

# Ingeniería Naval

REVISTA TECNICA

ORGANO OFICIAL DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES

FUNDADOR: AUREO FERNANDEZ AVILA, INGENIERO NAVAL

DIRECTOR: JUAN MANUEL TAMAYO ORELLANA, INGENIERO NAVAL

AÑO XVIII

MADRID, OCTUBRE DE 1950

NÚM. 184

## Sumario

	Págs.
Sobre la soldabilidad del acero "D", por <i>Francisco J. Bembibre Ruiz</i> , Ing. Naval ...	460
Comparación de la resistencia a las vibraciones de las estructuras remachadas y soldadas de escantillones relativamente delgados, por <i>H. de Leiris</i> y <i>H. Dutilleul</i> , Ingenieros Jefes del Genie Maritime.—Traducido por <i>Antonio Villanueva Núñez</i> , Ingeniero Naval	466
Salvamento de la draga "La Plata", por <i>Guillermo Parga</i> , <i>José M. de los Ríos</i> , <i>Luis Armada</i> y <i>Miguel Aldecoa</i> , Ingenieros Navales	473
Aplicación de arcos y pórticos en la construcción naval, por <i>Iván A. Gavrilof</i> , Ingeniero Naval	477

### INFORMACION PROFESIONAL

Conferencia Internacional de Ingenieros Navales	484
Se construirá un submarino movido por energía atómica	484
El "Lloyds Register of Shipping" y el "Registro Italiano Navale"	484
La energía nuclear y la propulsión de barcos	484
Turbocompresores para la sobrealimentación de motores	484
Diesel refrigerado por aire	484
Revista de Revistas	485

### INFORMACION GENERAL

<i>Estranjero.</i> —La flota mercante del Panamá	496
Los altos precios de la construcción en el Japon	496
La construcción en los astilleros suecos	496
La construcción de barcos en Alemania	496
El precio de construcción de los barcos "Chusan" e "Himalaya"	496
Una caldera transparente de baja presión	497
<i>Nacional.</i> —España en una Asamblea Internacional de Soldadura	497
La construcción de motores marinos en España	497
Necrología: El General Rocha ha muerto	497

Redacción y Administración: Escuela Especial de Ingenieros Navales—Ciudad Universitaria—, Apartado de Correos 457. — Teléfono 23 26 51

Suscripción: Un año para España, Portugal y países hispanoamericanos, 100 ptas. Demás países, 130 ptas.

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



# SOBRE LA SOLDABILIDAD DEL ACERO «D»

POR

FRANCISCO J. BEMBIBRE RUIZ

INGENIERO NAVAL

(Conclusión.)

## 6. ESTUDIO DEL METAL AFECTADO POR EL ARCO.

Para ver el efecto del calor del arco sobre el metal base se realizaron ensayos en probetas obtenidas de chapas sobre las que se hicieron derrames en dirección normal al laminado y, por tanto, a la máxima dimensión de las probetas. El tipo de probetas fué el mismo que para el ensayo del material base de que ya hemos hablado. En las probetas de plegado la zona afectada se dejó en la cara tendida, y en las de resiliencia, en el lado opuesto a la ranura.

Las condiciones del derrame único (ya que es el peor caso posible) fueron con temperatura ambiente de unos 10°, electrodos de 4 milímetros (que es el más usado, sobre todo en la unión de ángulo de las cuadernas al forro) y rápida velocidad de avance, muy superior a cualquiera de las utilizadas en la práctica en cualquier unión soldada de este tipo. En estas condiciones veremos que la variación de propiedades del metal base no es tan grande como para considerar peligroso este tipo de derrame, y una propiedad tan característica y definitiva como el ángulo de plegado, llega a valores medios muy aceptables y más elevados que algunos de los que aparecen en otros trabajos que se refieren a estos mismos temas.

*Ensayos de tracción.*—Se rompieron por lo

menos dos probetas de cada espesor, y los resultados medios obtenidos son:

	4 mm.	8 mm.	12 mm.
Carga de rotura .....	63,3	67,5	61
Límite elástico .....	40,2	41,9	39,8
Alargamiento .....	20,3	19,6	21,6
Estricción .....	30,5	43,4	40,5

Como se desprende de las cifras anteriores, el descenso del límite elástico, alargamiento y estricción, respecto a los valores de la chapa intacta, aunque es apreciable (sobre todo el alargamiento), queda dentro de valores bastante aceptables y que no son prohibitivos, ni muchísimo menos. Un 70 por 100 de las probetas rompió por fuera de la zona central afectada por el arco.

*Ensayos de plegado.*—Se efectuaron también para los tres espesores y con punzón de anchura doble del espesor ensayado. Esta prueba fué de una gran brillantez, ya que esperábamos un ángulo medio de plegado bastante inferior.

Los valores medios obtenidos, con por lo menos tres probetas de cada espesor, fueron:

	4 mm.	8 mm.	12 mm.
Angulo medio .....	180°	146°	149,6°

Como observación, anotaremos que el ángulo mínimo plegado fué de 88° para 12 mm. y 80°



para 8 mm., y esto en una probeta de cada espesor solamente.

*Ensayos de resiliencia.*—Se realizaron sólo a partir de las chapas de 12 mm. para poder lograr la probeta de 55 × 10 × 10 mm., y el valor medio obtenido fué de 9,1 Kgs.m/cm<sup>2</sup>, siendo el de la peor probeta de 6,1 Kgs.m/cm<sup>2</sup>. Aunque representa un descenso de propiedades muy importante respecto al material base, las cifras obtenidas son perfectamente útiles en cualquier especificación.

*Ensayos de dureza.*—Se efectuaron sobre una chapa de 12 mm., con un derrame transversal en las condiciones antes citadas. Se midió la dureza sobre tres líneas perpendiculares al derrame a intervalos regulares, alejándose de la zona afectada. Se pudo apreciar que la máxima dureza era próxima a 350 Brinell.

Por las mismas razones señaladas al hablar del ensayo Jominy, no pudo hacerse el estudio preciso de la variación de la dureza al alejarse del derrame.

Al estudiar comparativamente varios aceros, nos referimos a ensayos que en realidad están hechos con metal afectado por el arco, como son los de flexión entallada del Battelle Memorial Institute, pero como quiera que dichos ensayos no han sido realizados por nosotros, preferimos dar sus resultados allí con un carácter más general y con el fin de comparar nuestros aceros con algunos americanos.

### 7. ESTUDIO DEL METAL SOLDADO.

En este tipo de ensayos se utilizaron probetas obtenidas de chapas de diversos espesores de acero "D" soldadas a tope con electrodo "A". La preparación de los cantos de las chapas fué sin chaflán para 4 mm. de espesor y con chaflán a 60° en V para los otros espesores. La distancia entre los bordes antes de soldar varió de 1 a 3 mm., según el grueso. La temperatura ambiente fué de unos 16° y el número de cordones fué de 5, 3 y 2 para las chapas de 12, 8 y 4 mm., respectivamente, y después de saneada la raíz de la soldadura con máquina de calafate, se dió otro cordón ligero con electrodo de 4 mm. Para los ensayos de flexión se dejó la cara en tensión la correspondiente a la abertura de la V.

*Ensayos de tracción.*—Los resultados medios obtenidos con dos probetas por lo menos de cada espesor son:

	4 mm.	8 mm.	12 mm.	
Carga de rotura .....	63	67,5	66	Kgs/mm <sup>2</sup>
Límite elástico .....	41	41,6	40,1	"
Alargamiento .....	22,1	16,7	20,1	%
Estricción .....	31,1	39,8	38,9	"

Estos valores son aceptables, y sólo las cifras de alargamiento correspondiente a 8 milímetros de espesor de chapa es algo baja. En casi todo el material ensayado de ese espesor se observaron unos valores un poco altos de carga de rotura y bajos de alargamiento, debido, sin duda, a coladas que resultaron algo pobres en propiedades de deformabilidad, pero en general los valores obtenidos pueden considerarse como buenos. De la totalidad de las probetas, el 20 por 100 rompieron por la soldadura, y el resto, fuera de ella.

Anteriormente ya se habían realizado ensayos de tracción con electrodos franceses, y los resultados medios de tres probetas habían sido:

	5 mm.	14 mm.	
Carga de rotura .....	64,7	62	Kgs/mm <sup>2</sup>
Límite elástico .....	42,6	41,8	"

Con la rotura, un 16 por 100 de las probetas en la soldadura, y el resto, fuera de ella. Pese a la diferencia de electrodos y de material (mucho más equivalente en carbono en las primeras pruebas), los resultados son bastante buenos.

*Ensayos de plegado.*—Los valores medios de tres probetas por espesor fueron:

	4 mm.	8 mm.	12 mm.
Angulo medio .....	180°	162°	102°

El valor medio correspondiente a 12 mm. es algo bajo y se nota la influencia de una de las probetas, que sólo llegó a 50°, sin duda por algún defecto en la unión, o bien porque el régimen térmico, al soldar, fué más desfavorable. Los otros valores son francamente buenos.

Los resultados que se obtuvieron en los ensayos realizados en Francia son más bajos, lo que es lógico si tenemos en cuenta la composición más peligrosa de las muestras enviadas entonces. El ángulo medio obtenido en varios ensayos osciló de 83 a 120°, que, por otra par-



te, tampoco son cifras que nos parezcan exageradamente malas.

*Ensayos de resiliencia.*—El tipo de la probeta elegido fué el ya citado, pero se obtuvieron tres variantes con la ranura en tres posiciones relativas distintas respecto a la zona abierta de la V. Las que llamaremos ensayo 1, la ranura estaba en el fondo de la V. En la correspondiente al ensayo 2, la posición de la ranura era diametralmente opuesta, esto es, la ranura correspondía a la zona abierta de la V. Por fin, en los ensayos 3, el barreno era perpendicular a la chapa en el sentido del espesor y la ranura tangenteaba la zona de unión entre la soldadura y el metal de base en la parte abierta de la V.

Los resultados medios fueron:

Ensayo tipo	1	2	3
Kg.m/cm <sup>2</sup> .....	11,4	10,4	9,8
Puntos.....	— 25	— 20	— 15
Rockwell.....	27	24,7	24

que en Brinell viene a representar una dureza media de 210 y una máxima de 300 aproximadamente.

*Ensayos de forjabilidad.*—Se realizan de una manera periódica al comprobar la calidad de los electrodos, y consiste en soldar dos llantas de 50 × 50 × 8 mm., y calentando el conjunto a la temperatura de forja se golpea de canto la zona soldada hasta conseguir aplastarla y hacer que tome su mayor dimensión en sentido perpendicular a la primitiva. En general, no aparece ninguna grieta, y tanto éste como

En los primeros ensayos realizados en Ateliers et Chantiers de Bretagne, las cifras correspondientes fueron:

Ensayo tipo	1	2	3
Kg.m/cm <sup>2</sup> .....	9,85	12,4	11,9

Nuestros resultados nos parecen correctos y natural la disminución de características con el ensayo 3, pero siempre dentro de cifras muy aceptables; en cambio, los de los ensayos realizados en Francia son algo extraños, sobre todo los correspondientes al ensayo 1, que quizá indiquen que sus electrodos eran de calidad inferior a los nuestros.

*Ensayos de dureza.*—Nos referiremos a los realizados por la Empresa extranjera citada y que dieron a través de la soldadura y en puntos distantes de 5 en 5 mm.:

Puntos.....	— 25	— 20	— 15	— 10	— 5	0	0	10	15	20	25
Rockwell.....	27	24,7	24	25,5	27	28	30,4	24,5	25	24	24,5

otros ensayos que nos han señalado como tan enérgicos aún más, han dado siempre un resultado excelente.

### 8. CUADRO RESUMEN POR ENSAYOS.

En el adjunto cuadro se ve un resumen por ensayos y propiedades, en el que se ha obtenido la media correspondiente a los varios espesores ensayados. Los resultados generales son satisfactorios y se puede apreciar de una manera rápida la importancia del efecto del

ESPESOR	Rotura	L. Elástico	Alargamiento	Estricción	Resiliencia	Plegado	Dureza máxima	
Metal base .....	4	63,4	41,4	23	37,7	—	203	
	8	64,5	41,8	22	40	—	200	
	12	61,3	40,9	25,8	46	11,9	192	
Valor medio .....		63,1	41,4	23,6	41,2	11,9	193,3	
Metal de aportación .....		64,1	44	26	51,5	11,1	210	
	4	63,3	40,2	20,3	30,5	—	180°	
	8	67,5	41,9	19,6	43,4	—	146°	
Metal afectado .....	12	61	39,8	21,6	40,5	9,1	149°	
	Valor medio .....		63,9	40,6	20,5	38,1	9,1	158,3°
	4	63	41	22,1	31,1	—	180°	
Metal soldado .....	8	67,5	41,6	16,7	39,8	—	180°	
	12	66	40,1	20,1	38,9	11,4	102°	
	Valor medio .....		65,5	40,8	19,6	36,6	11,4	148°



calor del arco, la variación de propiedades del metal soldado comparado con el metal base, etcétera. A él nos referiremos en la comparación con otros aceros y en las conclusiones que vienen a continuación.

9. COMPARACIÓN CON ALGUNOS ACEROS DE ALTA TENSIÓN.

Vamos a referirnos a continuación al acero "Marceau" como un acero similar en propiedades al "S", muy utilizado en Francia, y al St 52 como acero de cualidades mecánicas bastante inferiores a las precisadas, pero en el que se han puesto bastantes esperanzas sobre su

gran empleo en construcciones soldadas, ya que su soldabilidad parece ser mejor que la del acero que nos ocupa.

Lo que se refiere al "Marceau" está obtenido de ensayos realizados en Francia para compararlo con el "D", y con referencia al St 52, nos hemos servido de características de catálogo y de la referencia (1). Sentimos mucho no tener como base ensayos propios, pero como simplemente se trata de deducir algunas propiedades por el equivalente en C. y comparar cifras de cualidades mecánicas, creemos suficientes y seguras las fuentes citadas.

*Cualidades e índice de soldabilidad deducidas del análisis.*—Vamos a tomar los análisis medios que vienen a continuación:

	C.	Mn.	Si.	Cu.	Ni.	Cr.	No.
Acero "D" .....	0,265	1,5	0,2	indicios	nada	nada	nada
A. "Marceau" .....	0,22	0,8	0,3	0,2	1,5	0,5	0,2
St 52 .....	0,18	1,2	0,5	0,40	nada	0,4	indicios

El número de "Dearden" y O'Neill que resulta es:

Acero "D" .....	0,515
"Marceau" .....	0,615
St 52 .....	0,49

Como vemos, el "Marceau" resulta en condiciones desfavorables, ya que sobrepasa bastante la cifra de 0,55 que suele admitirse como índice de soldabilidad aceptable para material no muy grueso. Los otros dos aceros resultan comparables, y teniendo en cuenta las mayores cualidades de resistencia del "D", aún mejora la calificación de éste.

Si obtenemos el equivalente en C. del Battelle Memorial Institute, resulta:

Acero "D" .....	0,690
Acero "Marceau" .....	0,495
Acero St 52 .....	0,605

Ya a primera vista se aprecia que el acero "Marceau" no es apto para aplicarle los estudios del acero a Mn realizados por Battelle, ya que su porcentaje de Ni es de 1,5 o mayor, mientras que el más rico en Ni de los ensayados por dicho Instituto es de 0,18 por 100. Por lo tanto, comparemos los "D" y St 52, y por el equivalente en C. hallado veamos algunas de

las propiedades. Como primera deducción interesante vemos que tanto uno como otro están entre los aceros al Mn más peligrosos ensayados por Battelle, ya que oscilan entre 0,3 a 0,8 las equivalencias en C., y un acero como el "Manten", que ellos presentan como de poca ductilidad, nos arrojaría un equivalente de 0,63. De esto deducimos que el mayor grado de seguridad que exigen los Institutos americanos (por imperfección de mano de obra, imposibilidad de buen control y otras necesidades de su mercado) hace que manejen aceros de calidades resistentes necesariamente inferiores a los europeos, pero mucho mejor soldables.

Las consecuencias más importantes que podemos deducir respecto a nuestros dos aceros son las siguientes:

En todos los ensayos de soldabilidad al agrietamiento y flexión entallada, los valores hallados para la probeta afectada por el arco se aproximan bastante a los de las probetas de metal base para espesores iguales o inferiores a 1/2", y la relación entre las cifras de las probetas afectadas y las normales es casi independiente de la naturaleza del acero.

(1) "Sobre la soldabilidad de los aceros de alta resistencia empleados en construcción naval". A. Villanueva Núñez. INGENIERÍA NAVAL, diciembre, 1948.



Por ejemplo, comparando los dos aceros

	C.	Mn.	Si
2 HF .....	0,17	0,70	0,23
"Manten" .....	0,25	1,50	0,04

El ángulo de flexión baja de 67,69° a 53,55° para 1/2" y el 2 HF, y de 63,64° a 46,49° para 1/2" para acero "Manten", lo que representa unos valores del 79 por 100 y 73 por 100 en ambos casos.

La tendencia al agrietamiento se ensayó con aceros de 1", y por los cuadros de valores obtenidos de los aceros ensayados y colocados en orden del C. equivalente, resulta para nuestros aceros:

	C. equiv.	% agrietamiento
Acero "D" .....	0,690	95 %
Acero St 52 .....	0,605	90 %

o sea que tanto uno como otro son bastante propicios al agrietamiento y su uso en América estaría seguramente prohibido (1).

La influencia del electrodo en estos ensayos fué de bastante importancia, pues mientras con electrodos A W S — E 6010, el valor medio de tendencia al agrietamiento para todos los aceros fué de un 57 por 100, con electrodos A W S — E 6015 (muy bajo en hidrógeno) dió un 0 por 100.

*Cualidades mecánicas ensayadas.* — Podemos dar el siguiente cuadro-resumen de valores medios de probetas afectadas por un derrame de aceros "D" y St 52 (el "D" en probeta de 12 milímetros, y el St 52, de 18 mm.).

	Rotura	L. El.	Algt. <sup>o</sup>	Resil. <sup>a</sup>	Pleg. <sup>o</sup>	Dureza
Acero "D" .....	61	39,8	21,6	9,1	149	350
St 52 .....	54,8	36,6	22,2	6,7	100	313

Para valores de la carga de rotura de un 90 por 100 del St 52 al "D", el límite elástico es un 96 por 100 ligeramente mejorado; en cambio, la resiliencia baja hasta ser un 73,6 por

(1) Para detalles de los ensayos del Battelle Memorial Institute, remitimos a "The weldability of carbon-manganese Steels", R. D. Williams, D. B. Roach, D. C. Martin y C. B. Voldrich, y a "Review on the weldability of carbon manganese Steels. C. B. Voldrich y O. E. Harde. J. of the A. W. S. Welding Research Supplement. July, 1949.

100, y las demás características se mantienen aproximadamente en la relación de las cargas de rotura; esto es, hablando en términos generales, el aumento en resistencia se logra a base de una pérdida de cualidades elásticas y aumento de dureza en la misma proporción.

## 10. CONCLUSIONES.

De todos estos ensayos, de los anteriormente efectuados, de los artículos que se refieren a trabajos similares y de la práctica de la soldadura del acero S. M. D., podemos deducir las siguientes conclusiones e indicaciones del empleo futuro:

1.<sup>a</sup> Como en cualquier otro trabajo, la importancia de mano de obra es muy grande y el poder asegurar que la soldadura se ha realizado de una manera correcta y de acuerdo con las normas establecidas en cuanto a la longitud de una pasada, intensidad (esto es importantísimo), buena posición del electrodo, etcétera. El control en este aspecto debe ser severo, y conviene multiplicar el personal de encargados e inspectores y dar a la inspección radiográfica la mayor extensión posible.

2.<sup>a</sup> Las temperaturas bajas hacen peligroso el empleo de la soldadura en general y más especialmente la de los aceros de alta resistencia. Desgraciadamente hay todavía pocos datos concretos en este sentido, pero, en cambio, contamos con que en nuestros astilleros son relativamente poco frecuentes las temperaturas que pudieran llegar a ser peligrosas. Contra

este efecto perjudicial hay que prohibir en absoluto la ejecución de soldadura en malas condiciones de temperatura, en cuanto se puedan fijar con cierta exactitud dichas temperaturas.

3.<sup>a</sup> Tiene una gran importancia el orden adecuado de soldadura y montaje de las grandes construcciones. Hay numerosa literatura sobre este particular, y recomendamos especialmente la publicación del Instituto de la Soldadura número 10.

A pesar de las actuales circunstancias de es-



casez de materiales, que a veces aconseja un orden de trabajo fuera del normal para ejecutar una construcción soldada, recomendamos muy especialmente seguir una marcha adecuada de montaje para llegar a un buen éxito.

4.<sup>a</sup> La humedad tiene una importancia muy grande para la calidad del metal depositado, dando en general soldaduras poderosas aquellos electrodos cuyo revestimiento tenga o haya tenido humedad. Toda la vigilancia que haya en este sentido será poca, y deben rechazarse los paquetes que presenten síntomas de haberse mojado o haber absorbido en cantidad la humedad ambiente. Hasta los mejores electrodos son sensibles a la humedad, y las consecuencias son siempre malas.

5.<sup>a</sup> La soldadura realizada sobre materiales de espesor igual o inferior a 1/2" tiene siempre más posibilidades de éxito que las realizadas sobre mayores espesores. Podemos decir que soldando adecuadamente el acero "D" en gruesos menores que el señalado, se tiene más seguridad que con el acero "Marceau" y tanto como con el St 52, con la diferencia que en elementos muy cargados y con limitación de peso y espesor los 8 ó 10 kgs. de resistencia que tiene aproximadamente el acero "D" sobre el St 52 hacen que sea el primero insustituible en la actualidad.

6.<sup>a</sup> Como ya anunciamos en el comienzo del artículo, todo lo que se ha expuesto hasta aquí

nos da una cierta seguridad en el empleo de la soldadura en aceros de alta resistencia, pero no hemos de olvidar que ha habido una profusión de accidentes (puentes belgas y alemanes, buques "Liberty", etc.) en estructuras soldadas que eran de aceros mucho más soldables que los que nos ocupan; como es lógico, cuanto más especial sea un acero hay que extremar los cuidados al soldarlo, y todas las observaciones hechas anteriormente, aunque son de carácter general, se deben tomar más estrictamente al soldar aceros de alta resistencia.

De todo lo anterior podemos deducir que si queremos un acero más resistente (refiriéndonos, claro está, a los pocos aceros de alta tensión que se fabrican en España), hemos de soldarlo con más cuidado, y que seguramente dará lugar a más fracasos la mala preparación y ejecución de una soldadura, aunque sea en acero S-2, que el soldar adecuadamente el acero "D". Es natural que sería mucho mejor disponer de aceros similares a los americanos y no tener la gran limitación de espesores que nos empuja hacia los aceros de 60 kgs., pero mientras tengamos las disponibilidades actuales, hagamos frente a los problemas con los materiales que tenemos, y sin dejarnos influir por pesimismo, pongamos nuestra buena voluntad en soldar bien el acero "D", y tendremos muchas probabilidades de lograrlo sin temor a grandes fracasos.





# COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LAS VIBRACIONES DE LAS ESTRUCTURAS REMACHADAS Y SOLDADAS DE ESCANTILLONES RELATIVAMENTE DELGADOS (\*)

POR

H. DE LEIRIS y H. DUTILLEUL

INGENIEROS JEFES DEL GENIE MARITIME

Traducido por ANTONIO VILLANUEVA NUNEZ

INGENIERO NAVAL

## SUMARIO

La presente Memoria da cuenta de los ensayos que se han ejecutado con objeto de comparar la resistencia a las vibraciones, a la frecuencia de resonancia, de las estructuras remachadas y soldadas de espesores relativamente delgados (3 mm.); la práctica ha demostrado en este aspecto una cierta inferioridad de las estructuras soldadas con relación a las remachadas y los ensayos de fatiga efectuados en el Laboratorio parecen confirmar esta apreciación. Los ensayos de oscilaciones forzadas, descritos a continuación, ponen en evidencia una menor rigidez de las estructuras remachadas en unión de una capacidad de amortiguamiento mucho más elevada, que reduce de manera notoria la amplitud de las flechas y la fatiga del material durante el período de resonancia en relación con las estructuras soldadas.

## I. INTRODUCCIÓN.

1.—La sustitución del remachado por la soldadura no se ha hecho sin dificultades cuando se ha tratado de pasar de la experiencia de laboratorio a su aplicación a las grandes estructuras metálicas.

Dentro del campo de la Estática, los principales incidentes que ha habido que lamentar han sido la rotura de grandes construcciones, tales como puentes, buques, etc., entre todos los cuales se destacan por su celebridad las

fracturas de los buques tipo Liberty, que han afectado no sólo a las uniones de planchas, sino también a éstas mismas.

2.—En el campo de la resistencia a los esfuerzos repetidos, innumerables ensayos, hechos desde hace un cuarto de siglo en todos los países del mundo, han mostrado que, al igual que las juntas remachadas, las uniones soldadas manifiestan una gran inferioridad con respecto a los materiales sanos y que respecto a la comparación de las uniones soldadas y remachadas, las primeras presentan siempre una resistencia por lo menos igual a estas últimas. Esta conclusión general se halla, sin embargo, en contradicción con las comprobaciones hechas en la realidad, cuando se trata de fenómenos de vibraciones intensas, tales como las que se producen cuando una estructura está en período de resonancia, si la estructura está construída de espesores relativamente débiles, pues en estas condiciones el remachado presenta una superioridad neta sobre la soldadura. El ejemplo más típico a este respecto ha sido la experiencia real de dos lanchas rápidas (vedettes) completamente idénticas, salvo que una de ellas era de construcción enteramente remachada y la otra totalmente soldada. La lancha re-

(\*) Memoria leída durante el curso actual en la Asociación Técnica Marítima y Aeronáutica de Francia



machada no ha dado origen a ninguna dificultad en servicio, mientras que la soldada ha sido objeto de repetidas roturas, que a pesar de todos los reforzados han conducido a su inutilización.

Esta diferencia de resultados no puede explicarse si no se hace intervenir la diferente capacidad de amortiguación de los dos tipos de estructuras.

3.—Con objeto de intentar aclarar esta cuestión es por lo que se han sometido a ensayos comparativos de oscilación forzada dos estructuras, una remachada y la otra soldada, constituidas por un mamparo provisto de dos refuerzos de plancha afaldillada.

II. DESCRIPCIÓN DE LOS MAMPAROS DE PRUEBA.

4.—Los dos mamparos o paneles de prueba no difieren el uno del otro más que por la forma de sujeción de los refuerzos al forro y por el tipo de unión de este forro al marco rígido de encastre (fig. 1).

zos sobresalen del panel y se prolongan sobre el marco rígido.

Su fijación sobre el forro se lleva a cabo mediante soldadura discontinua 50/100 y 2 mm. de cuello en el panel soldado y por remaches de 6 mm. con separación  $e = 8d$  en el remachado.

6.—El marco rectangular, sobre el cual se afirma cada panel, está constituido por una I de  $\frac{380 \times 15}{150 \times 20}$ .

El panel soldado se sujeta sobre el ala superior de esta I por soldadura continua de 2 mm. de cuello y el panel remachado con remaches de separación  $e = 4,5d$ .

Cuatro vigas transversales equidistantes de  $\frac{285 \times 15}{100 \times 10}$  refuerzan el conjunto del marco rígido.

7.—En el centro de cada panel se dispone una plancha de 15 mm. de espesor, que se suelda a los refuerzos mediante soldadura de tapones

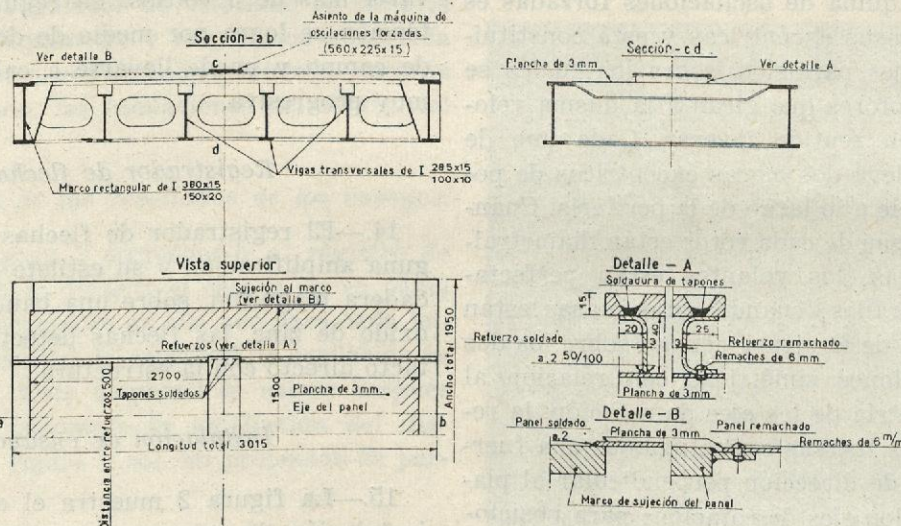


Fig. 1.—Paneles de ensayo remachado y soldado.

El forro es rectangular de  $2,7 \times 1,5$  m. y su espesor nominal es de 3 mm.; el forro y los refuerzos son de acero 50 SS.

5.—Los refuerzos son L de  $40 \times 20 \times 3$  en el panel soldado y U de  $\frac{40 \times 3}{25 \times 3}$  en el remachado.

Cada panel tiene dos refuerzos espaciados 500 mm. y dispuestos simétricamente con relación al eje mayor del modelo. Estos refuer-

(figura 1, detalle A) y la cual está destinada a servir de asiento a la máquina de oscilaciones forzadas.

III. DESCRIPCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS.

8.—Las experiencias que se efectuaron con cada panel, en las condiciones de excitación lo más variadas posibles, fueron las siguientes:

1.<sup>a</sup> Determinación de la frecuencia de reso-



nancia en vibración normal al plano del panel.

2.<sup>a</sup> Medida de la amplitud de resonancia en el centro del panel.

3.<sup>a</sup> Determinación del esfuerzo estático que produce en el centro del panel una flecha igual a la semiamplitud de resonancia.

#### ENSAYOS DE RESONANCIA.

##### *Equipo de ensayo.*

9.—El equipo de ensayo comprende:

Una máquina universal de oscilaciones forzadas Losenhausen, tipo  $\frac{200}{20-100}$ .

Un grupo convertidor especial para alimentación de la máquina anterior.

Un taquímetro de precisión conectado a uno de los rotores de la máquina.

Un watímetro de precisión.

Un registrador de flechas.

##### *Máquina de oscilaciones forzadas.*

10.—La máquina de oscilaciones forzadas es del tipo de masas excéntricas y está constituida por dos ejes paralelos, sobre los cuales se montan dos rotores que giran a la misma velocidad, pero en sentido inverso. Cada uno de esos rotores lleva dos masas excéntricas de posición regulable a lo largo de la periferia. Cuando las dos masas de cada rotor están diametralmente opuestas, los volantes están perfectamente equilibrados; cuando estas masas están la una al lado de la otra y ocupan sobre los dos rotores posiciones simétricas con relación al plano de simetría de los ejes de rotación, la resultante de las fuerzas centrífugas es una fuerza sinusoidal de dirección perpendicular al plano común de los ejes de rotación; para posiciones intermedias de las masas la resultante es una fuerza sinusoidal de la misma dirección, pero de valor más reducido.

11.—Las características principales de la máquina son las siguientes:

Para la frecuencia mínima de 5 hertz la fuerza centrífuga máxima es de 44,8 kg. Para frecuencias más fuertes crece proporcionalmente al cuadrado de estas frecuencias, pero en nuestro caso se ha limitado su empleo a 200 kg., que es el valor alcanzado con el desequilibrio máximo a la frecuencia de 11 hertz.

La frecuencia máxima de la máquina es de 100 ó de 25 hertz, según la polea utilizada entre el motor y los rotores.

El empacho aproximado es de 425 mm. en sentido paralelo a los ejes de rotación, de 496 milímetros perpendicularmente al plano de estos ejes y de 500 mm. perpendicularmente a ellos, pero en su plano.

12.—La máquina completa pesa 85 kg. La basada de la máquina es de aleación ligera y posee dos faldillas perpendiculares a los ejes de los rotores y paralelas a plano de éstos, que permiten empernar la máquina sobre la estructura en estudio.

##### *Grupo convertidor especial.*

13.—El grupo convertidor especial se transporta en un carrito de tres ruedas. Consiste en un grupo Leonard de 3 kw., constituido por un motor trifásico de 200 voltios entre fases y un generador de corriente continua con excitación independiente. Para una regulación determinada la tensión en los bornes de la generatriz no varía más de 3 voltios. La regulación de esta tensión se logra por medio de dos resistencias de campo y puede llevarse a cabo de manera muy progresiva.

##### *Registrador de flechas.*

14.—El registrador de flechas no lleva ninguna amplificación y su estilete marca en verdadera magnitud, sobre una banda de papel al óxido de zinc, las flechas detectadas por contacto directo con la estructura.

##### *Instalación de ensayos.*

15.—La figura 2 muestra el conjunto de la instalación de ensayos. Los paneles se disponen en ella verticalmente y de dos en dos y se

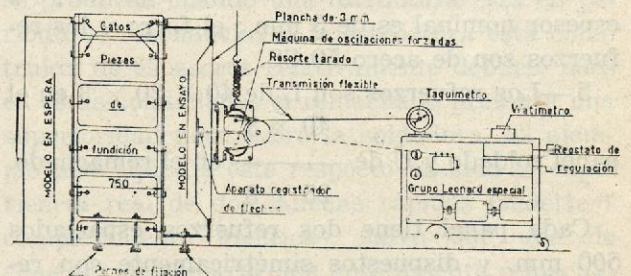


Fig. 2.—Disposición del equipo de ensayo.



fijan mediante gatos sobre piezas intermedias de fundición, sujetas a su vez por pernos a un piso de fuertes vigas. Se ha escogido esta disposición para evitar la influencia perturbadora de la deformación de los paneles por la acción del peso de la máquina de oscilaciones forzadas.

16.—La máquina se emperna sobre la placa de asiento del panel a ensayar y su peso se compensa suspendiéndola de un muelle tarado.

17.—El registrador de flechas se fija sobre un soporte independiente del panel, de manera que el punto de contacto esté en el centro del mismo y sobre la cara opuesta a los refuerzos. En ese punto la superficie de la plancha ha sido previamente alisada con papel esmeril.

*Marcha de las experiencias.*

18.—Para cada posición de las masas de la máquina de oscilaciones forzadas se determina la curva de amplitudes de vibración en función de las velocidades de rotación.

Esta curva se obtiene por puntos y para cada posición del regulador de velocidad se toma la lectura del taquímetro y la potencia absorbida en el watímetro, registrándose además, durante medio segundo, las oscilaciones del centro del panel.

*Presentación de los resultados de los ensayos.*

20.—La figura 3 corresponde al registro de flechas obtenido durante el ensayo de un panel soldado, apreciándose en ella que para cada valor de la velocidad, la amplitud de oscilación es muy estable. Esta amplitud se valora después exactamente mediante la ampliación del diagrama de la figura 3 con un proyector de perfiles.

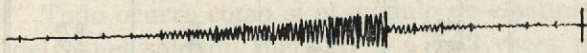


Fig. 3.—Diagrama de oscilaciones del panel soldado. Masas excéntricas 1-7.

21.—La tabla I da, a título de ejemplo, el conjunto de los resultados obtenidos con el panel soldado para una de las posiciones de las masas. En él se indican sucesivamente la frecuencia de excitación, la fuerza excitatriz, definida por su máximo, la potencia, dada por el watímetro, y finalmente la amplitud total de oscilación, determinada como acaba de decirse.

TABLA I.

Panel soldado.

Masas excéntricas en las posiciones 1 y 7.

Frecuencia	Fuerza excitatriz	Potencia absorbida	Amplitud de oscilación del forro	Observaciones
Hertz	kg	Watt	mm	
10	6,92	92	0,10	
11	8,37	100	0,20	
12	9,96	110	0,35	
13	11,70	120	0,75	
14	13,56	136	1,80	
14,5	14,55	148	3,65	
14,6	14,75	152	5,10	
14,7	14,95	158	6,30	
14,8	15,16	166	7,50	
14,9	15,36	176	8,60	
15	15,57	200	11,80	
15,1	15,78	216	13,65	
15,2	16	246	14,55	Resonancia
15,4	16,61	164	4,15	
15,5	16,63	160	3,50	
16	17,72	168	1,75	
16,5	18,84	176	1,07	
17	20	190	0,90	
18	22,42	206	0,80	
19	24,98	228	0,60	

En la figura 4 se representan gráficamente los valores de la potencia y de la amplitud en función de la frecuencia.

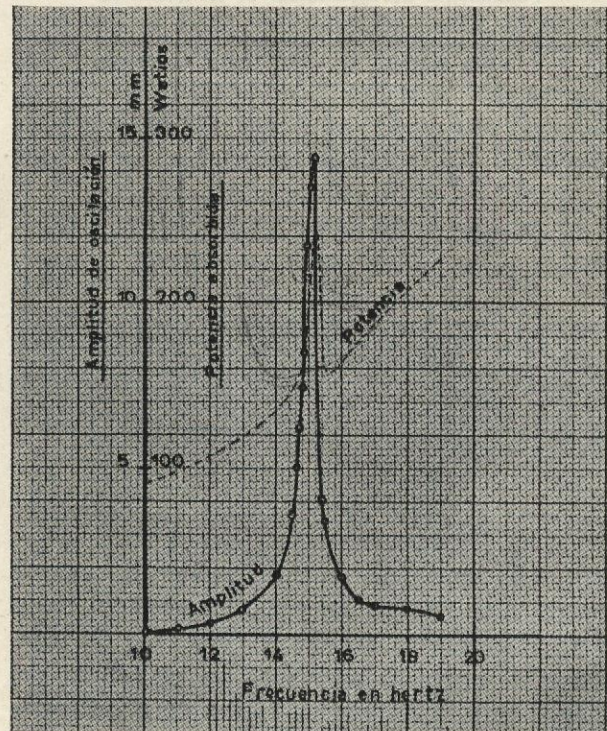


Fig. 4.—Curvas de resonancia del panel soldado. Masas excéntricas 1-7.

22.—Se ve que la resonancia se define excelentemente, tanto por la potencia absorbida como por el valor de la flecha.



Cuando la frecuencia crece, las curvas se elevan rápidamente en la proximidad de la resonancia y después caen de una forma mucho más brusca, dando la sensación de una verdadera discontinuidad en aquel punto. Esta discontinuidad es más manifiesta en la curva de amplitud que en la de potencia y por ello las frecuencias de resonancia que se indican en todo lo que sigue están deducidas de las curvas de amplitud.

A partir de la frecuencia de resonancia se calcula fácilmente la fuerza excitatriz durante la resonancia.

*Condiciones de resonancia.*

23.—En la tabla II se resumen los resultados obtenidos, correspondientes a las condiciones de resonancia de los dos paneles, para las diversas posiciones de las masas excéntricas, y en la figura 5 se representan gráficamente dichos resultados en función de la amplitud de resonancia.

TABLA II

Condiciones de resonancia de los paneles.

Regulación de las masas	PANEL SOLDADO				PANEL REMACHADO			
	Fuerza excitatriz. kg	Potencia absorbida Wat	Frecuencia. Hertz	Amplitud m/m	Fuerza excitatriz kg	Potencia absorbida Watt	Frecuencia Hertz	Amplitud m/m
1	4,37	174	15	6,25	0,95	100	7	1,18
2	8,10	194	15	10,60	1,71	108	6,9	2,65
3	12,47	232	15,2	13,45	2,50	108	6,8	3,5
4	16	246	15,2	14,55	2,92	100	6,5	6,02
5	Los ensayos no se han continuado por ser grande la amplitud obtenida				3,56	98	6,5	7,30
6					3,77	110	6,3	9,40
7					4,37	116	6,45	12,40
8								

*Ensayos estáticos.*

24.—Se han determinado mediante ensayos estáticos las flechas que toma cada panel cuando se somete a la acción de esfuerzos de tracción y compresión aplicados en el centro del asiento de la máquina, en forma de poder compararlas con las amplitudes de resonancia.

25.—Los esfuerzos de tracción se han aplicado por medio de una máquina de tracción transportable de 15 toneladas; los esfuerzos de compresión, por medio de un simple gato de tornillo.

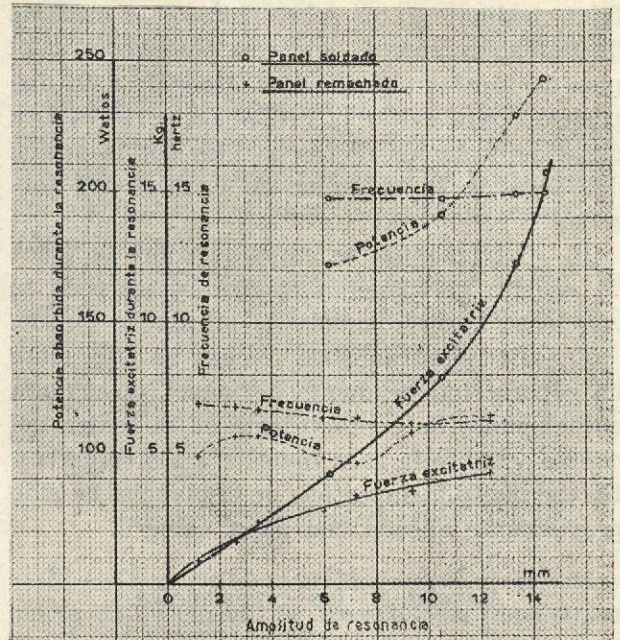


Fig. 5.—Ensayos de oscilaciones forzadas.

En uno y otro caso los esfuerzos se han medido mediante un dinamómetro neumático de una tonelada.

26.—La medición de las flechas se ha llevado a cabo con la ayuda del registrador utilizado en los ensayos de oscilación forzada.

27.—Los resultados de estos ensayos se dan en la tabla III y se representan gráficamente en la figura 6.

TABLA III

Ensayos estáticos.

Esfuerzo	PANEL SOLDADO		PANEL REMACHADO	
	Carga (kg)	Flecha (mm)	Carga (kg)	Flecha (mm)
Tracción	264	2,10	16,6	0,40
	450	3,55	36,6	1
	569	4,50	51,3	1,35
	627	4,9	97,3	2,40
			125,6	2,85
Compresión			173,3	3,60
			257,3	4,60
	233,3	1,85	25	0,75
	427,1	3,48	26	1,05
	561,7	4,50	37,5	1,50
	606,1	4,95	68,4	2,75
			77,6	3,40
		97,3	4,50	
		139,4	6,30	

IV. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

28.—Lo que más se destaca en el examen de la tabla II es la diferencia considerable entre las frecuencias de resonancia de los paneles remachado y soldado, pues aquéllas del primero



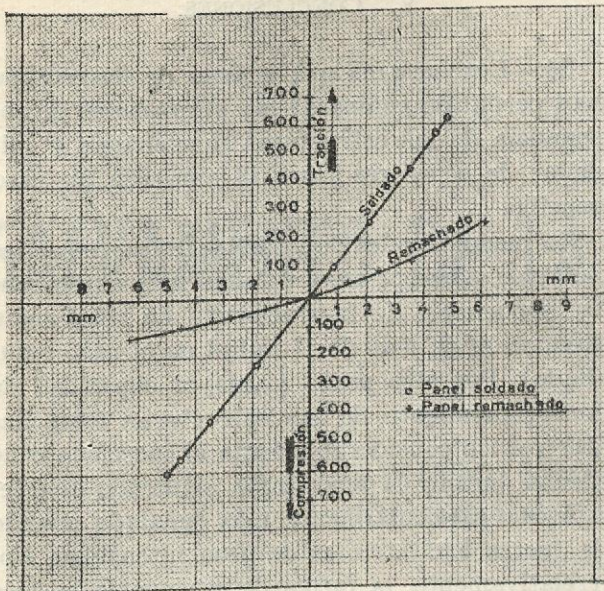


Fig. 6.—Ensayos estáticos.

son siempre inferiores a la mitad de las del segundo.

Este hecho proporciona ya una explicación probable del diferente comportamiento práctico de las estructuras remachadas y soldadas. Es, en efecto, posible que en ciertos casos se cebe la resonancia en una de las estructuras y no en la otra. Se señala, sin embargo, que las cifras experimentales anteriores no deben ser interpretadas en forma absoluta, a causa de las observaciones que describiremos más adelante.

29.—La mayor frecuencia de resonancia del panel soldado debe ser referida en primer lugar a la mayor rigidez de esta estructura. Si consideramos la figura 6 se ve en ella que las pendientes en el origen de las curvas de deformación tienen por valor:

- 0,037 mm/kg. para el panel remachado.
- 0,008 mm/kg. para el panel soldado.

Todo ocurre como si el módulo de elasticidad del panel soldado fuera 37/8 ó 4,62 veces más elevado que el del panel remachado, lo que debe corresponder a una frecuencia de resonancia  $\sqrt{4,62}$  ó 2,15 veces más fuerte; cifra exactamente de acuerdo con la experiencia hecha con la fuerza excitatriz más débil.

30.—Un fenómeno secundario interesante lo constituye la variación de la frecuencia de resonancia en función de la amplitud de oscilación y por tanto de la fuerza excitatriz.

Esta variación no parece explicarse por una

variación de la rigidez en función de la flecha, y como la influencia es muy débil sobre el panel soldado, hace falta considerar sin duda un factor más activo, el cual puede ser la capacidad de amortiguamiento.

31.—En lo que concierne a la capacidad de amortiguamiento, parece lógico que esta capacidad pudiera apreciarse por los valores de la potencia absorbida, pero a la vista de las cifras de la tabla II se observa que estos valores son muy poco significativos, pues no se registra ninguna variación sensible, por ejemplo, cuando la amplitud de oscilación del panel remachado pasa de 1,18 a 9,40 mm., lo que no deja de sorprender.

Esto ocurre porque la mayor parte de la energía absorbida corresponde a las pérdidas mecánicas y eléctricas de la misma máquina.

32.—En estas condiciones no se puede lograr una idea del amortiguamiento más que considerando el aumento de las deformaciones durante la resonancia.

Se puede, en efecto, calcular la variación de la flecha que produciría un ciclo de carga estático igual al que se produce en cada caso de resonancia. Está variación de flecha es muy débil y puede determinarse sencillamente con ayuda de la tangente en el origen a las curvas de la figura 6. Se hallan entonces los resultados que se representan gráficamente en la figura 7.

33.—Se ve que el aumento de las flechas durante la resonancia es siempre mucho menor para el panel remachado que para el soldado.

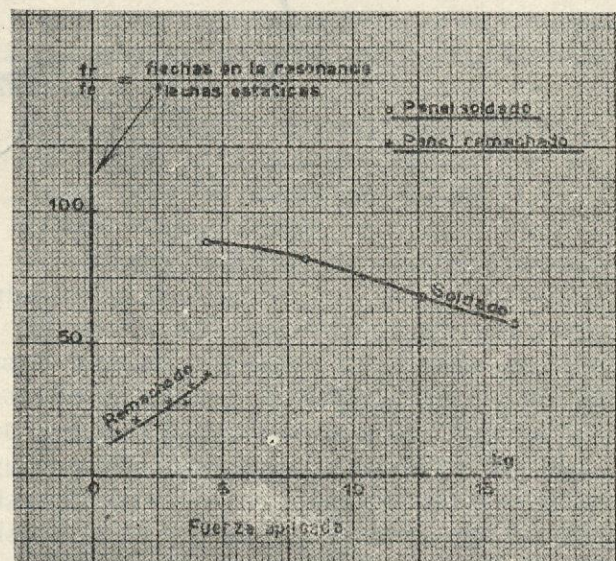


Fig. 7.—Aumento de las flechas durante la resonancia.



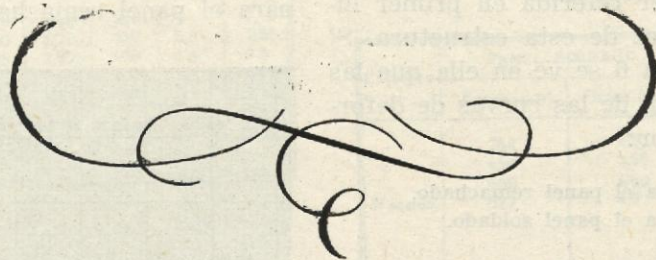
Para este último la proporción de aumento de la flecha decrece a medida que crece la fuerza y por tanto la flecha. Todo ocurre como si fueran las propiedades del acero las que gobernarán el fenómeno; se sabe, en efecto, que la capacidad de amortiguamiento crece en general con la deformación sufrida.

Para el panel remachado la proporción de aumento de flecha durante la resonancia crece por el contrario con la fuerza y esto mucho más rápidamente que lo que decrece para panel soldado. Aquí las propiedades del metal no pueden por tanto explicar los resultados experimentales. Sin duda hace falta admitir que cuando las amplitudes y las velocidades de oscilación crecen no pueden producirse ciertos deslizamientos, a los cuales se debe en parte el amortiguamiento o, diciéndolo de otra manera, la estructura se comporta en forma tanto más "monolítica" cuanto más elevadas son las amplitudes y velocidades.

## V. CONCLUSIONES.

34.—Los ensayos que acaban de describirse han permitido comparar las propiedades de resonancia de las estructuras remachadas y soldadas de espesores finos (3 mm.) en un caso sencillo.

La menor rigidez de las estructuras remachadas tiene como primera consecuencia un descenso importante de la frecuencia de resonancia (reducción de más de la mitad en el caso estudiado). Por otra parte, la mayor capacidad de amortiguamiento de las estructuras remachadas reduce considerablemente el incremento de flecha durante la resonancia, siguiendo este fenómeno particularmente más señalado cuando la fuerza excitatriz es de poca intensidad. Correlativamente, la fatiga de resonancia es más débil en las estructuras remachadas que en las soldadas, lo que explica la mayor sensibilidad de estas últimas a las cargas oscilantes.





# SALVAMENTO DE LA DRAGA «LA PLATA»

POR

GUILLERMO PARGA, JOSE M.<sup>o</sup> DE LOS  
RIOS, LUIS ARMADA y MIGUEL ALDECOA

INGENIEROS NAVALES

El día 10 de abril, en la bahía de Cádiz y a consecuencia del fuerte temporal de levante reinante, la draga "La Plata" recibió un golpe de un ganguil que le incrustó en el costado de estribor un tintero del timón.

La vía de agua ocasionada produjo una fuerte escora, en vista de lo cual se trató de embarrancarla en el bajo de las Cabezuelas, y para ello fué preciso levantar la pluma de dragado con el rosario de cangilones.

El intento se logró solamente en parte, ya que cuando llevaban avanzados unos cincuenta metros, operación que se hizo cobrando de los cables de maniobra dispuestos para el dragado, la carena líquida interior, la elevación de pesos y la escora que tenía trajeron como consecuencia la pérdida de estabilidad, dando la vuelta la draga y quedando acostada en el fondo, ya que comenzó en seguida a entrar agua por las escotillas y demás aberturas de cubierta.

La draga quedó apoyada en su costado de estribor y en la torreta central, con una escora de 120°, sobre un fondo de arena dura con una profundidad de tres metros en bajamar equinoccial en casi toda su eslora, a excepción de la parte de popa donde se alcanzaba una profundidad de 9 metros debido al talud que se había formado por el dragado.

Las características de la draga son las siguientes:

Eslora, 49,86 m.

Manga, 9,24 m.

Puntal, 4,00 m.

Calado medio, 2,37 m.

Desplazamiento, 650 tons.

Altura hasta el eje de las ruedas de la torre, 12,00 metros.

El artefacto es del tipo de pozo abierto, siendo la longitud de este pozo 24 m. Lleva dos hélices de 4 palas, accionadas por dos máquinas alternativas de triple expansión y el vapor está generado por dos calderas cilíndricas, situadas en una cámara de calderas a popa de la cámara de máquinas.

Como pesos importantes de los elementos más fáciles de poder sacar en caso necesario tenemos:

Pluma de dragado, sin cangilones, 70 tons.

Cada rueda de movimiento, 14 tons.

Prisma superior con su eje, 11 tons.

Prisma inferior, 9 tons.

Un elemento completo de la cadena de cangilones, 1,5 tons.

El estudio del salvamento había que realizarlo teniendo presentes los medios con que contaba el Astillero de Echevarrieta y aquellos otros que se pudiesen obtener en Cádiz por alquilar a otras Sociedades, a fin de realizar rápidamente los trabajos. Debía realizarse también de tal modo que las reparaciones que hubiese que efectuar una vez salvada la draga fuesen las menos posibles por ser necesario que entra-



se rápidamente en servicio ya que era imprescindible para el plan de trabajos de la Sociedad que trabajaba con ella.

Debido a la situación en que se encontraba, en medio de la bahía y por tanto muy alejada de cualquier punto costero, no se podía contar con elementos de tracción situados en tierra,

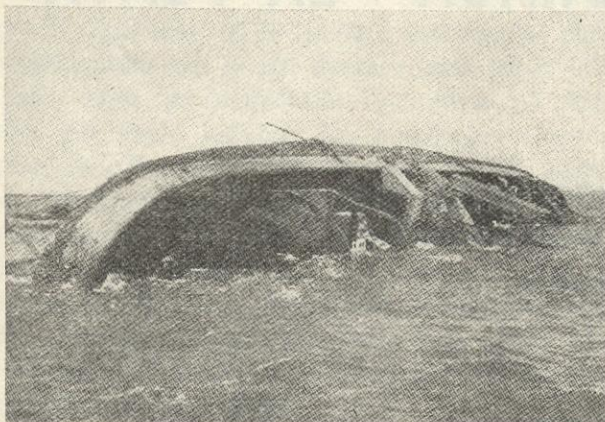


Foto 1.—Draga hundida.

sino que todos tenían que ser flotantes. Estos elementos eran, una cabria flotante del Astillero, de 16 toneladas de fuerza; una grúa flotante de "Dragados y Construcciones, S. A.", de 100 toneladas de fuerza máxima, dedicada a la colocación de bloques para la construcción de muelles, y por lo tanto de gran lentitud en el gancho, por lo cual, y debido a que no tenía mecanismo de desembrague que la permitiese arriar rápidamente en caso de que fallasen las otras maquinillas, fué necesario hacer el amarre por medio de un cable que rompiese a las 90 toneladas de fuerza, no pudiéndosela hacer trabajar con más de 80. La draga "Liberation", de los mismos armadores que la draga hundida, que tenía dos maquinillas capaces de ejercer una tracción máxima de 15 toneladas sin colocar aparejos, y otra grande que es la utilizada para el avance de la draga en su trabajo, de 55 toneladas de tracción, pero debido a que en esta ocasión tenía que hacer la tracción a muy corta distancia, los 700 m. de cable se encontraban arrollados en el tambor y por lo tanto al aumentar grandemente el radio del punto de llegada del cable venía disminuída su fuerza máxima a unas 30 toneladas.

Teniendo a la vista todas estas circunstancias se procedió a hacer el estudio de las fuerzas necesarias para hacer girar a la draga y

dejarla adrizada en el fondo del mar, viéndose que quitando solamente la cadena de cangilones existía ya la posibilidad de giro, por lo que se decidió no ir a una mayor seguridad y no quitar más elementos, ya que sacar la pluma, teniendo que cortarla bajo el agua y con un manejo difícil iba a prolongar demasiado la operación.

La exactitud de los cálculos se comprobó en el momento de llevar a cabo la operación.

El plan de salvamento se dividió, por tanto, en tres partes: 1.<sup>a</sup>, aligeramiento de algunos pesos altos; 2.<sup>a</sup>, adrizamiento; 3.<sup>a</sup>, taponamiento de la avería, achique de la draga y traslado al dique flotante.

La primera parte de la operación se hizo con la cabria del astillero, y consistió en sacar el rosario de dragado, soltando los cangilones, operación no muy fácil debido al peso de los mismos y que al estar el rosario caído en el fondo quedaba retorcido. Se dejaron cinco de ellos en la draga, que eran los correspondientes al tambor de movimiento, que debido a su situación era muchísimo más pesado extraerlos.

Con esta operación se suprimieron unas cincuenta toneladas de pesos altos y además se evitó que al quedar el rosario libre, golpease contra la draga al adrizarla pudiendo producir graves averías.

Al mismo tiempo se abrieron cinco registros

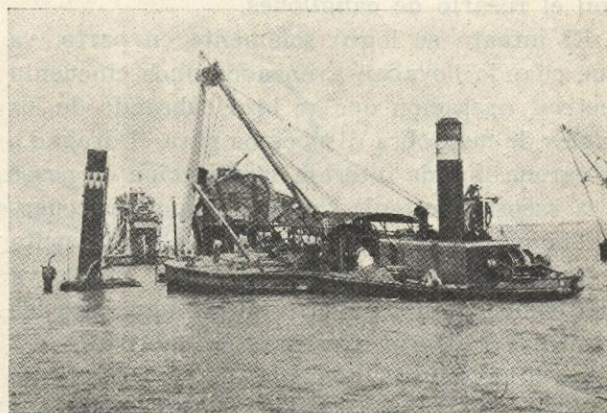


Foto 2.—Draga adrizada.

en el costado de babor para que al dar la vuelta entrase el agua en esta parte, quedando toda la draga inundada y adrizada, al mismo tiempo que serviría para que la velocidad de giro en el momento final viniese determinada a valores tales que la draga no sufriese golpes al quedar adrizada ni por tener que ejercer fuer-



zas de adrizamiento se corriese el peligro de que escorase a la otra banda.

Para el amarre de los aparejos que iban a ejercer la tracción se colocaron cables en las dos torretas para las cabrias, en los extremos de las mismas, en la torreta central para la cabria de 100 toneladas y en la de proa para la pequeña.

Se dispusieron también cables dando la vuelta al barco, pasando por el pozo de dragado, en la parte de proa y centro, y amarrando las gzas finales después de dar la vuelta, a las bitas del barco. En la popa, para no tener que pasar los cables por debajo del barco por medio de buzos, con las dificultades inherentes a ello debido a la calidad del fondo, se dispusieron pasándolos por las bitas y llevándolos después hacia proa y hacia popa.

Hubo que colocar fuertes defensas hechas de tabloncillos de madera en el pantoque, en la zona de las quillas de balance, y en los cantos de cubierta para evitar un codo demasiado brusco en los cables y que se desgastasen con el roce.

Los dos cables extremos se amarraron a aparejos de siete tiras, con la tira final accionada por las maquinillas pequeñas de la draga "Liberation". El cable central iba a un aparejo con un retorno de la maquinilla grande.

Para evitar que se moviese la draga "Liberation" al actuar sus maquinillas se bajó el rosario de dragado y se tendieron cuatro anclas adicionales, dos por cada banda, con tres grilletes cada una.

Una vez preparado todo esto se realizó la segunda fase del salvamento, es decir, el giro de la draga para dejarla adrizada.

Con todas las fuerzas actuando al máximo empezó la draga a girar, de una manera muy lenta pero continua, sobre todo al principio hasta alcanzar los 70°, como ya se había previsto por el equilibrio de las fuerzas, de tal modo que duró tres cuartos de hora el giro hasta que se alcanzaron los 45°, dejando entonces de actuar las dos cabrias flotantes y terminándose el adrizamiento por la fuerza horizontal de las maquinillas, quedando finalmente con unos dos o tres grados de escora debida a la astilla muerta.

Conseguido el adrizamiento, que era la parte más peligrosa de toda la operación, se comenzó inmediatamente a preparar lo necesario para el achique.

En aquellos días el coeficiente de marea era bastante pequeño, lo que hacía que quedase la popa bajo el agua durante gran parte del tiempo. Debido a esto, y para poder contar con más tiempo de achique, se procedió a tapar con madera, cemento, estopa y sebo algunas de las escotillas, lumbreras, etc., de las cámaras de calderas, máquinas, máquinas auxiliares, caja de cadenas de popa y pique de popa, colocando pozos estancos en otras para permitir el paso de las mangueras de achique.

Para el achique se contaba con cuatro turbobombas del astillero, accionadas por motor de gasolina, dos de 85 toneladas y dos de 30, y después dos caballitos de dos remolcadores.

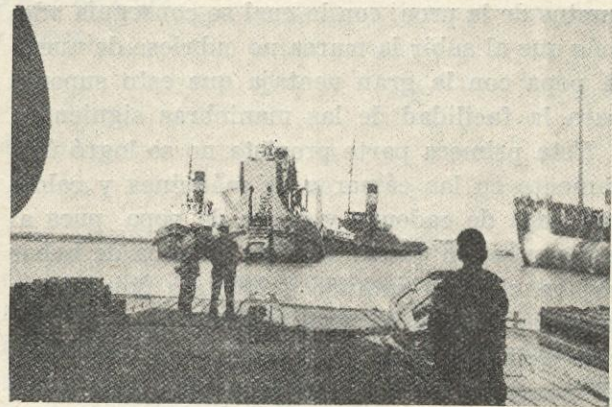


Fig. 3.—Draga entrando en el Astillero después de salvado.

En el achique había que tener muy en cuenta la estabilidad de la draga con la gran carena líquida interior, pues como se había visto la estanqueidad de los mamparos de la zona de proa dejaba mucho que desear, tanto que prácticamente podía considerarse una sola superficie. Todas las cámaras de calderas, máquinas, máquinas auxiliares y caja de cadenas formaban también una sola zona, ya que tenían puertas interiores de comunicación abiertas y el paso de las tuberías no era estanco ni mucho menos.

Como debido a la existencia del pozo de dragado la zona de proa quedaba dividida en dos mitades, el momento de inercia de la superficie libre y por tanto la pérdida de estabilidad, disminuía grandemente.

Había que evitar también que la draga pudiese resbalar hacia el talud que existía en la popa, para lo cual se cortaron, balizándolas convenientemente, las cadenas y los cables de amarre dados por la popa.



Existía también una acumulación de pesos en el costado de estribor, banda sobre la cual había estado acostada la draga, debido al carbón existente y la serie de piezas pesadas de repuesto de la maquinaria y tren de dragado existentes a bordo. Para compensar esto los últimos cangilones extraídos en lugar de transportarlos al astillero se dejaron en una barcaza y una vez adrizada la draga se situaron en cubierta en la banda de babor.

El orden en que había que realizar el achique era, por tanto, primero la zona de popa hasta su vaciado completo, para quitar carenas líquidas interiores; al final de esta fase se esperaba, como así sucedió, que la draga iniciase un giro por la popa quedando apoyada en los dos puntos de la proa, con lo cual se conseguía además que al subir la marea no cubriese de nuevo la popa con la gran ventaja que esto suponía para la facilidad de las maniobras siguientes.

Esta primera parte prevista no se logró únicamente en las cámaras de máquinas y calderas, caja de cadenas y pique de popa, pues al achicar se vió que en la zona de proa de babor bajaba el nivel estando achicando únicamente la popa, aunque no muy rápidamente. Reconocido el interior se pudo apreciar que existía en el mamparo un boquete para dar paso a las transmisiones de los telégrafos de órdenes de la proa, por donde entraba bastante agua a la cámara de máquinas auxiliares. Achicadas el resto de las cámaras, y manteniendo el nivel de ésta por debajo de la puerta de comunicación para evitar una nueva inundación, se procedió a tapar dicho orificio, cortando las transmisiones, mientras que simultáneamente se trasladaban todas las demás bombas a la proa y se comenzaba el achique, que se realizó man-

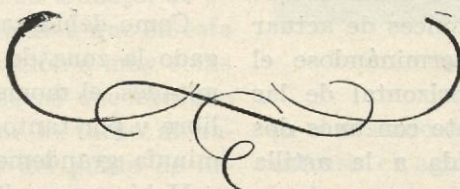
teniendo siempre a la draga con la escora inicial de 3.º, posición más favorable que el llevarla adrizada completamente ya que de ese modo las inclinaciones debido a la diferencia en la velocidad de achique de las bombas de una banda y de otra es menor.

El éxito de esta fase del salvamento fué también completo, lográndose en pocas horas que la draga quedase flotando tranquilamente y completamente achicada.

Reconocida la avería por el interior se pudo apreciar que la obturación realizada por el buzo con cuñas, estopa y sebo había sido francamente buena, no entrando agua, por lo que se dió la orden de iniciar el traslado hasta el dique flotante a los remolcadores.

La puesta en seco dió lugar a un alarde de velocidad y exactitud en la preparación de la cama, por el personal del astillero. En efecto, en el dique flotante se encontraba, sin haber podido salir antes a causa de la marea, otra draga que había estado en reparación. Esta era chupona y del tipo de cántaras, por lo que se había dado a la cama una altura extraordinaria a fin de poder desmontar las puertas inferiores, lo que aumentaba también el calado necesario para poderla hacer flotar, e impedía empezar la maniobra antes de pleamar.

Pues bien, desde la pleamar, y antes de que bajase la marea tanto que impidiese la entrada de "La Plata", hubo que lanzar al otro buque, deshacer su cama por completo, pues no se podía aprovechar nada, y preparar la cama para "La Plata", con su forma especial para el pozo de proa y teniendo en cuenta además que existían los gruesos maderos que se habían colocado para protección de los cables en la operación de giro.





# APLICACION DE ARCOS Y PORTICOS EN LA CONSTRUCCION NAVAL

POR

IVAN A. GAVRILOF

INGENIERO NAVAL

(Continuación)

## II. APLICACIÓN DE LOS PÓRTICOS.

Las estructuras del buque en forma de pórticos pueden ser de los dos tipos siguientes:

1) *Pórtico simple, compuesto* de un travesaño superior, unido rígidamente en los vértices con los dos montantes apoyados sobre una base, a la cual pueden ser adheridos, sea completamente empotrados, sea mediante las articulaciones.

2) *Pórtico cerrado o el marco*, compuesto de dos travesaños—superior e inferior—y de los dos montantes, que en conjunto forman un cuadro con los vértices rígidos.

Cada elemento de pórtico tiene su longitud ( $h$  para montantes y  $l$  para travesaño) y momento propio de inercia de sección ( $I_s$  para montantes e  $I_o$  o  $I_n$  para travesaños), de los cuales depende su respectiva resistencia. Cada fuerza considerada por separado—tanto concentrada como distribuída—originará la aparición de los momentos flectores en todo lo largo del pórtico en forma particular, cuyos detalles se determinan en relación con el momento flector máximo  $M_o$ , el cual fuera obtenido a raíz de la acción de esta fuerza sobre el elemento respectivo considerando este último libremente apoyado.

Para comodidad del cálculo se introducen los

coeficientes de interdependencia entre las dimensiones de cada uno de los elementos, los momentos de inercia de secciones, el emplazamiento y modo de actuar de fuerzas, etc., operando con dichos coeficientes en forma determinada de una expresión particular y multiplicando por  $M_o$  según indicado, tendremos los momentos flectores efectivos en los vértices y en los apoyos, que permitirán resolver todos los problemas relacionados con los pórticos.

Las tablas números 1, 1 bis, 2 y 2 bis (\*), que dan dichos coeficientes, y las fórmulas para varios casos de aplicación de las fuerzas, tanto concentradas como repartidas, prestan valiosa ayuda para resolver los problemas relacionados con los pórticos.

Debido a que un solo pórtico estará sometido en la práctica a muchas fuerzas de diferente origen, el cálculo se hace de tal modo que determinan los datos principales, es decir:  $P$ , carga;  $M_o$ , momento con apoyos libres; momentos efectivos en vértices y apoyos para cada fuerza por separado, y luego se suman algebraicamente los resultados obtenidos. Entonces se construyen los diagramas de momentos flectores que permitirán un criterio justo sobre la resis-

(\*) Al final del artículo.



tencia de la estructura toda vez que están ya conocidos los módulos de resistencia  $W$  de las secciones.

Cuando el pórtico está soportado por un puntal central o laterales, la influencia de los puntales se traducirá como la aparición de fuerzas particulares de oposición, cuyos valores son desconocidos y tendrán que determinarse. La presión de los puntales sobre la viga horizontal del pórtico contrarresta las fuerzas que actúan de manera que los puntos que se encuentran soportados por dichas columnas quedarán prácticamente inmóviles. Esto puede ocurrir sólo cuando las reacciones de los puntales adquieran tal magnitud que originen en los puntos de la viga las mismas flechas que las fuerzas que actúan producirían por su propio efecto. Por consiguiente, bastará hallar las flechas parciales de cada fuerza por separado, conocer los grados de empotramiento referente a cada caso y deducir los valores de las fuerzas concentradas capaces de anular precisamente las flechas en cuestión.

El procedimiento más cómodo para la finalidad perseguida es utilizar las expresiones  $M_x$  e  $y_x$  en la forma siguiente:

Momentos flectores:

$$M_x = P \cdot l \cdot \mu_x \quad [6]$$

$$y_x = \frac{Pl^3}{EI} \cdot \varepsilon_x = P \left( \frac{l^3}{100 EI} \right) (100 \varepsilon_x) \quad [7]$$

donde  $P$  es la carga íntegra sobre la viga;  $l$ , su tramo;  $E$ , módulo de elasticidad, e  $I$ , el momento de inercia de la sección;  $\mu_x$  y  $\varepsilon_x$  son los argumentos respectivos que pueden tabularse y caracterizan el caso de que se trata. Las tablas adjuntas núms. 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (\*) dan los valores de los argumentos mencionados para varios casos de la forma y acción de fuerzas que comúnmente pueden tener aplicación en la práctica de la construcción naval.

Los valores de  $\mu$  y  $100 \varepsilon$ , según el caso, se deducen directamente de las tablas o se obtienen por interpolación, y el cálculo se hace de la manera siguiente:

1) Primero se halla el grado de empotramiento del travesaño. Si para el caso de empotramiento de 100 por 100 tenemos en el vérti-

(\*) Al final del artículo.

ce  $A$  el momento  $M_{AO}$ , y el momento efectivo en el mismo punto será  $M_{AP}$ , el grado de empotramiento resultará,

$$X = M_{AP}/M_{AO} \quad [8]$$

2) Según el caso, utilizando los datos de la tabla correspondiente y considerando el efecto de la fuerza actuante, se toma la diferencia de  $100 \varepsilon$  en los puntos de aplicación de puntales para las vigas libremente apoyadas y con empotramiento completo, o sea

$$\Delta = (100 \varepsilon_{ap \cdot l} - 100 \varepsilon_{emp \cdot c});$$

y se encuentra luego el argumento de  $100 \varepsilon$  efectivo, que será:

$$100 \varepsilon_{ef} = 100 \varepsilon_{ap \cdot l} - X \Delta;$$

y la ordenada efectiva en dicho punto debido a la fuerza  $P$  será:

$$y_m = P \cdot \frac{l^3}{100 EI} + 100 \varepsilon_{ef};$$

Por otra parte, tenemos para la reacción  $K$  incógnita del puntal, tratada como la fuerza aislada en las tablas núms. 7, 8 y 9, de igual modo,

$$\Delta_K = 100 \varepsilon_{ap \cdot l}^K - 100 \varepsilon_{emp \cdot c}^K$$

el argumento efectivo debido a la reacción  $K$  del puntal,

$$100 \varepsilon_{ef}^K = 100 \varepsilon_{ap \cdot b}^K - X \cdot \Delta_K;$$

y la ordenada efectiva,

$$y_K = K \left( \frac{l^3}{100 EI} \right) \cdot \varepsilon_{ef}^K \quad [9]$$

Como las flechas originadas de un lado por la fuerza  $P$  y de otro por la reacción de puntal  $K$  tendrán ambas que ser iguales y de sentido contrario, tendremos:

$$K \cdot 100 \varepsilon_{ef}^K \left( \frac{l^3}{100 EI} \right) = P \cdot 100 \varepsilon_{ef} \cdot \left( \frac{l^3}{100 EI} \right)$$

donde

$$K = P \cdot \left( \frac{100 \varepsilon_{ef}}{100 \varepsilon_{ef}^K} \right) \quad [10]$$



Procediendo de la misma manera para todas las fuerzas que actúan sobre el travesaño tenemos las reacciones parciales debidas a cada influencia por separado, y la suma será la reacción real del puntal sobre la viga.

Ahora bien, la reacción de cada puntal actuará sobre el pórtico como una fuerza aislada, situada en el punto de aplicación del puntal; formará el diagrama de momentos flectores con los momentos en vértices de acuerdo con las condiciones particulares del pórtico, las cuales se expresarán por los coeficientes de los casos respectivos 1 ó 2 de las tablas.

En el caso general, el momento de una fuerza concentrada con respecto a la viga con apoyos libres se expresará

$$M_o = P \frac{ab}{l}$$

y con el 100 por 100 de empotramiento, los momentos en apoyos serán:

$$M_{Ao} = M_o \left( \frac{b}{l} \right) \quad ; \quad y \quad M_{Bo} = M_o \left( \frac{a}{l} \right)$$

Los momentos de empotramiento efectivo en los vértices A y B del pórtico se expresarán:

$$M_{AP} = K_a M_o \quad ; \quad y \quad M_{BP} = K_b M_o$$

donde  $K_a$  y  $K_b$  son los símbolos de los coeficientes indicados, según el caso, en las tablas 1 ó 1 bis; los cuales son:

1) Para pórticos con articulaciones en la base:

$$K_a = K_b = \frac{3}{2a}$$

2) Para pórticos empotrados en la base:

$$K_a = \left[ -\frac{1}{a^2} - \left( \frac{1}{2} - \xi \right) \frac{1}{\beta^2} \right]$$

y

$$K_b = \left[ -\frac{1}{a^2} + \left( \frac{1}{2} - \xi \right) \frac{1}{\beta^2} \right]$$

En cuanto a los grados de empotramiento efectivos para el travesaño en los vértices A y B, tenemos, respectivamente:

$$H_A = M_{AP} / M_{Ao} = K_a M_o / \frac{b}{l} \cdot M_o = K_a / \frac{b}{l}$$

$$H_B = M_{BP} / M_{Bo} = K_b M_o / \frac{a}{l} \cdot M_o = K_b / \frac{a}{l}$$

Conocidos los grados de empotramiento para cada reacción y aprovechando los datos de las tablas 3, 5 y 6 para varios cargos de aplicación de fuerzas y la tabla 7 para las reacciones, podemos calcular y trazar los diagramas de momentos totales efectivos y resolver el problema del pórtico concretando cuáles serán los escantillones admisibles en casos de nuevas construcciones o verificar si la estructura ya existente corresponde a las condiciones impuestas y con qué grado de seguridad.

Los ejemplos núms. 2, 3 y 4 servirán para aclarar bien las cosas, expuestas en la explicación precedente.

EJEMPLO NÚM. 2.—La superestructura de una balsa para transporte está formada por los pórticos transversales que no pueden ser soportados por puntales, en vista de que el espacio de entrepuente debe ser completamente libre para pasaje y maniobras de vehículos. La altura de cada pórtico es 3 m., y el ancho, 9 m. La superestructura tiene la caseta (salón de pasaje) del ancho de 5 m., la cual produce presión de cada lado por paredes a razón de 120 kg., y, además, sobre la cubierta de superestructura pueden aglomerarse los pasajeros, cuyo peso se estimará en unos 630 kg. uniformemente repartidos.

Admitiendo la presión del viento al costado de cada pórtico igual a 50 kg. p. m. l. de la cuaderna, suponiendo que el buque se encuentra adrizado y prescindiendo al mismo tiempo de los efectos dinámicos del balance, determinar los momentos flectores que actúan en las secciones de la estructura.

SOLUCIÓN.—Las fuerzas que actúan sobre cada pórtico son las siguientes:

1) Peso propio de la cubierta de la superestructura uniformemente repartido y estimado aproximadamente en 30 kg. p. m., o sea 270 kg. total.

1 bis) Peso propio de los costados de pórtico igual a 90 kg. para cada banda.

2) Carga proporcionada por aglomeración



de pasajeros a razón de 70 kg. p. m., o sea 630 kilogramos total.

3) Peso de caseta-salón, considerado como dos fuerzas iguales a 120 kg. cada una y situadas a 2,5 m. de cada lado de crujía.

4) Presión del viento sobre la caseta-salón expresada por la fuerza de 100 kg., que consideramos como aplicada a ras de la cubierta superior a través de ésta.

Determinamos por separado los momentos flectores para cada caso que acabamos de mencionar, a fin de luego sumar algebraicamente los resultados. Tratamos de estudiar el asunto suponiendo los apoyos del pórtico, tanto articulados como empotrados.

Basándonos en las tablas de pórticos N1 y N2 (insertas al final), determinamos los valores de los coeficientes generales referentes a los momentos flectores del pórtico, aplicándolos a los casos impuestos, y admitiendo que  $I_0 = I$ ; entonces tenemos:

I. Peso de la cubierta:

$$P = 270 \text{ kg. y } M = P/8 = 33,75 \text{ kgm.}$$

a) Con apoyos articulados:

$$\text{coef. } (-2/a_1) = -0,545 ; M_A = M_B = 166 \text{ kgm.}$$

b) Con extremos empotrados:

$$\text{coef. } (-4/3 a_2) = -0,571 ; M_A = M_B = -174 \text{ kgm.}$$

$$\text{coef. } (+2/3 a_2) = +0,2855 ; M_C = M_D = +87 \text{ kgm.}$$

I bis. Peso de los costados produce sólo la carga sucesiva de pandeo, sin originar momentos flectores.

II. Peso de pasajeros considerado como la carga uniformemente repartida:

$$P = 630 \text{ kg. , } M_0 = P/8 = 78,75 \text{ kgm.}$$

a) Con apoyos articulados:

$$\text{coef. } (-2a_1) = -0,545 ; M_A = M_B = -386 \text{ kgm.}$$

b) Con extremos empotrados:

$$\text{coef. } (-4/3 a_2) = -0,571 ; M_A = M_B = -405 \text{ kgm.}$$

$$\text{coef. } (+2/3 a_2) = +0,2855 ; M_C = M_D = +203 \text{ kgm.}$$

III. Carga de caseta como dos fuerzas aisladas de  $P = 120 \text{ kg.}$

a) Con apoyos articulados:

$$2P = 240 \text{ kg. ; } M_m = 90 \text{ kgm. ;}$$

$$M_A = M_B = -152 \text{ kgm.}$$

b) Con extremos empotrados:

$$M = 84 \text{ kgm. ; } M_A = M_B = -160 \text{ kgm. ;}$$

$$M_C = M_D = +80 \text{ kgm.}$$

IV. Viento sobre un costado:

$$w = 150 \text{ kg. ; } M_k = 225 \text{ kgm.}$$

a) Con apoyos articulados:

$$\text{coef. } (-0,0225 \pm 0,5) ; M_A = +107 \text{ kgm. ;}$$

$$M = -118$$

b) Con extremos empotrados:

$$\text{coef. } (-0,012 \pm 0,111) ; M_A = 22 \text{ kgm. ;}$$

$$M_B = -28 \text{ kgm. ; } M_C = 115 ; M_D = 60 \text{ kgm.}$$

V. Viento sobre la caseta-salón aplicada a la cubierta superior:

$$Pw = 100 \text{ kg. , } M = 300 \text{ kgm.}$$

a) Con apoyos articulados:

$$\text{coef. } (\pm 0,5) ; M_A = +150 \text{ kgm. ; } M_B = -150 \text{ kgm.}$$

b) Con extremos empotrados:

$$\text{coef. } \left( \pm \frac{3v}{2\beta_0} \right) = 0,167 ; M_A = +50 \text{ kgm. ;}$$

$$M_B = -50 \text{ kgm.}$$

$$\text{coef. } \left( \mp \frac{1+3v}{2\beta} \right) = 0,333 ; M_C = -100 \text{ kgm. ;}$$

$$M_D = 100 \text{ kgm.}$$

Para comodidad, todos los cálculos referentes a la determinación de momentos flectores se han tabulado en los cuadros adjuntos, lo que



PORTICO CON LOS APOYOS ARTICULADOS (fig. 6).—Momentos flectores básicos y en los vértices originados por varias clases de cargas.—Coeficientes:

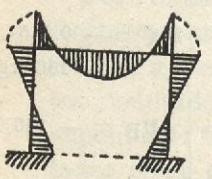
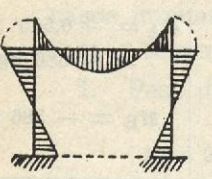
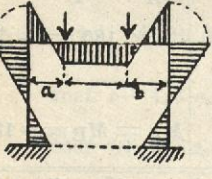
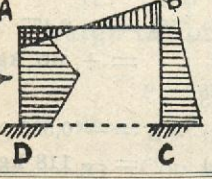
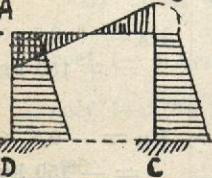
$$v = \frac{I_o}{I} \cdot \frac{h}{e} = 0,333 \quad ; \quad \xi = \frac{a}{e} = \frac{2}{g} = 0,222 \quad ; \quad a_1 = 3 + 2v = 3,667$$

N.º	Distribución de cargas	Diagramas de momentos	Carga en kilogramos	Momento flector máximo con los apoyos libres	Coefficiente de empotramiento en vértices	Momentos flectores en vértices $M_A$ y $M_B$
1	Peso de la cubierta.		$P = p \cdot l$	$M_o = \frac{P \cdot l}{8}$	$- 2/a_1$	$M_A = - 2a_1 \cdot M_o$ $M_B = - 2/a_1 \cdot M_o$
		$P = 30 \times 9 = 270 \text{ kg.}$	$M_o = \frac{270 \times 9}{8} = 304 \text{ kg. m.}$	$- 2/3,67 = - 0,545$	$M_A = - 0,545 \times 304 = - 166 \text{ kg. m.}$ $M_B = - 166 \text{ kg. m.}$	
2	Peso de pasajeros.		$P = p \cdot l$	$M_o = \frac{P \cdot l}{8}$	$- 2/a_1$	$M_A = - 2/a_1 \cdot M_o$ $M_B = - 2/a_1 \cdot M_o$
		$P = 70 \times 9 = 630 \text{ kg.}$	$M_o = \frac{630 \times 9}{8} = 709 \text{ kg. m.}$	$- 2/3,67 = - 0,545$	$M_A = - 0,545 \times 709 = - 386 \text{ kg. m.}$ $M_B = - 386 \text{ kg. m.}$	
3	Carga de cada lado de caseta (salón).		$P \text{ kg. (concentrada)}$	$M_o = P \frac{a \cdot b}{e}$	$- 3/2a_1$	$M_A = - 3/2a_1 \cdot M_o$ $M_B = - 3/2a_1 \cdot M_o$
		$P_1 = 120 \text{ kg. (igual } P_2)$ Para ambas fuerzas $P_1$ y $P_2$	$M_o = 120 \frac{2 \times 7}{9} = 186 \text{ kg. m.}$ $M_m = 90 \text{ kg. m.}$	$- 3/7,34 = - 0,409$	$M_A = M_B = - 0,409 \times 186 = - 76 \text{ kg.}$ $M_A = M_B = - 152 \text{ kg. m.}$	
4	Presión del viento sobre un costado del buque.		$W = w \cdot h$	$M_k = \frac{W \cdot h}{2}$	$\left[ -\frac{v}{4a_1} \pm \frac{1}{2} \right]$	$M_A = \left[ -\frac{v}{4a_1} + \frac{1}{2} \right] \cdot M_o$ $M_B = \left[ -\frac{v}{4a_1} - \frac{1}{2} \right] \cdot M_o$
		$W = 50 \times 3 = 150 \text{ kg.}$	$M_k = \frac{150 \times 3}{2} = 225 \text{ kg. m.}$	$\frac{0,333}{4 \times 3,67} \pm \frac{2}{2} = - 0,0225 \pm 0,5$ $+ 0,477$ (para A) $- 0,523$ (para B)	$M_A = + 0,477 \times 225 = + 107 \text{ kg. m.}$ $M_B = - 0,523 \times 225 = - 118 \text{ kg. m.}$	
5	Efecto del viento sobre la caseta, aplicada a la cubierta superior.		$P_w$	$M_k = P_w \cdot l$	$\pm 1/2$	$M_A = + 0,5 \cdot M_k$ $M_B = - 0,5 \cdot M_k$
		$P = 50 \times 2 = 100 \text{ kg.}$	$M_k = 100 \times 3,0 = 300 \text{ kg. m.}$	$\pm 0,5$	$M_A = + 0,5 \times 300 = + 150 \text{ kg. m.}$ $M_B = - 0,5 \times 300 = - 150 \text{ kg. m.}$	



PORTICO CON LOS APOYOS EMPOTRADOS (fig. 7).—Momentos flectores básicos, en los vértices y en apoyos, originados por varias clases de cargas.—Coeficientes:

$$v = \frac{I_0}{I_1} \cdot \frac{h}{e} = \frac{1}{3} = 0,333 ; \xi = \frac{2}{9} = 0,222 ; a_2 = \frac{7}{3} = 2,333 ; \beta_2 = 1 + 6v = 3,0 ;$$

N.º	Diagramas de momentos flectores	Cargas en kilogramos	Momentos máx. $M_0$ con apoyos libres	Coeficientes de empotramiento en los vértices	Coeficientes de empotramiento en los apoyos	Momentos efect. en vértices y apoyos
1	Peso de la cubierta, kg. 	$P = p \cdot l$  $P = 30 \times 9 = 270 \text{ kg.}$	$M_0 = \frac{P \cdot l}{8}$  $M_0 = 270 \times 9 = 304 \text{ kg. m.}$	$-4/3a_2$  $-4/7 = -0,571$	$+2/3a_2$  $+2/7 = +0,2855$	$M_A = -4/3a_2 \cdot M_0$ $M_C = +2/3a_2 \cdot M_0$  $M_A = -174 \text{ kg. m.}$ $M_B = -174 \text{ kg. m.}$ $M_C = +87 \text{ kg. m.}$ $M_D = +87 \text{ kg. m.}$
2	Peso de pasajeros. 	$P = p \cdot l$  $P = 70 \times 9 = 630 \text{ kg.}$	$M_0 = \frac{P \cdot l}{8}$  $M_0 = \frac{630 \times 9}{8} = 709 \text{ kg. m.}$	$-4/3a_2$  $-4/7 = -0,571$	$+2/3a_2$  $+2/7 = +0,2855$	$M_A = -4/3a_2 \cdot M_0$ $M_C = +2/3a_2 \cdot M_0$  $M_A = -405 \text{ kg. m.}$ $M_B = -405 \text{ kg. m.}$ $M_C = +203 \text{ kg. m.}$ $M_D = +203 \text{ kg. m.}$
3	Carga de caseta. f. conc. de cada lado de crua. 	$P_1$ kgs. concentrada.  $P_1 = 120 \text{ kg.}$ ( $P_2$ igual)  Para ambas fuerzas $P_1$ y $P_2$	$M_0 = \frac{ab}{e} \cdot P$  $M_0 = 186 \text{ kg. m.}$  $M_m = 84 \text{ kg. m.}$	$\left[ -\frac{1}{a_2} \mp \left( \frac{1}{2} - \xi \right) \cdot \frac{1}{\beta_2} \right]$  $-0,521$ (para A) $-0,336$ (para B)	$\left[ +\frac{1}{2a_2} \mp \left( \frac{1}{2} - \xi \right) \cdot \frac{1}{\beta_2} \right]$  $+0,122$ (para C) $+0,307$ (para D)	$M_A = \text{coef. } M_0$  $M_A = -97 ; M_B = -63$ $M_C = +23 ; M_D = +57$  $M_A = M_B = -160 \text{ kg. m.}$ $M_C = M_D = +80 \text{ kg. m.}$
4	Presión del viento sobre un costado del buque. 	$W = w \cdot h$  $W = 150 \text{ kg.}$	$M_k = \frac{W \cdot h}{2}$  $M_k = 225 \text{ kg. m.}$	$\left[ -\frac{v}{12a_2} \pm \frac{v}{\beta_2} \right]$  $-0,012 \pm 0,111 ;$ $+0,099$ (para A) $-0,123$ (para B)	$\left[ -\frac{3+v}{12a_2} \mp \frac{1+4v}{2\beta_2} \right]$  $-0,123 \mp 0,389 ;$ $-0,512$ (para C) $+0,266$ (para D)	$M_A = \text{coef. } M_k$  $M_A = +22 \text{ kg. m.}$ $M_B = -28 \text{ kg. m.}$ $M_C = -115 \text{ kg. m.}$ $M_D = +60 \text{ kg. m.}$
5	Efecto del viento sobre la caseta. 	$P_w$  $P_w = 100 \text{ kg.}$	$M_k = P_w \cdot h$  $M_k = 300 \text{ kg. m.}$	$\left[ \pm \frac{3v}{2\beta_2} \right]$  $\pm \frac{1}{6} = 0,167$	$\left[ \mp \frac{1+3v}{2\beta_2} \right]$  $\mp \frac{2}{6} = 0,333$	$M_A = (\text{coef.}) \times M_k$  $M_A = +50 \text{ kg. m.}$ $M_B = -50 \text{ kg. m.}$ $M_C = -100 \text{ kg. m.}$ $M_D = +100 \text{ kg. m.}$



nos permite trazar los diagramas de momentos flectores de las figuras 6 y 7. Analizando dichos diagramas, podemos concluir que el empo-

El momento máximo que se origina en el vértice B de sotavento se reduce sólo a un 14 por 100, mientras que en el vértice opuesto el

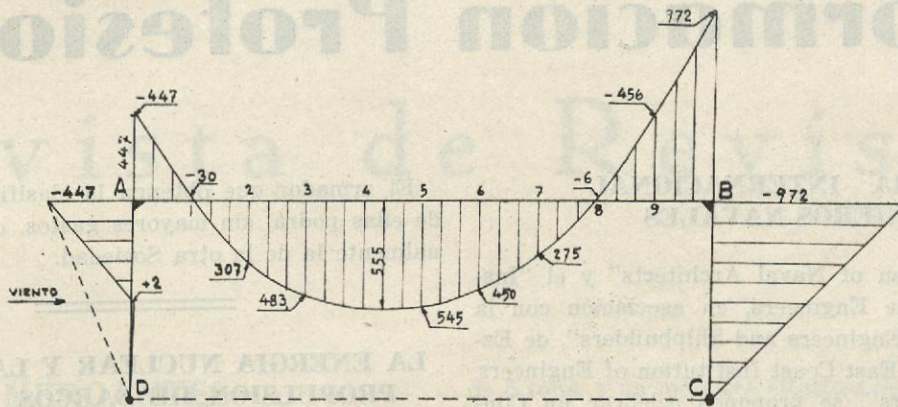


Fig. 6 PORTICO CON LOS APOYOS ARTICULADOS.—Diagrama de los momentos flectores efectivos originados por las cargas impuestas y por el efecto del viento a través del buque.

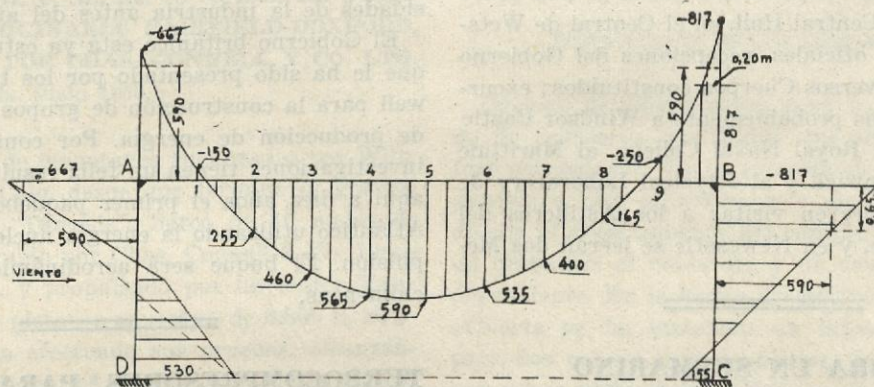
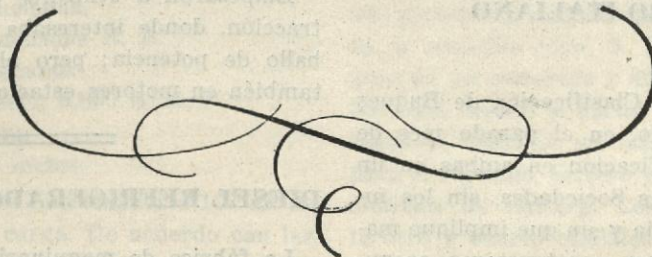


Fig. 7. PORTICO CON LOS APOYOS EMPOTRADOS.—Diagrama de momentos flectores efectivos originados por las cargas respectivas y por efecto del viento transversal.

tramiento de los extremos del pórtico mejora las condiciones de la resistencia de este último, pero en grado relativamente modesto.

momento flector resulta aumentado casi un 50 por 100. El momento en el medio del tramo queda prácticamente invariable.

(Continuará.)





# Información Profesional

## CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INGENIEROS NAVALES

La "Institution of Naval Architects" y el "Institute of Marine Engineers, en asociación con la "Institution of Engineers and Shipbuilders", de Escocia, y "North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders", se proponen celebrar un Congreso Internacional del 25 de junio al 6 de julio de 1951 durante las fiestas de la Gran Bretaña.

El programa comprenderá la lectura de seis Memorias (tres sobre arquitectura naval y tres sobre mecánica) en el Central Hall, en el Central de Wetsminter; comidas oficiales, recepciones del Gobierno británico y de diversos Cuerpos constituidos; excursiones organizadas probablemente a Windsor Castle y Canterbury, al Royal Naval College, al Maritime Museum, a Greenwich y al Physical Laboratory de Teddington. Se prevén visitas a los Astilleros del Clyde y del Tyne, y en Newcastle se leerán dos Memorias.

## SE CONSTRUIRA UN SUBMARINO MOVIDO POR ENERGIA ATOMICA

En los Estados Unidos la Comisión de las Fuerzas Armadas del Senado ha aprobado, en principio, la construcción de un submarino movido por energía atómica y otras unidades navales, cuyo coste se calcula en 350 millones de dólares.

## EL "LLOYDS REGISTER OF SHIPPING" Y EL "REGISTRO ITALIANO NAVALE"

Estas dos Sociedades de Clasificación de Buques han concertado un acuerdo, en el pasado mes de mayo, para la doble clasificación en ambas en un plan de colaboración de las Sociedades, sin los inconvenientes de la competencia y sin que implique mayores gastos para armadores, constructores, aseguradores y demás interesados. Se mantienen los actuales signos de clasificación y las revisiones de los respectivos inspectores.

El armador que obtenga la clasificación en una de ellas podrá, sin mayores gastos, obtener adicionalmente la de la otra Sociedad.

## LA ENERGIA NUCLEAR Y LA PROPULSION DE BARCOS

Los técnicos británicos que trabajan en la estación atómica de Harwell han anunciado a la prensa que esperan adaptar la energía nuclear a las necesidades de la industria antes del año 1960.

El Gobierno británico está ya estudiando un plan que le ha sido presentado por los técnicos de Harwell para la construcción de grupos experimentales de producción de energía. Por consiguiente, si las investigaciones tienen un feliz resultado, se verá de aquí a diez años el primer paquebote atravesar el Atlántico utilizando la energía nuclear para la propulsión. El buque será aerodinámico y no tendrá chimeneas.

## TURBOCOMPRESORES PARA LA SOBREALIMENTACION DE MOTORES

Después de varios años de estudios y ensayos, Brown-Boveri ha lanzado al mercado los turbocompresores para sobrealimentación de motores Diesel.

Estos aparatos pueden aumentar la potencia del motor hasta en un 50 por 100, con un ligero aumento del consumo específico por caballo-hora producido.

Empezaron a utilizarse en motores pequeños de tracción, donde interesaba reducir el peso por caballo de potencia; pero ahora se están montando también en motores estacionarios y marinos.

## DIESEL REFRIGERADO POR AIRE

La fábrica de maquinaria Bauer y Cía. de Wulffhagen, cerca de Kassel, ha logrado construir un nuevo motor Diesel, de un cilindro, con refrigeración por aire, que desarrolla una potencia de 25 HP.



# Revista de Revistas

## BUQUES MERCANTES

**EL BARCO DE CARGA "TAMESIS", DE LA WILHELMSEN, CONSTRUIDO EN INGLATERRA, DE 10.260 TONS. DE P. M., DE 16 NUDOS DE VELOCIDAD Y MAQUINARIA FAIRFIELD-DOXFORD, CONSTRUIDO POR CHAS. CONNELL Y CO. LTD.**  
(*The Motor Ship*, junio 1950.)

Entre la serie de monotaves encargadas por Wilh. Wilhelmsen, de Oslo, desde que terminó la guerra, se encuentra el "Támesis", barco de 16 nudos de velocidad, construido por Chas. Connell & Co. Limited, de Glasgow, y propulsado por un motor Fairfield-Doxford, de pistones opuestos, de 6.800 B. H. P. Recientemente ha efectuado sus pruebas, alcanzando una velocidad de 18,4 nudos, siendo ésta la media de dos corridas en lastre con un calado a popa de 5,41. Se alcanzó este satisfactorio resultado desarrollando el motor 6.625 B. H. P. a 114,6 r. p. m.

Las características principales son las siguientes:

- Eslora total, 147,29 m.
- Eslora p. p., 137,16 m.
- Manga máxima, 19,20 m.
- Puntal a la cubierta shelter, 13,00 m.
- Puntal a la segunda cubierta, 9,32 m.
- Calado en carga, 8,46 m.
- Peso muerto, 10.260 toneladas.
- Arqueo bruto, 6.749 toneladas R. B.
- Arqueo neto, 1.041 toneladas.
- Potencia de la maquinaria, 6.800 B. H. P.
- Revoluciones, 115 r. p. m.
- Velocidad en carga, 16 nudos.

En la tercera cubierta se han dispuesto 107 m<sup>3</sup> de espacio refrigerado para carga. De acuerdo con las directivas adoptadas por los armadores, el equipo completo de la maquinaria auxiliar, de la cámara de máquinas y de cubierta funciona eléctricamente. Se han instalado cuatro chigres Clarke Chapman

de 5 tons. y un molinete eléctrico. Las plumas comprende, una, para una izada de 25 tons., cuatro de 5 tons. y catorce de 3 tons. El servomotor es del tipo electrohidráulico Hastie.

### DISTRIBUCIÓN DE LOS ALOJAMIENTOS.

Dispone de alojamientos para un número limitado de pasajeros, instalados con un grado de confort excepcional. En la cubierta del puente alto se encuentra una espaciosa sala de fumar, y debajo de ella el departamento del capitán, que comprende un despacho, el camarote y un cuarto de baño independiente. En la banda de estribor de esta misma cubierta se ha instalado un lujoso departamento para dos camas para pasajeros, de unas dimensiones nunca vistas hasta ahora en un barco de carga, y en la banda de babor, dos camarotes individuales. En la cubierta de botes se encuentra la estación de T. S. H. y la enfermería, y la sala de fumar de los oficiales y maquinistas, en la banda de estribor a proa.

En el extremo de proa de los alojamientos, en la cubierta shelter, hay un comedor con mesas centrales y laterales, y a continuación el resto de los alojamientos de los pasajeros y los camarotes para el mayordomo y cuatro camareras. El comedor de los oficiales y maquinistas se ha dispuesto a popa de la escotilla núm. 3. El primer maquinista dispone de un camarote y despacho en la banda de babor, con lavado y ducha contiguos, a popa, encontrándose también en esta banda los alojamientos para el segundo, tercero y cuarto maquinistas y dos alumnos de náutica. Los camarotes del segundo, tercero y cuarto oficiales están en la banda de estribor. La marinería y personal de máquinas están alojados en la cubierta shelter a popa. El comedor está instalado en el centro del barco y además dispone de una sala de recreos.



Todos los alojamientos están provistas de calefacción y ventilación mecánica Winsor, y todas las bodegas, entrepuentes y tanques verticales poseen una instalación de detección y extinción de incendios. Para indicar la velocidad y dirección avante y atrás, se ha dispuesto un taquímetro eléctrico, junto con telégrafos eléctricos Robinson instalados en el puente y en la cámara de máquinas. El barco está equipado con un compás giroscópico Sperry, radar y una sonda acústica instalada en el cuarto de derrota. El equipo del puente comprende un aparato vistaclara Kent, una corredera Sal y un teléfono.

La instalación frigorífica comprende dos compresores de freon, Sterne, de dos cilindros, que giran a 350 r. p. m., accionadas por motores Mawdsley, cuya velocidad es de 1.000-1.500 r. p. m. La circulación de la refrigeración se hace por medio de tres bombas Worthington-Simpson. En los planos puede verse la disposición de la maquinaria auxiliar, y se observará que adyacente a la instalación frigorífica hay un grupo generador de socorro, que comprende un motor Diesel R. N. de cuatro cilindros, acoplado a una dinamo de 20 Kw. que gira a 1.000 revoluciones por minuto.

#### EL MOTOR PROPULSOR Y LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS.

El motor principal es del tipo Doxford standard, de pistones opuestos, con seis cilindros de 670 milímetros de diámetro y una carrera total de 2.320 milímetros. Es del tipo soldado usual, y la bomba de aire de barrido es accionada por el cigüeñal situado entre los cilindros números 3 y 4. Los gases de exhaustación se utilizan en una caldera mixta Cochran, que suministra vapor para la calefacción y servicio de fonda, quemando combustible líquido cuando está en puerto.

La corriente para el alumbrado y fuerza se suministra por medio de tres motores Diesel Ruston no sobrealimentados, de cuatro tiempos y cinco cilindros. El diámetro de éstos es de 260 mm., y la carrera de pistón de 368 mm. Hay cuatro purificadores centrífugos De Laval, de una capacidad de 500 galones por hora (2.272 litros): dos para purificar el combustible, y dos para el aceite lubricante.

El aire de arraque para los motores principal y auxiliares está suministrado por dos compresores Weir, con una capacidad de 175 pies<sup>3</sup>. (4.954 m<sup>3</sup>) por minuto cada uno, siendo la presión máxima 4.225, Kg/cm<sup>2</sup> (2,96 Kg/cm<sup>2</sup>). Estos compresores son del tipo de dos cilindros, accionados por un motor Laurence Scott, a 78 H. P., que funciona a una velocidad de 585 r. p. m. Hay instaladas dos bombas verticales para suministrar agua de circulación a

los grupos electrógenos, con una capacidad cada bomba de 50 tons. por hora. Además, hay una bomba de 40 tons. para el grupo de socarro.

#### LAS BOMBAS PARA EL MOTOR PRINCIPAL.

Hay una gran instalación de bombas accionadas eléctricamente, siendo las mayores dos bombas verticales de circulación de agua salada, para los motores principales, con una capacidad cada una de 400 tons./hr. Están accionadas por motores Allen, de 25-47 H. P., que funcionan a 1.350 : 1.750 revoluciones por minuto. Hay dos bombas Centrex, de circulación de agua dulce, con una capacidad cada una de 300 tons./hr., accionadas por motores de 35-58 H. P., que funcionan a 1.350-1.750 r. p. m.

El combustible para el sistema de lubricación forzada se suministra por medio de dos bombas Vortoll, de 75 tons. de capacidad, accionadas cada una por un motor de 12-23 H. P., que funciona a 950-1.300 r. p. m. y hay dos bombas Horzoil para el servicio de combustible. La bomba de transvase de combustible es de marca Bertoil, con una capacidad de 40 tons./hr. También hay una bomba de agua de refrigeración para las válvulas de alimentación. El enfriador del aceite lubricante para el motor principal tiene una superficie de refrigeración de 450 pies<sup>2</sup> (41.803 m<sup>2</sup>), siendo de 960 pies<sup>2</sup> (89.182 metros cuadrados) la del enfriador de agua dulce. Ambos son del tipo Serck.

La instalación de bombas incluye una bomba de sentina Dawson y Downie, con una capacidad de 105 toneladas/hora, una bomba de lastre de 150 toneladas, una de 100 tons. para los tanques verticales y otra de 70 tons. para el tanque del túnel. Para el sistema de agua a presión hay cuatro bombas rotativas, dos para mantener el suministro de agua salada y dos para la instalación de agua dulce, con una capacidad de 5 tons./hora cada una.

A continuación se dan los datos tomados del motor principal funcionando a 114 r. p. m.:

Presión media de inyección de combustible, 6.200 libras por pulgada<sup>2</sup> (435,86 Kg/cm<sup>2</sup>).

Presión de aceite para lubricación forzada, 18 libras por pulgada<sup>2</sup> (1,165 Kg/cm<sup>2</sup>).

Presión de aire de arranque, 580 lb. por pulgada<sup>2</sup> (40,77 Kg/cm<sup>2</sup>).

Temperatura media del agua de retorno de refrigeración de los pistones, 122°F. (50°C.).

Presión del agua de refrigeración de las camisas, 30 lb. por pulgada<sup>2</sup> (2,109 Kg/cm<sup>2</sup>).

Presión del agua de refrigeración de la guía superior, 12 lb. por pulgada<sup>2</sup> (0,84 Kg/cm<sup>2</sup>).

Presión del aire de barrido, 3 lb. por pulgada<sup>2</sup> (0,21 Kg/cm<sup>2</sup>).



Posición de la palanca de combustible, 10/10.

En el "Támesis" los tanques verticales son de planchas onduladas y están soldados por el sistema Unionmelt, así como las cubiertas. Las superestructuras superiores son de aluminio y remachadas, y todas las demás totalmente soldadas.

---

**EL "JENS BANG", UNA MOTONAVE DE PASAJE Y CARGA PARA EL SERVICIO COPENHAGUE-AALBORG, EN LA QUE SE HAN ADOPTADO METODOS MODERNOS PARA EL MANEJO DE LA CARGA.** (*Shipbuilding and Shipping Record*, 18 de mayo de 1950.)

La motonave "Jens Bang", terminada recientemente por la Elsinore Shipbuilding & Engineering Company para la United Steamship Company, de Copenhague, interesa especialmente por haber sido proyectada para el manejo rápido de la carga.

Construido para los armadores que efectúan el servicio Copenhague-Aalborg, será seguido en breve por un barco gemelo, y con estas dos nuevas unidades será posible mantener en la ruta, en la estación de verano, un servicio de día y de noche, durando un viaje ocho horas solamente.

Las características principales son:

Eslora total, 103,92 m.

Eslora p. p., 94,47 m.

Manga máxima, 14,85 m.

Puntal a la cubierta principal, 7,84 m.

Calado en carga, 5,52 m.

R. B., 3,155 tons.

Desplazamiento, 3,420 tons.

P. M., 900 tons.

Pasajeros: 1.ª, 86; 2.ª, 224; 3.ª en servicio de noche, 800; 3.ª, en servicio de día, 1.200.

Velocidad, 20 nudos.

En la ruta entre Copenhague y Aalborg el mar tiene poca profundidad, que varía entre 8,35 y 30,5, y tanto los armadores como los constructores prestaron detenida atención a la reducción de la velocidad producida por esta causa. Se efectuaron pruebas con modelos para una profundidad de 12 m. y con el fin de garantizar el mantenimiento del horario fijado para salidas y llegadas, se realizaron pruebas sobre la ruta con el "Kronprins" Olav", de la misma Compañía y también construido por la Elsinore Shipbuilding & Engineering Company, que normalmente hace este mismo servicio Copenhague-Aalborg.

Como no siempre se ha apreciado la gran influencia que tiene la profundidad de la mar en la velocidad de los barcos rápidos, puede ser interesante dar a conocer algunos de los resultados obtenidos.

A 30,5 m. se registra una pequeña reducción de velocidad, de unos 0,2 nudos, mientras que a una profundidad de 15 m. el "Jens Bang" sólo hace 19 nudos, y a 10 m. la velocidad se reduce a 17 nudos.

En la cubierta de botes, a popa de la caseta de gobierno, se han instalado los alojamientos para el capitán, oficiales de cubierta, radiotelegrafistas y oficiales de máquinas, y en la parte de popa hay una cubierta de sol para los pasajeros de segunda y tercera clase. La cubierta A está ocupada por completo por los alojamientos para los pasajeros de primera clase, y en el frente de proa, en un salón común, se ha dispuesto el comedor y la sala de fumar. El acceso a la cubierta A se efectúa por escaleras de caja dispuestas a cada banda del barco. En la cubierta B se encuentran los comedores para los pasajeros de segunda y tercera clase, con el hall de entrada para los pasajeros de segunda, a proa, y para los de tercera, a popa. Desde el hall de segunda clase, arrancan escaleras que comunican con los alojamientos de las cubiertas C y D, que tienen 10 camarotes de dos literas y 54 de cuatro. A popa de estas cubiertas hay otros dos espaciosos comedores para los pasajeros de tercera clase. Los alojamientos de la tripulación están situados a popa en las cubiertas B y C y en el centro del barco, a ambos lados del guardacalor de la maquinaria.

El "Jens Bang" no es únicamente un barco de pasajeros, sino que tiene también una capacidad de bodegas de 1.670 m<sup>3</sup>. Se han adoptado disposiciones especiales para asegurar una carga y descarga rápidas, y con ello reducir todo lo posible la estancia en puerto.

Las diferentes mercancías de la carga general se colocan en recipientes o bandejas, que se transportan a bordo en vagonetas con horquilla elevadora. En cada uno de los dos puertos el muelle se ha dispuesto de forma que estas vagonetas puedan entrar directamente a bordo a través de amplias portas abiertas en los costados del barco. La carga destinada a las cubiertas inferiores se lleva a las bodegas de proa por plumas Thomas Thrige de 3 toneladas, y a la bodega de popa, por medio de dos plumas más pequeñas y un montacargas. En las bodegas inferiores se emplean también vagonetas con horquillas elevadoras para manejar los recipientes. Todos los cuarteles de escotilla son de acero.

La maquinaria propulsora, construida por Elsinore Shipbuilding & Engineering Company, consiste en dos motores Diesel B. & W. de nueve cilindros de 500 mm. de diámetro, con una carrera de pintón de 900 mm. Cada motor desarrolla 3.800 I. H. P. a 165 revoluciones por minuto. Los soplates de barrido independientes están accionados eléctricamente. Todos los auxiliares son eléctricos, para lo que se han instalado cuatro motores Diesel B. &



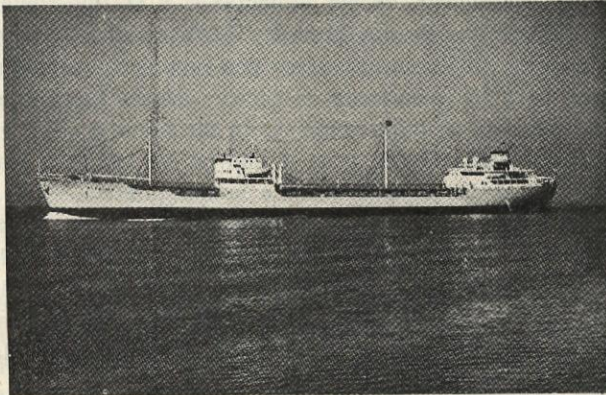
W., dos de seis cilindros y dos de cinco, acoplados cada uno a una dinamo, con un total de 900 Kw.

En la cámara de máquinas auxiliar, situada a proa del compartimiento principal de máquinas, se han instalado las botellas de aire, compresores y máquinas centrifugas para el combustible. En el nicho del túnel se ha dispuesto el taller de los maquinistas y pañoles.

---

**EL "AURELIAN", BUQUE TANQUE A MOTOR DE 13.300 TONELADAS DE PESO MUERTO Y 14 NUDOS DE VELOCIDAD.**

Este buque, construido en los astilleros suecos Kockums de Malmo, fué entregado a su armador, mister Hilmar Reksten, de Bergen, Noruega, en 21 de agosto último. Es un petrolero todo soldado, con dos mamparos longitudinales y con una capa-



cidad de carga de 631.000 pies cúbicos, comprendiendo nueve tanques centrales y diez laterales; este volumen está dividido en dos secciones separadas una de otra por la cámara de bombas con coferdams a popa del puente. Una bodega para carga general de 23.500 pies cúbicos está dispuesta a proa de los tanques.

Las dimensiones son:

Eslora total, 496'3".

Idem entre pp., 465'.

Manga, 62'.

Puntal, 34'6".

Calado, 27'2".

Tonelaje bruto, 8.687 t.

Idem neto, 5.105 t.

El motor, de dos tiempos y siete cilindros; un Kockum-Man diesel de doble efecto, desarrolla 4.500 BHP a 110 revoluciones y da al buque en carga una velocidad de 14 nudos.

Las bombas de carga del petróleo son dos; la total capacidad de las bombas es de 680 t. por hora.

Lleva, además, el buque dos calderas a combus-

tión de petróleo, con una superficie de calefacción de 300 metros cuadrados, instaladas en la cámara de máquinas, para proveer vapor a los chigres molinetes y las bombas de carga y para suplir vapor a los serpentines de calefacción de los tanques. Toda la calefacción en los alojamientos son a vapor.

La planta eléctrica cuenta con dos grupos generadores, cada uno con capacidad de 110 kw., y un generador movido a vapor de 40 kw. sirve para la mayor parte de las auxiliares en la cámara de máquinas, por ejemplo, bombas, separadores, etcétera, el servo-motor eléctrico, la ventilación mecánica de alojamientos, alumbrado, telegrafía sin hilos y auxiliares de navegación.

Como es usual en estos tipos de barcos, la tripulación aloja en cabinas de una o dos literas a popa; los maquinistas a popa en cubierta, donde hay provistas también cámaras o comedores para el personal ya indicado. El capitán y oficiales alojan en el centro del buque, en la cubierta del puente y de botes, y el maquinista jefe en la cubierta de botes a popa. Estos alojamientos son espaciosos. Entre otras innovaciones debe citarse el lavado de ropa. Los armadores disponen de una "suite" de salón camarote, baño, etc.

En el cuarto de derrota se cuenta con el equipo corriente, así como compás, giro con autopiloto, "radar", buscador de dirección por "radio" y correfera Sal.

---

**EL "VENTURA", MOTONAVE DE CARGA, SUECO, DE 9.200 TONELADAS DE PESO MUERTO, BOTADO EL 6 DE SEPTIEMBRE ULTIMO.**

En la fecha indicada en el epígrafe fué botado al agua, en los astilleros Kockum de Malmo, Suecia, la motonave de carga "Ventura", de 9.200 toneladas de p. m., todo soldado, tipo "shelterdeck", de la más alta clasificación del Norske Veritas.

Las características principales son las siguientes:

Eslora entre pp., 430'.

Manga, 61'5,75".

Puntal a la cubierta pral., 29'3".

Idem a la "shelterdeck", 40'8,75".

Calado al disco de verano, 26'4.

La máquina principal es un motor Kockum-Man, de seis cilindros, de doble efecto, diesel dos tiempos, desarrollando 6.000 BHP a 110 r. p. m., lo que da al buque una velocidad, en carga, de 16 nudos.

El "Ventura" será dotado de los usuales chigres y grúas, incluyendo una para levantar 25 toneladas. Puede llevar carga refrigeradora en un espacio de 53.000 pies cúbicos y alojamiento para 12 pasajeros. Este buque hace el octavo que bota el astillero en el año.



**EL "LIONS GATE", DE 9.020 TONELADAS DE PESO MUERTO Y 19 NUDOS.**

El tonelaje sueco de cargos rápidos se vió aumentado, en primero de agosto último, con la entrega del anterior buque por los constructores Kockum de Malmo a los armadores la Johnson Line, en Estocolmo. Es el cuarto buque del tipo "Seattle", construído con la más alta clasificación del Lloyds Register y con escantillones contra el hielo y que permite un adicional calado de un pie con cuatro pulgadas, si se deseara.

Las principales dimensiones son:

Eslora entre pp., 465'.

Manga, 64'.

Puntal a la cubierta pral., 30'4.

Idem a la "shelterdeck", 39-10.

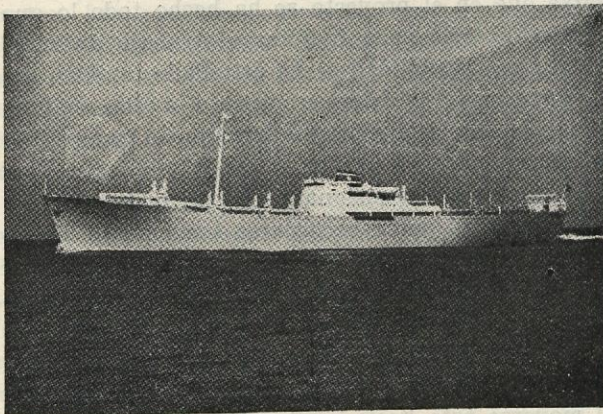
Calado, 26'7.

Peso muerto en este calado, 9.020 tons.

Registro bruto, 6.938 tons.

Idem neto, 3.448 tons.

Además de las bodegas para carga general con capacidad de 490.000 pies cúbicos, dispone para



carga refrigerada de bodega adicional con 30.000 pies cúbicos a  $-20^{\circ}\text{C}$  y otra de 65.000 a  $-0,5^{\circ}\text{C}$ .

A semejanza de los otros buques gemelos del tipo "Seattle", las usuales grúas de carga son sustituidas por catorce cabrias rápidas del tipo Asea, colocada por pares para vir en las siete escotillas de carga. Esta disposición evita el montar pesados paños, y así el buque arbola sólo un palo más ligero para la luz de tope, y estays de señales y aéreo.

La máquina propulsora es un motor por banda, de siete cilindros diesel Kockum-Man, de doble efecto, dos tiempos, que desarrollan 14.000 BHP a 110 r. p. m., y da al buque una velocidad en carga de 19,5 nudos. Sobre la milla medida se obtuvo la media de 21,4 nudos.

Tanto los alojamientos para los doce pasajeros como para la dotación, son del más alto "standard" como sus anteriores buques; lo mismo puede decirse de los equipos de navegación y otros.

**TURBINAS**

**NUEVA PLANTA DE TURBINA DE GAS. COMBINACION DE GAS Y VAPOR.** (*The Motor Ship*, junio 1950.)

Se están examinando las propuestas para la instalación de una planta de turbina de gas de la A/B De Laval Angturbin, Stockolm & Eriksbergs-Mek. Verk, en un petrolero de 18.000 tons. El plan propuesto es la turbina de gas y vapor combinada.

Este proyecto se propone, en lugar de la turbina de gas solamente, por razones de seguridad, ya que, en el caso de una avería en la turbina de gas, la de vapor puede seguir funcionando. Parece ser que el rendimiento sería también algo mayor que con el otro sistema.

En el proyecto la planta comprende una turbina de vapor engranada y una turbina de gas, las dos de la misma potencia aproximadamente. La de gas proporciona también los gases calientes, suministrados a la caldera, en primer lugar, para recalentar el vapor; en segundo, para generar vapor saturado, y, finalmente, para la regeneración del ciclo de la turbina de gas y calentamiento del agua de alimentación en un economizador. La turbina comprende rotores independientes de A. P. y B. P., así como una turbina de marcha atrás, y si la turbina de gas queda fuera de servicio, la caldera quema petróleo.

La distribución general está proyectada para desarrollar unos 8.200 B. H. P. Se cree que el rendimiento térmico será del 32 por 100, correspondiente a un consumo de combustible de 0,42 lb/S. H. P./h.

**MOTORES**

**LOS MOTORES ALEMANES DE LA POSTGUERRA. MAQUINARIA M. A. N. DE DOS TIEMPOS Y SIMPLE EFECTO.** (*The Motor Ship*, junio de 1950.)

A las motonaves noruegas "Belparell", "Herbrand" y "Atlanta" se les está instalando nueva maquinaria en los astilleros de Bremen Vulkan, de Bremen, y la primera la "Belpareil", ha efectuado recientemente las pruebas con la nueva instalación, que comprende dos motores Bremen Vulkan M. A. N. de 2.000 B. H. P. del tipo de dos tiempos y simple efecto de la preguerra, con cuatro cilindros de 650 mm. de diámetro y una carrera de pistón de 1.200 mm. Funcionan a 125 r. p. m. La bomba de barrido está accionada desde el eje cigüeñal del motor. Los pistones y camisas de los cilindros



están refrigerados con agua dulce. Para el suministro de corriente para todo el barco se han instalado tres nuevos generadores M. A. N. de 150 Kw.

En los talleres M. A. N., de Augsburg, se ha probado recientemente el primer motor marino de combustión interna de doble efecto, construido en Alemania después de la guerra. Se trata de una unidad de dos tiempos, seis cilindros, una potencia de 4.000 B. H. P a 140 r. p. m., con cilindros de 600 mm. de diámetro y una carrera de pistón de 900 mm. El aire de barrido se suministra desde una bomba en tándem del tipo de pistón, de doble efecto y un solo cilindro, accionado desde el eje cigüeñal en el extremo de proa.

El barco en el que será instalado este motor es para la Nordenfjeldske D/S, y se está construyendo en Trondhjems Mek, Verk, para el servicio del Mediterráneo. El P. M. es de 3.600 tons., y la velocidad máxima en carga, de 14 nudos:

Recientemente se han hecho encargos de maquinaria M. A. N. de construcción alemana, para ser instalados en barcos de altura construidos en Noruega y Holanda, y podría decirse que los constructores están tomando medidas enérgicas para desarrollar el mercado de exportación. Esto se refiere también a los motores de poca potencia, y se están haciendo ofertas con plazos de entrega muy cortos. Pero el factor principal es el precio, y, según una reciente información, los motores alemanes cuestan un 25 por 100 menos que la maquinaria similar construida en Gran Bretaña o en cualquier otro país.

---

**EL ULTIMO MOTOR HARLAND—B. & W.—TIPO DE PISTON DE EXHAUSTACION, SIMPLE EFECTO Y DOS TIEMPOS. MAQUINARIA PARA UN SOLO EJE HASTA DE 10.000 B. H. P. (The Motor Ship, junio 1950.)**

Se han efectuado en los talleres de Belfast, de Harland & Wolff, las pruebas del primer motor marino de una nueva serie del tipo de cruceta de pistón de exhaustación, dos tiempos y simple efecto, que está construyendo esta Casa, y de los que tienen un gran número de encargos para ser instalados en barcos de carga, de pasaje y petroleros. El motor que se probó es para un petrolero de toneladas 24.000, y tiene siete cilindros, con un diámetro de 750 mm. La carrera del pistón principal es de 1.500 mm., y la del pistón de exhaustación de 500 mm. El diámetro de este pistón es igual al del cilindro principal.

La potencia para servicio continuo, girando a 110-112 r. p. m. es de 7.500 B. H. P., a la moderada presión media indicada de 5,9 Kg/cm<sup>2</sup>. El motor se

está construyendo con varios números de cilindros, y forma una unidad que con ocho cilindros puede desarrollar 10.000 B. H. P. continuamente a una velocidad de 118 r. p. m., siendo la presión media indicada correspondiente de 6,5 Kg/cm<sup>2</sup>. También pueden construirse motores de 10 cilindros, pero es probable que la unidad de ocho llene prácticamente todas las necesidades.

Antes de describir el motor puede añadirse una nota de la impresión producida por su funcionamiento en el banco de pruebas. Desarrolló toda la potencia de 7.500 B. H. P. a 110 r. p. m. y la suavidad y silencio de su funcionamiento fueron notables, siendo absorbida la potencia por un freno Heenan & Froude. La combustión en todos los cilindros podía mantenerse continuamente a una velocidad por debajo de 20 r. p. m. El motor se hace arrancar en frío, y la presión de compresión es la normal en los motores Diesel. La maniobra es sencilla y rápida, efectuándose la forma usual por medio de dos palancas; una para accionar el mecanismo de reversión y la otra para el arranque y control de la caja. Examinando con éxito el motor, puede apreciarse que en el proyecto se ha hecho todo lo que ha sido posible para facilitar el trabajo de recorrida. La accesibilidad se ha estudiado también detenidamente, y es de esperar que el motor recibirá la aprobación de los maquinistas en lo que a esto se refiere.

El principio de funcionamiento del motor es muy conocido, pero puede recordarse brevemente. En el extremo inferior de su carrera, el pistón principal descubre una serie de lumbreras para la admisión del aire de barrido; la exhaustación se descarga al colector, dispuesto en la parte superior, descubriéndose las lumbreras por el pistón de exhaustación al moverse éste hacia arriba. Este pistón está accionado desde el eje cigüeñal principal por excéntricas, y, como ya se ha dicho, tienen una carrera de 500 mm. frente a los 1.500 mm. que tiene la carrera del pistón principal. La combustión tiene lugar entre los dos pistones en el punto en que se acercan más entre sí, como puede verse en la sección de las dos válvulas de combustible horizontales. En este sistema, la excéntricas transmiten potencia al eje cigüeñal, y parece ser que la acción de la excéntrica es superior en resistencia y rigidez a la acción del eje cigüeñal, siendo menor en coste e igual en eficiencia. Los luchadores del eje cigüeñal, de acero forjado, están embutidos en las guitarras, de acero fundido, formadas para incorporar las excéntricas del pistón de exhaustación y los contrapesos, si los hay.

Hay un yugo de sección cuadrada, conectada a la parte superior del pistón de exhaustación, y éste va sujeto a las crucetas, de las que hay dos a cada



lado de las guías principales, por medio de cuatro largos vástagos laterales; dos para cada cruceta. Los bulones de éstas están acoplados directamente al extremo superior de cada biela de excéntrica, siendo de una sola pieza forjada la biela y la parte superior del collar. La parte inferior de éste es de una sola pieza, y está sujeta a la parte superior con tornillos en la forma acostumbrada, habiéndose previsto el ajuste por medio de casquillos desmontables.

La disposición de los soplantes de barrido es similar a la empleada por los constructores desde hace algún tiempo. Están dispuestos simétricamente de proa a popa, en relación con el centro, entre los cilindros números 4 y 5, y cada uno está accionado por cadenas dobles Renald (cuatro en total) desde las ruedas dentadas, montadas en el eje cigüeñal principal. El aire entra en los soplantes a través de los silenciadores de admisión, dispuestos encima de ellos, y después de pasar por los soplantes es conducido a través de tuberías a los extremos de proa y popa del colector de barrido que está en comunicación con todos los cilindros del motor. Las varillas, conectadas con el mecanismo de reversión, accionan una válvula de inversión, alojada en un espacio común a los pasos de entrada y salida. La presión del aire de barrido, cuando el motor funcionaba a plena carga, era de unas dos libras por pulgada cuadrada (0,07 Kg/cm<sup>2</sup>).

El bloque principal, que contiene el colector de barrido, está soportado por una estructura en A. Este bloque, la estructura y la placa de fundación son de acero soldado, siendo la última del tipo profundo para ir sujeta con tornillos a los polines, incorporados en el doble fondo del barco. En otros motores se necesita una placa de fundación del tipo no profundo, para empernarla a un polin independiente. Los vástagos laterales del pistón de exhaustación pasan por el bloque, y se ha previsto lo necesario para impedir las pérdidas de aceite. La chumacera de empuje Michell está dispuesta en la placa de fundación.

Los cilindros son de hierro, fundido al vanadium, y como ya se ha dicho, tienen lumbreras en la parte superior para la descarga de los gases, que se cubren y descubren por los pistones de exhaustación. Por lo tanto, hay un sistema de barrido uniflujo. La posición angular de las excéntricas en relación con las cigüeñas proporciona la regulación deseada del cierre y apertura de las lumbreras.

El cilindro se extiende hasta el colector de barrido de forma que las lumbreras están en comunicación directa con el aire.

El colector de exhaustación, refrigerado por agua, que está en la parte superior, forma una fundición independiente, que rodea las lumbreras de exhaus-

tación con las tuberías de exhaustación, conectadas con bridas al colector de exhaustación principal, extendiéndose por la parte de detrás en toda la longitud del motor, por encima del silenciador de admisión del soplantes.

Las bombas de combustible, instaladas al nivel de la parte superior del bloque, y, por lo tanto, con tuberías cortas de descarga a las válvulas de combustible, están montadas por parejas desde el extremo de proa con una sola bomba para el cilindro número 7. Están accionadas por un eje de camones, movido por cadena, y sus pistones son del tipo con regulación por espiral, de acero cementado. El control de la carga se efectúa en la forma usual por medio de un mecanismo con articulación, con agujero ovalado para el mando del regulador y control. Las dos válvulas para cada cilindro están dispuestas a 180°, con una válvula de seguridad y otra de arranque al mismo nivel; es decir, en el punto en que los dos pistones se acercan más entre sí durante el curso de sus carreras.

Los pistones principales y de exhaustación son en general similares. Tienen una cabeza de acero al cromo, resistente al calor, mientras que los aros del pistón van sobre un cuerpo de hierro fundido de grano cerrado, sujeto con brida. En el caso del pistón de exhaustación, los aros están especialmente fijados en relación con las posiciones de las lumbreras del cilindro. El pistón de exhaustación tiene 2 mm. más de diámetro que el pistón principal, con el objeto de facilitar la recorrida. La cabeza del pistón está unida con tornillos al cuerpo y debidamente sujeta.

#### SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LOS PISTONES.

Para la refrigeración de los pistones principales se emplea aceite lubricante, suministrado por el sistema de lubricación de los cojinetes. El aceite entra y sale de la cabeza del pistón a lo largo del eje del vástago del pistón, con ramales visibles en el frente del motor, justamente encima del nivel de la plataforma de arranque. Para la refrigeración de los pistones de exhaustación, el aceite lubricante es conducido a una larga caja, montada sobre la estructura del motor, cerca de la parte superior de cada cilindro, y pasa por una tubería telescópica, sujeta al yugo. Después de refrigerar al pistón, el aceite es conducido, a través de otra tubería telescópica, a un segundo compartimiento de la caja, desde donde vuelve a la tubería principal. Los cilindros principales están refrigerados por agua dulce, pero el extremo inferior del cilindro que se extiende hasta el colector de barrido, está refrigerado por el aire que lo rodea. Las chaquetas que ro-



dean las partes calientes del cilindro pueden moverse libremente en sentido longitudinal.

El aceite lubricante para las chumaceras está suministrado por dos bombas, accionadas por el motor principal. El aceite pasa al centro del eje cigüeñal a través de orificios radiales; de aquí, a las chumaceras del muñón, y a través de las bielas, a los cojinetes de las crucetas y extremo superior. Para las chumaceras de las bielas de excéntrica y crucetas se ha empleado una disposición similar. Para accionar los lubricadores para los cilindros hay un eje justamente encima y detrás del eje de camones de las bombas de combustible, accionado por este último eje, que también lleva los mecanismos para el indicador. Estos tienen dos camones circulares, dispuestos a 90°, de forma que pueden obtenerse diagramas cerrados, así como diagramas normales.

Los vástagos del pistón, que tienen extremos en forma de conos, van sujetos a las crucetas por tuercas frenadas, y a los pistones, con bridas, forjadas en una pieza con los vástagos. Las bielas principales tienen los extremos superiores acoplados a las crucetas del vástago del pistón, sobre las que van sujetas las guías de la cruceta. El empuje a marcha atrás es recogido por correderas, sujetas con tornillos a los espejos de marcha avante, dispuestos en la estructura principal.

En el frente y detrás del motor hay puertas de explosión, dispuestas en las puertas de aluminio del cárter, que proporcionan una superficie de 0,5 pulgadas cuadradas por pie cúbico del volumen del cárter. En el barco se dispondrá una tubería de ventilación a la cubierta de botes.

#### AUXILIARES ACCIONADOS A MOTOR.

La plataforma de control es similar a la empleada en otros motores Harland B. & W., con dos palancas de arranque y maniobra. El cuadro de manómetros está montado encima de éstas, y lleva los mamómetros para el aceite lubricante, aire de barrido, aire de arranque, agua de refrigeración y presiones de aceite combustible. En este motor, por ser para un petrolero, en que es conveniente tener los auxiliares de la cámara de máquinas accionados en su mayor parte por el motor principal, se han dispuesto detrás del motor una bomba de circulación de agua salada, de 320 tons.; una de agua dulce, de 270 tons.; dos de aceite lubricante, de 180 toneladas, y la bomba de sobrealimentación de combustible, de cinco toneladas; todas ellas accionadas por cadena desde el eje de camones del motor, con engranajes para aumentar la velocidad. En los motores para ser instalados en barcos de carga y de

pasaje, estos auxiliares estarían accionados generalmente por motores eléctricos y no formarían parte de las instalaciones del motor principal.

La longitud del motor, medida entre los extremos del cigüeñal, incluyendo la chumacera de empuje, es de 17 m. y la altura desde la tapa del doble fondo a la posición superior de las partes altas, móviles, es de 9,1 m. El peso total es de 600 toneladas aproximadamente. La altura, teniendo en cuenta el espacio necesario para extraer los pistones, es de 10,2 m. y la anchura de la placa de fundación, de 4,14 m. La velocidad del pistón a 110 r. p. m. es de 5,5 m. por seg.

A 118 r. p. m. y una m. p. i. de 6,5 Kg/cm<sup>2</sup>, se obtendría una potencia de 8.750 B. H. P., y la velocidad del pistón sería de 5,9 m. por seg. Un motor de ocho cilindros de 10.000 B. H. P. del mismo tipo, con la presión media indicada correspondiente, funcionaría a 118 r. p. m. y la velocidad del pistón sería la misma. Su peso sería de 675 tons. por B. H. P.

El segundo motor, que va a ser construido por Belfast para su instalación en un barco de carga para Alfred Holt & Co. estará dispuesto para funcionar con petróleo de caldera. Esto se ha hecho también en el caso de un motor similar, cuyas pruebas se efectuaron el mes pasado en los talleres de John G. Kincaid & Co., en Greenock, y el barco a que está destinado es también para Alfred Holt & Co.

---

#### MOTORES STANDARD. (*The Motor Ship*, junio 1950.)

Los motores Diesel standard para los grandes barcos de altura parecen limitarse a dos tamaños de cilindros, es decir, uno para potencias entre 700 y 800 B. H. P. y el otro entre 1.000 y 1.100 B. H. P. por cilindro. En el cuadro se dan los tamaños de algunos de los motores standard construidos por algunas de las firmas más importantes, y, aparte de esta similitud en la potencia, las dimensiones de los cilindros son interesantes. De los ocho constructores que figuran en la lista, seis de ellos, por lo menos, han standardizado un motor con un diámetro de cilindro entre 720 y 750 mm., habiéndose adoptado el tamaño de 720 mm. en tres casos y el de 750 en dos.

Los motores que se indican en el cuadro no son, desde luego, los únicos tamaños construidos por las respectivas firmas, si bien en la mayoría de los casos representan el tipo más corriente, y, además, cuando se construyen otros tamaños, entran dentro del margen de potencia en cuestión. Por ejemplo, Doxfords tiene un tipo de 560 mm. de diámetro, con una carrera condicionada de 2.160 mm. que pro-



porciona una potencia de 700 B. H. P. a 110 revoluciones por minuto, mientras que Gotaverken construye un motor con un diámetro de 760 mm. y una carrera de pistón de 1.500 mm., desarrollando unos 1.030 H. P. a los 108 r. p. m. Todos los motores son del tipo de simple efecto y dos tiempos, excepto el Stork y el Kockum-M. A. N., que son de doble efecto.

Se observará que en los motores que figuran en el cuadro el diámetro de cilindro no excede de 750 milímetros, si bien esta cifra es de 800 mm. en un motor Doxford experimental en construcción, de 840 milímetros en algunos motores Sun-Doxford, contruidos en Norteamérica, y de 900 mm. en varios motores Diesel-Sulzer puestos en servicio hace algunos años.

**TIPOS Y TAMAÑOS DE MOTORES STANDARD**

M O T O R	Diámetro	Carrera	R. P. M.	B. H. P. por cilindro
Harland B. & W. (1)	750	1.500.500	110	1.100
Fiat	750	1.320	120	775
Sulzer	720	1.250	125	700
B. & W.	740	1.400	117	820
Doxford (2)	670	2.320	110	1.100
Gotaverken	680	1.500	112	700
Stork (3)	720	1.200	116	1.100
Kockum M. A. N. (3)	720	1.200	110	1.000

- (1) Pistones opuestos. Carrera del pistón de exhaustación, 500 mm.
- (2) Pistones opuestos.
- (3) Doble efecto.

**MISCELANEO**

**LAS POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DEL RADAR MARITIMO.** (*The Shipbuilder and Marine Engine-Builder, abril de 1950.*)

Desde 1946, fecha en que el Ministerio de Transportes publicó la especificación referente al equipo de radar marítimo, se han efectuado unas 600 instalaciones, de fabricación inglesa, en los barcos del Reino Unido y otros países. Se han hecho grandes progresos en el funcionamiento y utilidad de los aparatos, y, lo que es igualmente importante, los oficiales de los barcos han adquirido una valiosa y necesaria experiencia en el comportamiento de este nuevo auxilio a la navegación, así como en la interpretación de las señales.

Esto es muy importante, ya que, por muy eficaz que sea técnicamente un aparato, su valor puede ser completamente nulo en manos de un operador inexperto. La existencia de un aparato de radar en un barco no justifica automáticamente cualquier negligencia de las reglas fundamentales que deben ser observadas por todo buen marino durante el mal tiempo.

Hay que subrayar que, si bien el equipo de radar puede contribuir considerablemente a aumentar la

seguridad de un barco en la mar, está sujeto a ciertas limitaciones de funcionamiento, inherentes a la propagación de la radio, de la que depende.

El error más corriente es creer que el radar puede descubrir objetos, independientemente de su forma y tamaño, en cualquier parte dentro del límite de la escala empleada. Si la tierra fuera plana, eso sería posible, porque la frecuencia, o longitud de onda utilizada en el radar se comporta muy similarmente a las ondas de luz, y en el espacio libre viajarían en líneas perfectamente rectas. Sin embargo, en la práctica se ha visto que las ondas de radar experimentan una ligera refracción, tendiendo a seguir la curvatura de la superficie de la tierra, y con una longitud de onda de 3 cm., que es la empleada en las instalaciones inglesas, el verdadero alcance es aproximadamente un 14 por 100 mayor que el alcance visual desde la posición del fanal.

Para dar un horizonte de radar de 28 millas, el fanal (o el "objetivo") tendría que estar a una altura de casi 500 pies. A este alcance, con el fanal al nivel del mar, sólo se obtendrían respuestas de objetos apropiados que tuvieran aproximadamente 500 pies de altura, es decir, colinas y peñascos altos. El alcance calculado, suponiendo una altura del fanal de 500 pies y un "blanco" apropiado a 500 pies es de 40 millas.



Las cifras mencionadas se refieren a una propagación (o transmisión) normal; pero a veces se presentan condiciones en las que los ondas experimentan una refracción mayor que la normal, y las señales siguen más estrechamente la curva de la tierra. Estas condiciones dan lugar a lo que se conoce como "conducción", y son similares a aquéllas en que se forma un espejismo en los climas cálidos. Por lo general, este efecto, que suele producirse cerca de grandes masas de tierra, se debe a una inversión de la temperatura (es decir, la temperatura aumenta con la altura, en lugar de disminuir como es lo normal).

En estas circunstancias, los alcances obtenidos pueden ser mayores que los normales. De esta forma se han registrado alcances de 200 o 300 millas. En un caso curioso, los "ecos" procedentes de la costa de Arabia se vieron en la costa oeste de la India, a una distancia de 1.200 millas. Sin embargo, estos "fenómenos" son excepcionales y no deben tenerse en cuenta.

El material y forma del "objetivo" puede influir mucho sobre los resultados. En general, la sustancia debe ser un conductor. Teóricamente, los materiales aislantes perfectamente secos no deberían "reflejar" las vibraciones del radar. (Quizá la palabra "re-irradiar" es preferible a "reflejar".)

Las playas bajas arenosas o las zonas en declive gradual hacia la orilla son probablemente las más difíciles de descubrir, por dos razones:

Primeramente, por ser bajas y estar casi al nivel del mar, no serían descubiertas hasta que el barco no estuviera dentro del límite de visibilidad normal, en tiempo bueno y despejado, y el operador deberá asegurarse de que las primeras indicaciones que aparezcan en su pantalla no pertenecen a una zona más alta que se encuentra a un alcance mayor, tierra adentro.

Segunda, las ondas de radar, al chocar con el terreno en declive, tenderán, después de la reflexión, a viajar sobre dicho terreno y hacia arriba (siendo iguales los ángulos de incidencia y reflexión). Desde luego, parte de las señales volverán a reflejarse en el barco, pero pueden no ser bastante intensas. Por el contrario, los edificios, grandes árboles y faros de la costa en cuestión, se destacarán claramente y proporcionarán marcas fácilmente identificables.

El alcance a que un equipo de radar marino puede descubrir otros barcos, depende en gran parte de la forma en que éstos sean vistos, proporcionando el mayor alcance de detección la vista de través, y el peor, por lo general, la vista de proa. El tamaño del barco que hay que descubrir influye también, como es natural, sobre el alcance de detección, debido a la mayor altura y área de superficie pre-

sentada a las señales. De esto se deduce que hay variaciones en los alcances, y hay que contar con ellos. Es imposible determinar con precisión el alcance en que puede descubrirse la presencia de otro barco.

Las propiedades de reflexión de ciertos objetos pueden aumentarse considerablemente con la adición de un simple dispositivo cada día más en uso, es decir, el reflector de ángulo, proyectado de forma que la trayectoria de la vibración reflejada (o re-irradiada) sea paralela a la de la vibración incidente. Estos reflectores pueden montarse en grupos, que se emplean para diversos fines, como, por ejemplo, mejorar la identificación de ciertas marcaciones y aumentar el alcance a que pueden "verse" las boyas: Del mismo modo, éstas, con reflectores de ángulo, pueden agruparse en figuras geométricas para ayudar a la identificación de ciertas partes de una costa o estuario.

La influencia de la energía del transmisor de una instalación de radar en la determinación del alcance, es insignificante. En la "región de la superficie", es decir, a unos ángulos de elevación muy bajos, el alcance varía con la raíz octava de la energía, de forma que para doblar el alcance, la potencia, debe aumentarse, en la teoría, 256 veces. En la práctica la cifra puede ser mayor todavía.

El aumento de potencia no es ni siquiera tan efectivo como el aumento en la altura de la antena. Sin necesidad de efectuar ninguna variación en los demás factores y subiendo el fanal de 10 a 40 pies sobre el nivel del mar se doblará el alcance de la superficie.

A la pregunta, que se hace tantas veces, de si puede el radar ver objetos que estén debajo del agua, la contestación es un "no" rotundo. El radar depende de la detección de señales reflejadas por los objetos que rompen la superficie. Una roca o un objeto similar que esté justamente a flor de agua, puede quedar descubierto momentáneamente debido al movimiento de las olas, y entonces puede reflejarse una señal intermitente en la pantalla del radar. Las olas turbulentas en la proximidad de un objeto semejante pueden producir también respuestas intermitentes cuando las ondas de radar son reflejadas por ellas.

La importancia que tiene la disposición de los objetos puede verse de nuevo en los resultados obtenidos con el hielo. La superficie lisa de una zona de hielo fija e ininterrumpida, no aparece en la pantalla (sólo se verá el perfil). Una superficie de hielo, irregular, presenta para las ondas de radar lo que es en realidad una serie de reflectores en ángulo, y cuanto más irregular sea la superficie, más intensas serán las señales resultantes.

Si se diera el caso de que un canal abierto a



través de una zona de hielo quedara cubierto por la nieve, podría verse claramente en la pantalla del radar, aunque permaneciera invisible a simple vista. Este curioso efecto es debido al hecho de que las ondas de radar tienden a penetrar una capa fina de nieve blanda.

Se espera que todas estas aclaraciones contribuyan a que aquéllos que utilizan el radar puedan apreciarlo en su justo valor, y de esta forma puedan tener mayor confianza en sus recursos para sacarle el mayor provecho.

---

**LA ENERGIA ATOMICA Y LA PROPULSION MARINA.** (*The Motor Ship*, marzo 1950.)

Como se cree que una de las primeras aplicaciones importantes de la energía atómica para la producción de fuerza será la relacionada con la propulsión de los barcos de alta potencia, interesa conocer algunas de las más recientes opiniones acerca de esta posibilidad, con el fin de que la cuestión pueda considerarse en su verdadera perspectiva.

El Comité Asesor General de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos, del que forman parte algunos de los principales científicos dedicados a la investigación de este asunto, resume la situación en la siguiente forma:

"Si se hacen hipótesis desfavorables acerca del coste del uranio y las posibilidades técnicas de producirlo, el resultado es que en los Estados Unidos la energía atómica no podrá competir con la energía generada por carbón, excepto en las regiones en donde el coste del transporte del combustible desde la mina es el factor dominante, o en otras condiciones especiales en que el pequeño volumen y peso del uranio tienen un valor extraordinario. Por el contrario, si las hipótesis sobre el uranio son favorables, la capacidad de esta industria puede llegar a ser análogo, o superar, a la del carbón, y funcionará a un coste más bajo, por lo menos en lo que se refiere al combustible. De momento no se tienen los conocimientos suficientes para efectuar una elección definitiva entre estas dos posibilidades. Deberá señalarse que en cualquiera de los dos casos el coste de una planta de energía que emplee combustible nuclear será mucho mayor que el de una que quemé carbón de capacidad similar.

Aun suponiendo que se produzca un progreso técnico, en este sentido, de lo más favorable y rápido, es necesario hacer una advertencia en lo que se refiere al plazo de tiempo. No puede preverse la utilización de combustible nuclear para una parte considerable de las necesidades actuales de energía antes de que transcurran treinta años."

Más recientemente, el Dr. Robert Bacher, miem-

bro del Comité de Energía Atómica, en una conferencia pronunciada en la Academia Norteamericana de Artes y Ciencias, dijo:

"El presente programa del desarrollo del reactor podría decirnos si es factible técnicamente en una planta pequeña producir energía eléctrica por medio de un reactor nuclear. Si los resultados son favorables, será posible proyectar un reactor a mayor escala para la producción de energía eléctrica y en el curso de estas experiencias se vería si esto era económicamente factible. Dentro de ocho o diez años podría estar funcionando esta planta, pero para que el efecto de la energía nuclear se dejara sentir en el país como una fuente de energía eléctrica pasaría mucho más tiempo, incluso teniendo garantizadas las posibilidades económicas.

En vista de la escasez de información definitiva acerca del futuro de los reactores nucleares, supongo que el público está deseando que cada uno de nosotros digamos lo que pensamos. Mi opinión personal es que las posibilidades que existen para que el hombre se beneficie de la energía atómica son muy grandes."

Una de las principales autoridades sobre este asunto es el Dr. Enrico Fermi, quien dió su opinión hace unos meses en el Congressional Joint Committee, y en el curso de sus declaraciones en contestación a la pregunta de si la aplicación industrial de la energía atómica era inminente, manifestó:

"Esta aplicación no es inminente. Puede que en un futuro próximo sea posible llevar a cabo una aplicación experimental algo limitada. Quizá puedan efectuarse aplicaciones navales en un futuro no muy lejano, pero si por energía de "competencia" se entiende algo que pudiera compararse al carbón o al aceite, creo que la producción de enormes cantidades de energía está todavía muy lejana, si es que algún día llega a realizarse.

Por otra parte, tampoco deberá adoptarse una actitud pesimista sobre esta situación. Existen posibilidades básicas, pero me resulta muy difícil dar la nota exacta entre el optimismo y el pesimismo. Por ejemplo, hablamos de un período de quince o veinte años; pero ¿quién es el profeta que puede ver los hechos a esa distancia? La energía atómica puede desarrollarse finalmente no como un producto de competencia, sino más bien como complemento de los combustibles corrientes.

Creo que no sería honrado crear esperanzas injustificadas. Conviene que el público deje de pensar en la aplicación industrial de la energía atómica, porque si lo piensa está expuesto a llevarse una desilusión, y el público tiene derecho a conocer la verdadera perspectiva del programa.

Para que la energía atómica llegue a desarrollarse industrialmente harán falta muchos años."



# Información General

## **EXTRANJERO**

### **LA FLOTA MERCANTE DEL PANAMA**

Una característica notable sobre la navegación mundial desde la guerra ha sido el aumento del tonelaje registrado en Panamá, colocando a a esta República, que en 1949 poseía una flota insignificante, en el cuarto lugar entre las naciones marítimas del mundo. Pocos de estos buques llegan a ver nunca el Panamá, así como tampoco lo ven sus propietarios, administradores, ni oficiales. Muchos de los buques, especialmente los petroleros que predominan en el registro panameño, pertenecen a compañías norteamericanas. La mayor parte de estos buques son buques bien contruidos y modernos. Por otro lado, casi la mitad de la flota panameña se compone de buques que tienen casi veinticinco años o más y a muchos de los cuales se les negaría el derecho a registro en otros países. El Comité del ILO (Internacional Labour Office) no ha tratado de hallar los motivos por los cuales tantos propietarios de buques registran sus barcos en el Panamá, pero la Federación Internacional de Trabajadores de Transporte ha sugerido que los motivos podrían residir en el hecho de evitar los impuestos, eludir las regulaciones monetarias o escapar a los dictados en los convenios internacionales respecto a la seguridad y a los "standard" de instalación que generalmente son aceptados por los países marítimos. A menos que el Gobierno del Panamá adopte medidas, nada existe para evitar que propietarios de buques, sin escrúpulos de cualquier nacionalidad, se aprovechen de una situación a la que tanto tienen que oponer la mayoría de los propietarios de buques como los propios marinos.

### **LOS ALTOS PRECIOS DE LA CONSTRUCCION EN EL JAPON**

La devaluación de las monedas europeas intervenidas en 1949 ha aumentado más todavía las dificultades con que tropieza el Japón para competir con la construcción naval europea. Los precios de la construcción japonesa están siempre muy por encima de los europeos y los esfuerzos realizados para

bajarlos sólo han conseguido una reducción de unas cinco libras por tonelada, cuyo precio ha bajado de 70 a 65 libras. Por otra parte, los plazos de entrega de estos astilleros no son ya tan ventajosos en relación con los de los astilleros europeos.

### **LA CONSTRUCCION EN LOS ASTILLEROS SUECOS**

En la actualidad, en los astilleros suecos se están construyendo o equipando 58 barcos, con un total de 320.235 toneladas.

Además hay encargados 128 barcos con un total de 758.750 toneladas de R. B. El número de petroleros en construcción o encargados es de 81, con un total de 843.100 toneladas, de R. B., o sea el 78 por 100 del total.

### **LA CONSTRUCCION DE BARCOS EN ALEMANIA**

El Ministerio de Transporte de Alemania occidental ha comunicado que los astilleros alemanes han terminado la construcción de nueve barcos de carga de 1.500 toneladas cada uno y que les han sido encargado otros catorce más. También se han construido veinte motonaves de 250 y 300 toneladas cada una, y se construirán otras sesenta y seis.

### **EL PRECIO DE CONSTRUCCION DE LOS BARCOS "CHUSAN" E "HIMALAYA"**

El coste del nuevo barco "Chusan", de 24.000 toneladas de R. B. de la P. & O., ha sido aproximadamente de 3.250.000 libras.

Otro barco de la misma Compañía, el "Himalaya", con un tonelaje de 28.000 toneladas de R. B., entregado a fines del verano pasado, ha sido construido en tres años y ocho meses (duración superior a la prevista) y su coste, calculado en un principio en 2.244.000 libras, ha sido 3.500.000 libras aproximadamente.

El precio de los dos barcos es casi de 7.000.000



de libras y deberá obtenerse un beneficio del orden de 700.000 libras para hacer frente a la amortización y remuneración del capital, calculado en cada caso en un 5 por 100.

---

### UNA CALDERA TRANSPARENTE DE BAJA PRESION

En la Feria de los Investigadores Alemanes, que tendrá lugar en Nuremberg del 12 al 30 de julio, se verá una caldera transparente de baja presión. El constructor de este modelo ya es conocido por haber construido una serie de máquinas y aparatos transparentes para las industrias químicas y de alimentos. En la actualidad ya hay máquinas transparentes que resisten una presión de hasta 40 atmósferas, pero opinan los especialistas que esta caldera es un invento que se adelanta, con mucho, a las necesidades y posibilidades de la época. Esto se refiere, sobre todo, a las clases especiales de vidrio que resistan la presión y las elevadas temperaturas que se producen en las calderas. En numerosos casos, las máquinas transparentes, que permiten la observación de la combustión y otros procesos en el interior de las mismas, ya han hecho que se contratan los errores de la construcción y que se consiguiera la eliminación de los mismos.

---

## NACIONAL

### ESPAÑA EN UNA ASAMBLEA INTERNACIONAL DE SOLDADURA

España, representada por los Ingenieros señores Torroja (don Eduardo) y Miró, del Instituto de la Soldadura (Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas), ha asistido al tercer Congreso del Instituto Internacional de Soldadura, del que el Instituto español es miembro fundador, y que ha celebrado sus interesantes sesiones en París durante los días 4 al 10 del actual mes de junio.

En esta magna Asamblea, en lo que estuvieron presentes los técnicos y hombres de ciencia más destacados de casi todas las naciones de Europa, América y Africa del Sur, se han examinado varias cuestiones que preocupan extraordinariamente a todos los países civilizados, no sólo desde el punto de vista científico y doctrinal de la soldadura en sí, sino en las distintas aplicaciones de esta técnica, que cada día influye más poderosamente en el mundo de la industria.

Los representantes españoles han intervenido en las deliberaciones y ponencias presentadas en la Asamblea, informando, además, de la labor investigadora que lleva a cabo el Instituto Español de la Soldadura.

---

### LA CONSTRUCCION DE MOTORES MARINOS EN ESPAÑA

Los Talleres de construcción de motores Diesel, que en Sestao tiene la Sociedad Española de Construcción Naval, han sido objeto de importantes mejoras con la adquisición de nuevas y modernísimas máquinas de gran volumen, que permitirán en lo sucesivo la construcción de motores Diesel, hasta una potencia global de 30.000 HP. anuales, pudiendo fabricarse los de los de mayor capacidad, hoy utilizados en la Marina mercante, es decir, unos 12.000 HP. El año pasado se entregaron motores de 7.300 H.P., que se hallan navegando en líneas trasatlánticas y vienen dando un rendimiento superior a otros extranjeros.

---

### NECROLOGIA: El general Rocha ha muerto.

Una vez más brota de los puntos de la pluma la amarga noticia del fallecimiento de un compañero. El general de División de Ingenieros de la Armada, excelentísimo señor don Francisco de la Rocha y Riedel, pasó a mejor vida el día 1.º del mes actual, víctima de grave dolencia que le aquejaba desde años atrás y soportada con cristiana resignación e indomable energía. Desempeñaba en la actualidad el general Rocha el destacado cargo de director de Construcciones e Industrias navales militares, y era, además, el Jefe supremo del Cuerpo a que pertenecía hoy, pues procedía del Cuerpo General. Su muerte deja un vacío entre sus familiares y compañeros difícil de llenar no sólo por sus aptitudes profesionales, sino por las condiciones de caballerosidad y extrema simpatía, que eran características del llorado General y que le hacía merecedor de una gran estimación y especial aprecio hacia su persona.

Cuarto General de Ingenieros de la Armada desaparecido en este año fatal para los Ingenieros navales, que ven con triste frecuencia mermadas sus filas en sus más altas representaciones; reciban sus familiares la más sentida expresión de condolencia de esta Revista, para la que fué generoso protector.



# Proveedores de la Industria Naval

## **ASTILLEROS DE PALMA, S. A.**

Especialistas en material flotante para puertos.—Proyectos, construcción y reparación de buques.—“La Pedrera”. MALLORCA.

## **BOMBA PRAT, S. A.**

Bombas rotativas. Bombas centrífugas. Compresores. Humidificación y ventilación.—Apartado 16. Wifredo, números 109-113. BADALONA.

## **COMERCIAL PIRELLI, S. A.**

Cables y conductores eléctricos aislados de todos los tipos. Unica Empresa española especializada en conductores eléctricos para la Marina Mercante y la Armada. Neumáticos. Correas y artículos varios de goma. Sucursales en Madrid, Bilbao, Sevilla, Valencia y La Coruña.—Ronda Universidad, 18. BARCELONA.

## **CONDUCTORES ELECTRICOS ROQUE, S. A.**

Fábricas en Manlleu. Oficinas en BARCELONA. Diputación, 185. Teléfono 234136.

## **CONSTRUCCIONES ELECTROMECHANICAS ABRIL, S. A.**

Maquinaria Eléctrica.—Villarreal, 195. BARCELONA.—Dirección telegráfica: “Abrilmotor”.

## **OUCURNY, S. A.**

Tubería, Baldosín y Mosaico de Grès y Refractario, resistente a altas temperaturas.—Calle Princesa, 58 y 61. BARCELONA.

## **EDUARDO BATISTE-ALENTORN**

Avenida de José Antonio Primo de Rivera, 416. BARCELONA.—Construcción de generadores y electromotores especiales para buques. Grupos convertidores para soldadura eléctrica.—Teléfono 231285.

## **“FAMA”. FABRICA DE ARTICULOS DE MATERIAL AISLANTE, S. A.**

Material para instalaciones eléctricas. - Telefonía. - Radiotelefonía. - Tranvías. - Accesorios de automóvil. - Calefacción. - Construcciones navales, etc. - Piezas moldeadas de resinas sintéticas de alta precisión técnica.—Apartado 91.—BARCELONA. Mártires Santa Cruzada, 125. CORNELLIA (Barcelona).

## **KLEIN, S. A.**

Más de cuarenta años de experiencia en la fabricación de toda clase de artículos y correas de goma. Sucursales en BARCELONA, MADRID, BILBAO, SEVILLA y VALENCIA. Apartado 24. SEGOVIA.

## **LA MAQUINISTA TERRESTRE Y MARITIMA, S. A.**

Apartado 94. BARCELONA.—Delegación en Madrid: Serrano, 5, bajo derecha.

## **MAS, GOBERNA Y MOSSO, ING., S. L.**

Aparatos de elevación, grúas, ascensores, montacargas, polipastos “Magomo”.—Pamplona, 95, 97 y 99. Teléfono 250843. BARCELONA.

## **S. A. M. MAS BAGA**

Cocinas para buques, a carbón, leña y aceite pesado.—Hortaleza, 17. MADRID.—Valencia, 348. BARCELONA.