuenta el importante crecimiento de nuestro comercio por vía marítima, que en la década de los setenta alcanzó un 57 por 100 de aumento:

				M. de ptas. de cada año	M. de ptas. corrientes
1070				40.400.6	10 100 0
1970	 	 	 	 -12.480,3	— 12.480,3
1971	 	 	 	 -12.998,8	-12.010,9
1972	 	 	 	 -15.537,3	-13.253.3
1973	 	 	 	 -19.939.7	- 15.253,3
1974	 	 	 	 -26.790.0	<b>—</b> 17.735.0
1975	 	 	 	 <b>— 17.169.1</b>	-9.717.7
1976	 	 	 	 -21.061.3	- 9.709.3
1977	 	 	 	 -14.109.3	- 5.456,0
1978	 	 	 	 -12.663.4	- 4.088.0
1979	 	 	 	 -6.685,0	-1.866,3

Y sin olvidar el esfuerzo de inversión y la positiva gestión de la flota por las empresas navieras, que se han encontrado con la enorme dificultad de vencer una profunda crisis desde 1974, aún no superada.

El resultado, que no podemos menos de calificar de brillante, ya que con su crecimiento por encima de la demanda de transporte marítimo del país ha "tirado" del empleo directo e indirecto de las industrias suministradoras, exige revisar aquellas condiciones, que no pueden permanecer anquilosadas en el marco de su política futura. Y este marco no puede ser otro que el de "homologación" con Europa, con un régimen de libertades que posibilite su eficiencia en los ochenta y que hoy no se dan.

La política de marina mercante española debe avanzar decididamente en consecuencia a lo que es común en los marcos legales europeos, pero haciendo una inteligente aproximación adicional hacia la práctica de los pabellones que hoy tienen futuro.

La generación/sustitución de divisas por valor de más de 1.500 millones de dólares por año que ahora aporta la flota española creemos merecen una atención de la política de gobierno. Confiamos que, dentro del esfuerzo exportador, que sin duda el nuevo programa de actuación del Gobierno ha de marcar a la economía española, se vea reconocida y decididamente apoyada esta industria de vocación permanentemente exportadora que es la marina mercante.»

#### **ESTUDIO SOBRE GRANELEROS «PANAMAX»**

En un estudio dedicado a las perspectivas comerciales de los graneleros y de los transportes mixtos «Panamax» de 50.000 a 80.000 TPM, la firma británica H. P. Drewry (Shipping Consultants) Ltd. estima que durante mucho tiempo la evolución de la flota de graneleros ha sido consecuencia del deseo de reducir los costes de transporte marítimo por la utilización de buques cada vez más grandes, al comienzo en las distancias largas y después en todos los tráficos. En el sector de graneles secos el tráfico de mineral de hierro ha estado marcado particularmente por esta evolución y a finales de los años 50 y comienzos de los 60 apareció una demanda de buques

de 50.000 TPM y superiores para el transporte de este tipo de carga. Durante los años 60 y 70 disminuyó la importancia de los buques «Panamax» en este tráfico debido al desarrollo de unidades de más de 100.000 TPM que se estaban explotando en las rutas más largas, por ejemplo entre Hampton Road y Japón.

Sin embargo, desde hace algún tiempo existe una evolución contraria y los buques «Panamax», que habían desaparecido progresivamente de este mercado, encuentran de nuevo oportunidades de empleo no despreciables para otras cargas a granel y especialmente los cereales. Una indicación de los sectores sobre los que los bugues «Panamax» pueden intervenir viene dada por el número de tipos de mercancías cargadas en estos bugues. En 1979 se estimaba que el 55 por 100 de la flota de graneleros «Panamax» cargaban durante el año al menos tres clases de granel, mientras que sólo el 19 por 100 de la flota no había cargado más que un tipo de mercancía. Entre 1973-1974 y 1979 el porcentaje de la flota de grane-leros «Panamax» que habían cargado al menos cuatro tipos de graneles pasó del 10,4 al 26,6 por 100 para los buques de 50.000 a 54.999 TPM, del 2,5 al 20 por 100 para los buques de 55.000 a 59.000 TPM y del 2,9 al 27,2 por 100 para los buques de 60.000 a 64.999 TPM. Si esta tendencia se confirma, el papel de los «Panamax» será parecido al de los «handy-sized». Al comienzo del presente año la flota mundial de graneleros «Panamax» alcanzaba apro-ximadamente 32 millones de toneladas, mientras que el tonelaje de los transportes mixtos de esta categoría era de aproximadamente siete millones de toneladas.

En el citado estudio se intenta determinar las nuevas posibilidades de explotación de los graneleros «Panamax», y después de haber estudiado la estructura de la flota actual se analiza el papel de estos buques en el mercado de graneleros, su productividad, su coste de explotación y su rentabilidad financiera. En un gráfico se comparan los índices de fletamento en time-charter para un período de doce meses, así como los costes financieros y los costes de explotación de un granelero de 60.000 TPM bajo pabellón liberiano, en la hipótesis en que haya sido entregado en 1972 ó 1976. En él se observa que para los años 1976, 1977 y 1978 era suficiente un flete de cuatro dólares por tonelada de peso muerto y mes para cubrir los gastos de capital y los costes de explotación para un buque de 60.000 TPM construido en 1972, mientras que el flete debía aproximarse a los siete dólares para cubrir los costes de explotación y los costes financieros de un granelero del mismo tamaño entregado en 1976.

La conclusión del estudio es que la participación de los buques «Panamax» en el transporte marítimo mundial de carga a granel pasará del 18,5 por 100 en 1979 al 21,5 por 100 en 1985, sobre una base calculada en millas, y que las necesidades en buques de este tipo pasarán de 27 millones de toneladas en 1979 a 42 millones de toneladas en 1985. Asimismo las necesidades de graneleros y buques mixtos de cualquier tamaño pasarán de 121 millones de toneladas en 1979 a 179 millones en 1985. El tonelaje de buques «Panamax» disponible en el mercado en 1979 era de 34,3 millones de toneladas y en 1985 será de 38,9 toneladas, alcanzándose el equilibrio hacia 1983.

Dicho estudio, titulado «The Trading Prospect for Panamax (50-80.000 dwt) Bulk Carriers and OBOs», se puede obtener, a un precio de 95 dólares, dirigiéndose a HPD Shipping Publications, 34 Brook Street, Londres W1Y 2 LL, Reino Unido.

#### INCREMENTO DE LOS DESGUACES DE PETROLEROS

Según datos de Gibson Shipbrokers Ltd., a mediados del pasado mes de agosto el tonelaje petrolero desarmado ascendía a 8,9 millones de TPM, frente a la cifra de 9,7 millones de TPM existente un mes atrás. Esta disminución del tonelaje petrolero desarmado se corresponde enteramente con las cifras de ventas al desguace del citado período, que han supuesto unas 800.00°C TPM. En consecuencia, la flota petrolera en servicio se ha mantenido sensiblemente constante en dicho mes.

Número 544 INGENIERIA NAVAL

Los petroleros vendidos al desguace durante el período 15 de julio-15 de agosto fueron cuatro VLCC de diez a doce años de edad y un petrolero de 80.000 TPM. El tone-laje petrolero desguazado en los ocho primeros meses del presente año asciende a unos 5,3 miliones de TPM, cifra muy cercana a la alcanzada durante todo el año precedente, que fue de 5,6 millones de TPM.

De acuerdo con los datos de Gibson Shipbrokers, de los 8,9 millones de TPM de petroleros amarrados a mediados del mes de agosto, 7,2 millones de TPM correspondían a 30 buques de más de 200.000 toneladas. Por otra parte, Gibson estima que más de dos millones de TPM amarradas no están en condiciones técnicas y/o económicas de volver a entrar en servicio.

Las cifras de tonelaje amarrado de Gibson Shipbrokers no incluyen, naturalmente, el tonelaje utilizado como almacenamiento flotante de crudo.

#### LA EVOLUCION DEL TONELAJE AMARRADO

El Consejo General de los Armadores Británicos ha publicado su estadística del tonelaje amarrado en el mundo en fecha 31 de julio pasado, observándose por primera vez desde hace cinco meses una ligera disminución de los buques amarrados, que han pasado de 401, con 14.715.000 TPM, en junio a 394 buques, con 14.478.000 TPM, en julio, o sea, una disminución de 240.000 TPM. El tonelaje de los petroleros amarrados ha disminuido en 280.000 TPM (101 buques, con 12.205.000 TPM, frente a 104, con 12.485.000 TPM), mientras que el de los buques de carga seca ha aumentado en 43.000 TPM (293 buques, con 2.273.000 TPM, frente a 297, con 2.230.000 TPM).

#### VARIOS

#### LAS SOCIEDADES DE CLASIFICACION EN 1979

#### American Bureau of Shipping

La actividad del ABS durante 1979 es quizá el presagio de un mejor futuro. Mientras que el número de buques clasificado fue ligeramente superior al del año anterior, el número de nuevos contratos recibidos durante el pasado año aumentó mesuradamente con relación a 1978.

El 1 de enero de 1980 había 1.778 buques, con 10.003.000 TRB y 14.678.000 TPM, en construcción o en cartera para ser clasificados por esta sociedad, lo que supone un incremento del 8,7 por 100 con respecto a la misma fecha del año anterior. Durante 1979 han clasificado 789 buques nuevos, con 4.695.000 TRB y 7.705.000 TPM, y 93 buques existentes, con 1.499.000 TRB y 2.746.000 TPM. Como resultado de esta clasificación de buques nuevos y existentes, la flota clasificada por esta sociedad alcanzó la cifra de 15.470 buques, con 107.147.000 TRB y 191.041.000 TPM, registrados en 89 países.

El número de contratos recibidos para la clasificación de petroleros del tamaño aproximado a los 80.000 TPM es igual al de los otros tamaños de petroleros. Sin embargo, el total de petroleros es todavía considerablemente inferior al de los años finales de la década del 60 y comienzo de la del 70.

Durante 1979 han recibido pedidos para la clasificación de 54 plataformas móviles de perforación. Al comienzo del año había en construcción o en cartera para ser clasificadas por dicha sociedad 103 plataformas de este tipo, en su mayor parte del tipo auto-elevables.

Asimismo han recibido pedidos para la certificación de más de 100.000 contenedores, que supone un incremento del 80 por 100 sobre 1978.

El ABS está participando en el desarrollo de fuentes alternativas de energía. Una de las que tiene futuro es la conversión de energía térmica de los océanos —u OTEC, como se la denomina—, de las cuales va a clasificar la primera unidad, que implica la conversión de un

petrolero T-2. El Comité Técnico creado va a comenzar el desarrollo de las «Reglas para la construcción y clasificación de unidades OTEC».

Uno de los esfuerzos continuos del ABS es el desarrollo de nuevas Reglas. Durante 1979 han publicado la primera edición de las «Reglas para la construcción y clasificación de vehículos y sistemas submarinos».

#### **Bureau Veritas**

Al final del año 1979 el número de buques clasificados por esta sociedad era de 8.403, con un tonelaje total de 34.123.346 TRB. La participación en la clasificación de la flota mundial ha permanecido prácticamente constante: en el mes de julio, fecha en que se publican las estadísticas internacionales, era del 8 por 100, frente al 7,5 por 100 en el mismo mes del año anterior. Estos buques pertenecen a 114 pabellones, siendo los más importantes por orden decreciente: Francia, Liberia, Grecia, Panamá, España, Países Bajos y Yugoslavia. El pabellón francés representa el 32,8 por 100 de la flota total clasificada por esta sociedad. El tonelaje medio de los buques clasificados ha permanecido casi estable, elevándose a 3.860 TRB, y la edad media, que es función del tonelaje, es de 9,7 años.

El tonelaje de los buques de nueva construcción bajo la inspección de la sociedad ascendía en fecha 31 de diciembre de 1979 a 2.159.560 TRB para 540 unidades, de las cuales 92 buques, con 897.271 TRB, se construyen en Francia y los 448 buques restantes, con 1.262.289 TRB, en los demás países. Comparando este tonelaje con el registrado el 31 de diciembre de 1978 se observa una disminución de 550.538 TRB, que supone un 20,3 por 100, correspondiendo a Francia una disminución de 423.325 TRB (32 por 100) y de 127.213 TRB (9,1 por 100) para los demás países.

Fuera de Francia los principales países de construcción de los buques clasificados por esta sociedad son, por orden decreciente de tonelaje: Japón, Brasil, España, Países Bajos, Polonia, Alemania y Dinamarca.

La parte del pabellón francés en la cartera de pedidos para ser clasificados por el Bureau representa 229.586 TRB, o sea el 10,6 del tonelaje total clasificado, mientras que al final de 1978 era del 19,9 por 100. La disminución registrada en 1979 se debe principalmente a la entrega de grandes buques.

Durante 1979 ha publicado el «Reglamento para la construcción y clasificación de los buques de poliéster reforzado con fibra de vidrio», así como notas de información sobre temas técnicos, en particular sobre las vibraciones, ruidos a bordo y la puesta en servicio de los buques amarrados.

Durante 1979 han clasificado plataformas auto-elevables, artefactos especiales y submarinos, instalaciones de inmersión, boyas y han realizado estudios sobre un buque transporte de bloques de hormigón, así como la inspección de los sistemas de inmersión construidos por la COMEX.

Han realizado estudios e investigaciones sobre el comportamiento del buque en la mar (en particular la adaptación de los programas de ordenador a las dragas), los movimientos de los buques cuando están fondeados o amarrados al muelle, los movimientos de los líquidos en los tanques, la masa de agua virtual, el amortiguamiento sobre el comportamiento estático y dinámico de la línea de ejes, el análisis de la fatiga, el comportamiento dinámico de los timones, el cálculo integral de los fenómenos estáticos y vibratorios de las instalaciones propulsoras y estudio de las fatigas del casco.

#### Det Norske Veritas

Durante 1979 se han entregado buques clasificados por esta sociedad con un total de 1,5 millones de TRB, cifra que es inferior en 2,1 millones de TRB al tonelaje de los buques entregados en 1978. El tonelaje de los buques con-

tratados pasó de 0,6 millones de TRB en 1978 a 2 millones en 1979. De estas unidades, 30 eran buques tanque entre 20.000 y 70.000 TPM. Gran parte de ellos eran transportes químicos o transportes de productos sofisticados, con alguna capacidad para transporte de productos químicos. La participación de DNV en el tonelaje mundial de transportes químicos es del 33 por 100. Entre el 15 y el 20 por 100 de los graneleros contratados durante 1979 serán clasificados por esta sociedad.

Al final del año 1979 el número de buques contratados para ser clasificados por el DNV era de 269, con un total de 3,4 millones de TRB, cifra que supone un incremento del 13 por 100 con respecto a la de la misma fecha del año anterior.

El desguace de buques y el cambio de clasificación ha dado lugar a una ligera reducción de la flota clasificada por esta sociedad, que al final del año 1979 comprendía 3.824 buques, con 43,5 millones de TRB, registrados en 90 países, y que supone el 10,6 por 100, aproximadamente, de la flota mundial. Del tonelaje total registrado en el DNV el 42 por 100 corresponde a armadores noruegos.

El incremento de volumen de las actividades en el sector offshore ha hecho necesario reforzar la capacidad en este campo. Durante 1979 ha clasificado cuatro nuevas plataformas en la zona de Bombay High, en la India. También ha aumentado la actividad en Brasil.

Como consecuencia del incremento de los precios del combustible, el ahorro por este concepto es ahora un importante factor competitivo y, por tanto, tendrá un gran efecto en la selección del casco y maquinaria de los buques del futuro. El deterioro en la calidad del combustible ha tenido un efecto adverso sobre el motor principal en un número de buques clasificados por esta sociedad, habiendo sido necesario efectuar modificaciones y sustituciones.

A lo largo del año la sociedad ha desarrollado los siguientes servicios:

- Cálculo de la velocidad óptima.
- Modificaciones en la maquinaria y casco para obtener un máximo ahorro en el coste de combustible.
- Proyecto óptimo del casco.
- Puesta a punto de la maquinaria principal.
- Verificación del consumo de combustible relativo a la velocidad, condiciones de operación, etc.
- Manejo y pruebas del combustible.

Durante 1979 han terminado una revisión completa de las «Reglas para la clasificación de buques de acero», que será publicada en 1980.

Asimismo están preparando las «Reglas para plantas offshore y sistemas de producción sumergidos».

#### Lloyd's Register of Shipping

Al pasar revista al año 1979 el presidente de la sociedad manifestó que, aunque en ningún sentido puede considerarse como un buen año para la industria marítima, ha habido algunas gratas indicaciones de que la crisis puede haber pasado su punto más bajo. En la mayor parte de los sectores han seguido existiendo dificultades, pero mientras para muchas empresas la situación permanece crítica, otras la están soportando mejor de lo que parecía posible en la misma fecha del año anterior y afortunadamente no se ha producido el cierre de empresas que muchos temían. Los fletes han aumentado algo a lo largo del año y el tonelaje contratado ha superado en mucho a lo previsto, alcanzándose la cifra de 17 millones de TRB.

La flota clasificada por la sociedad ha aumentado sólo en 70.000 TRB, pero ha sido suficiente para que el tonelaje total clasificado alcance la nueva cifra récord de 115.008.130 TRB, que supone un 28 por 100 de la flota mundial, que asciende a 413.021.426 TRB.

El tonelaje de los buques de nueva construcción clasificados por la sociedad durante 1979 ascendió a 5.071.559 TRB para 571 buques, de los cuales 133, con 1.414.483 TRB, se construyen en Japón. Comparando este tonelaje con el clasificado durante 1978, se observa una disminución de 3.648.345 TRB y de 259 buques.

Los principales países de construcción de los buques clasificados por esta sociedad durante 1979 son, por orden decreciente de tonelaje: Japón, Reino Unido, España, Suecia, Corea del Sur y Brasil.

Los 571 buques nuevos clasificados se han registrado en 71 países, ocupando los primeros lugares: Reino Unido (980.624 TRB), Liberia (713.316 TRB), España (373.335 TRB), Holanda (313.553 TRB), Dinamarca (233.817 TRB), Italia (220.358 TRB) y Suecia (212.467 TRB).

El grupo de Servicios Offshore de dicha sociedad continuó su actividad, diversificándose y aumentando su experiencia. Recientemente ha completado la evaluación del proyecto de unas 100 plataformas existentes en aguas de Indonesia. También han evaluado algunas nuevas estructuras para la misma zona e inspeccionado algunas en construcción.

El grupo «Advisory and Projects» de estructuras del casco ha realizado las primeras etapas de un exhaustivo análisis de un buque LNG de 285.000 m³ proyectado por el Grupo Verolme. La investigación ha demostrado que éste es uno de los más extensos y complejos estudios de su clase, analizándose las condiciones de adrizado y escorado.

El grupo «Cargo Ship» ha realizado estudios e investigaciones sobre la conversión y modificaciones de buques como portacontenedores, de pasaje y frigoríficos.

El grupo «Tanker, Chemical and Gas Ship» ha efectuado la evaluación de unos 20 proyectos estructurales diferentes.

El grupo «Specialist Services» ha continuado el desarrollo del sistema Operational Performance para uso en buques con el fin de obtener unas mejores cualidades marineras con mal tiempo.

El departamento de «Machinery Design Appraisal and Plan Approval» está implicado en la evaluación de propuestas para alternativas del fuel, principalmente basadas en el carbón y sistemas de lavado de los tanques con crudo.

Durante el año 1979 han completado y editado las «Reglas para la construcción y clasificación de buques para la lucha contraincendios, que constituirán el capítulo 3, parte 7, de las «Reglas y Regulaciones para la clasificación de buques». También han publicado las «Notas de guía para la clasificación de sistemas de posicionamiento dinámico» y el capítulo de las «Reglas para la clasificación de yates y pequeñas embarcaciones» relativo a la construcción en madera y mixta.

### M·A·N mtu

## Avaladas en España

Ofrecen las siguientes posibilidades

MAN-Augsburgo

Motores de dos tiempos desde 4.800 a 44.040 CV (165/95 rpm) Motores de cuatro tiempos desde 545 a 21.600 CV (1000/450 rpm)

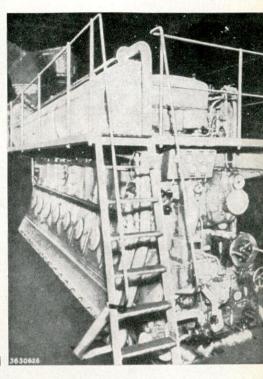
MTU-Friedrichshafen

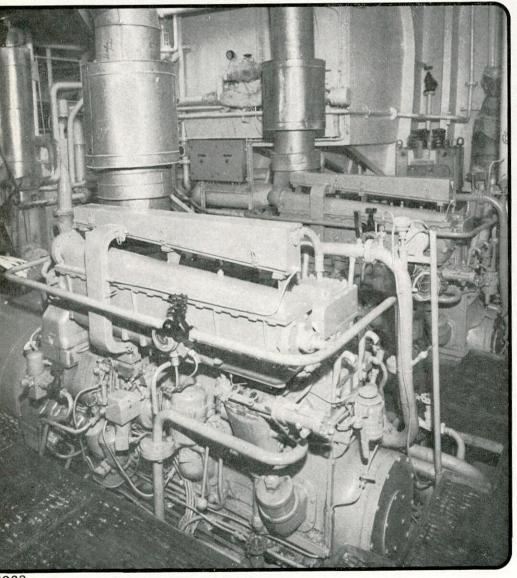
Motores de cuatro tiempos desde 435 a 5.850 CV (1200/2200 rpm)

**MAN-Nuremberg** 

Motores de cuatro tiempos desde 43 a 650 CV (1500/2300 rpm)

Licenciados: E.N. Bazan, La Maquinista y Astano





#### PASCH Y CIA S.A.

**BILBAO** Alameda de Recalde, 30 MADRID Capitán Haya, 9 BARCELONA Tuset, 8-10

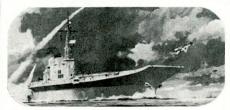
## EMPRESA BALAN

#### Más de dos siglos en construcción naval e industrias afines

#### CALIDAD TRADICIONAL **IDEAS MODERNAS**

#### **BUQUES de GUERRA**

Bazán. Nuestro nombre no cuenta toda la historia, puesto que es el nombre moderno de una antigua Compañía que ha estado trabajando continuamente en la construcción naval y actividades relacionadas con ella durante más de 200 años.



La actividad fundamental de Bazán es el diseño y construcción de buques de querra, principalmente para la Armada Española, pero muchos países amigos de ultramar son testigos de nuestra reputación es este especializado campo.

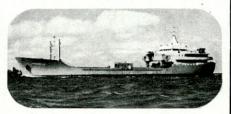
Bazán también fabrica modernas armas navales, lo que nos permite ser el principal y único contratista en todos los casos.

Bazán, una respuesta apropiada a una buena política de compra.



#### **BUQUES MERCANTES** REPARACIONES

Otra linea importante de nuestra actividad es la construcción de buques mercantes. Esta actividad se creó para hacer mejor uso de nuestra capacidad de producción y principalmente a causa de nuestro alto desarrollo tecnológico y nivel de calidad.



Gradas y diques para construir buques de hasta 230.000 TPM y adecuados recursos de producción.

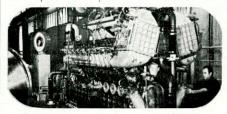
La reparación de buques es también una línea de actividad significativa en nuestras tres Factorias. Nuestra alta capacidao en este área radica en el elevado standard impuesto por las reparaciones de buques de guerra tanto para la Marina Española como para Marinas extranjeras amigas. Los buques mercantes que preparamos se benefician de esta gran experiencia y de la alta calidad que requieren los de guerra.



#### **MOTORES Y TURBINAS**

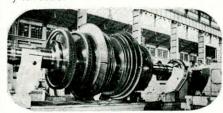
En 1942 la Factoria de Cartagena comenzó la fabricación de motores diesel Krupp v Sulzer. En la actualidad la actividad está concentrada principalmente en la producción de motores MAN y MTU y engranajes reductores Renk.

La capacidad de producción actual es de



250.000 BHP/año. Debido a los requerimientos de los trabajos para la Armada. la fabricación de turbinas de vapor se inició en la Factoría de El Ferrol en 1910. bajo licencia Parson. Actualmente, y debido a las nuevas, tendencias en el mercado de turbinas para propulsión naval y para instalaciones terrestres, Bazán mantiene cooperación técnica y licencias con Westinghouse, Kawasaki, Mitsubishi, Kraftwerk Unión, General Electric y Foster Wheeler.

Bazán está entrando también en el campo de las turbinas de gas para uso naval v terrestre.



OFICINA CENTRAL:

CASTELLANA, 65 · MADRID · 1 TELEFONO 441 50 00 - TELEX 27480 **CABLES: BAZAN**  **FACTORIAS EN:** 

EL FERROL DEL CAUDILLO CARTAGENA SAN FERNANDO (CADIZ)

#### FONDO EDITORIAL DE INGENIERIA NAVAL

Asociación de Ingenieros Navales de España

LIBROS DISPONIBLES:

«VOCABULARIO DE CONSTRUCCION NAVAL» (Reeditado)

Autor: Rafael Crespo Rodríguez. Dr. Ing. Naval

«CALCULO MATRICIAL DE ESTRUCTURAS»

Autor: José M.º Sáez de Benito. Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

«LECCIONES DE ELECTRICIDAD APLICADA AL BUQUE»

Autor: Manuel Baquerizo Pardo, Dr. Ing. Naval

«TRAFICO MARITIMO»

Autor: Javier Pinacho y Bolaño-Rivadeneira. Dr. Ing. Naval

**«DIRECCION DE LA FUNCION INFORMATICA»** 

WITH PRODUCTS FROM

Autor: Guillermo Serrano de Entrambasaguas. Dr. Ing. Naval

«CURSO DE DIBUJO TECNICO»

Autor: José Luis Hernanz Blanco, Dr. Ing. Naval

PEDIDOS A: Fondo Editorial de Ingeniería Naval

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales

Avda, del Arco de la Victoria, s/n. Ciudad Universitaria. Madrid-3



# OTHER FLUME SYSTEMS FOR BETTER SHIP EFFICIENCY

The most popular and cost effective means of obtaining



One World Trade Center · Suite #3000 New York, N.Y. 10048

Representatives throughout the world.

## Un'Lider' con clase: BOMBASITUR





#### MANUFACTURAS ARANZABAL, S. A.

Representantes y servicio post-venta en todo el país.

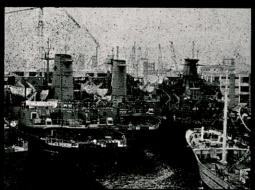
## S. A. JULIANA CONSTRUCTORA GIJONESA

(Filial de Astilleros Españoles, S.A.)









CONSTRUCCION de todo tipo de buques hasta 15.000 Tons. PM.

REPARACION de buques hasta 25.000 Tons. PM.

> DIQUES SECOS de 125 y 170 m. DOS GRADAS de 180 m.



S.A. JULIANA CONSTRUCTORA GIJONESA - GIJON Apartado 49 - Tel. 32 12 50 • Telex 87409 - JUNA-E Telegramas: JULIANA

## ASTILLEROS DEL CANTABRICO Y DE RIERA S.A.

Apartado 391 — Gijón

Teléfono (985) 320150

Telex: 87353



NUEVAS CONSTRUCCIONES

Hasta 125 mts. de eslora

BUQUES TANQUES-QUIMICOS, CEMENTEROS, ASFALTEROS, FERRYS, PORTACONTENEDORES, BULK-CARRIERS, ETC.

REPARACIONES EN GENERAL