

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 XVI

MADRID, MAYO DE 1948

NÚM. 155

Sumario

	Págs.
El peso de los cascos, por <i>El Director</i>	246
Plank, Bohr, De Broglie, Schroedinger, por <i>José Rubí y Rubí</i>	248
Proyecto de estructura del buque con aleaciones ligeras, por <i>W. Mucklé, M. SS.</i>	256
Fundiciones de alta calidad, por <i>Andrés Luna Maglioli</i>	262
Los gastos generales en astilleros y talleres de reparación naval, por <i>Carlos Largo Bravo</i>	273
INFORMACION LEGISLATIVA	
Cláusulas inglesas "Institute Clauses" for Builders' Risk.....	275
Ship Repairers Liability	277
INFORMACION PROFESIONAL	
Reglas del Registro del Lloyd relativas a buques de acero.....	279
Experiencias obtenidas con los barcos turbo-eléctricos.....	281
Fluctuaciones en los valores de los barcos.....	282
Pruebas de lanzamiento de cohetes desde submarinos por la Armada americana.....	284
<i>Revista de Revistas</i>	286
INFORMACION GENERAL	
<i>Estranjero</i> .—La construcción de motonaves en 1947 y 1948.....	308
Los altos precios de la construcción naval norteamericana.....	309
Grandes encargos de petroleros.....	309
La producción británica de buques mercantes.....	310
Barcos norteamericanos construídos en Inglaterra.....	310
<i>Nacional</i> .—Salvamento del vapor "Castillo Montjuich".....	310
El Instituto Internacional de la Soldadura.....	312
Cursillo organizado por el Instituto de la Soldadura.....	312

Redacción y Administración: Velázquez, 46.— Apartado de Correos 457.— Teléfono 26 48 33

Suscripción: Un año para España, Portugal y América latina, 100 pesetas. Demás países, 130 pesetas.

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

EL PESO DE LOS CASCOS

POR

EL DIRECTOR

Verdaderamente hay para asombrarse cada vez que se hace la luz sobre los llamados secretos de guerra, en los que el ingenio humano llega a las más altas cumbres del pensamiento. No ya en los intrincados laberintos de la física nuclear, con las múltiples aplicaciones de la energía atómica; sólo en los artificios para burlar las combinaciones ofensivas de un adversario constituyen un vivero de aciertos, siempre mejorados para superar la ágil y certera contraofensiva. Y es de ver la lucha entre el radar y antirradar en la última guerra, cuando la alta técnica electrónica hizo posible la utilización bélica del eco de las ondas electromagnéticas. Y después de estas magníficas soluciones de la ciencia, no moderna, sino prefutura, se sume uno en melancolía y desaliento al parecer casi insoluble un problema con el que se enfrenta diariamente el ingeniero naval: el peso de los cascos. En la ecuación de pesos prevalece sobre los demás elementos que la integran. Si es buque de guerra, el porcentaje de peso de casco absorbe parte del poder ofensivo y defensivo; si es mercante, una buena parte del peso muerto. Y cuantos alegatos se formulan en favor de cascos menos onerosos caen en el desierto, y los astilleros se afanan en lanzar buque tras buque, todos con la rémora de un casco pesadísimo proyectado, siguiendo las normas ya empleadas por nuestros bisabuelos. Se

podrá argüir que ello no es fácil, y la construcción naval no puede esperar a descubrimientos, siempre dudosos y de retardada aplicación; a lo que responderíamos que sobre la marcha, sin detenerse sólo un minuto en una acción imperiosa como la guerrera, iban adoptándose, día tras día, procedimientos cada vez más perfeccionados y eficaces, como fué la campaña antirradar ya mencionada.

Harto conocidos son hasta hoy los medios de conseguir mayor ligereza en los cascos de los buques, a saber: el empleo de aceros especiales de alta resistencia, el de la soldadura sustituyendo parcialmente al remachado y las aleaciones de metales ligeros. Los tres métodos, por supuesto, con gran prudencia y avanzando paso a paso en la transformación que ello exige de los propios astilleros. No se trata, pues, de prácticas revolucionarias que perturben una organización en plena producción; ni un salto en el vacío con el riesgo de desarticular lo que años de concienzuda labor eficaz han logrado encarrilar con éxito, no; sólo procede ir paulatinamente entrando en la nueva técnica, como ya se viene aplicando en alguno de nuestros astilleros con meritorio esfuerzo, dada la inadaptable de instalaciones incompletas y otras hasta caducas. El primer inconveniente para aligerar los cascos estriba en el mayor coste de la construcción, que hay que compensar con

una mejor utilización del buque en el terreno militar, si es de guerra, o económico, si es mercante.

Los aceros de alta resistencia permiten reducir el espesor de planchas y perfiles. En un liner americano se montaron hasta 7.800 toneladas de acero níquel (al 2,5 por 100), con una economía de peso de 1.600 toneladas. Ya sabemos que no se puede extremar este recurso, y que hay un límite del que no se debe pasar, y la razón es que el módulo de elasticidad no aumenta proporcionalmente al límite elástico; en realidad, varía poco de un acero a otro; por consiguiente, al aumentar la carga de trabajo unitaria de los escantillones se disminuye la rigidez del conjunto, las flechas aumentan, así como la amplitud de los movimientos vibratorios. Además, los aceros especiales requieren tratamientos especiales, y hay interés en no exagerar el valor de la carga de ruptura para evitar, sobre todo, la fragilidad que, como la mayor parte de las características mecánicas, no es una cualidad intrínseca, sino que varía entre límites considerables, según los tratamientos térmicos o mecánicos a que se someta el material. Otro de los métodos de aligerar cascos es el de la soldadura, sobre la que se han publicado en esta Revista valiosos y documentados artículos con la competencia que presta una práctica ya corriente en nuestros astilleros. Es una innovación que se va abriendo paso rápidamente en la construcción naval, sin más freno que el que le presenta una excesiva prudencia respecto a los miembros de la estructura que aún deben remacharse, conducta que no podemos condenar con una insensata intransigencia. No se encuentran muy abundantes los buques completamente soldados, sobre todo si son de porte. El sistema va entrando, y ello es bastante para confiar en el porvenir.

Por último, tenemos las aleaciones de metales ligeros a base de compuestos de aluminio. También en esta Revista, y precisamente en este número, se ha tratado del asunto. Las posibilidades de un buque mercante, todo de aluminio, se ha examinado seriamente en los Estados Unidos. Recientemente fué leída una Memoria sobre el particular en la Asociación de Arquitectos navales y de Máquinas, en la que se debatió ampliamente por los más capacitados del país. Todos los problemas envueltos en la Memoria fueron cuidadosamente considera-

dos, y como resultado final la casi unánime opinión en Norteamérica que el buque mercante totalmente de aluminio es técnicamente posible, pero no económicamente en las circunstancias actuales. Se llegó a esta conclusión por el análisis de un buque de 24.000 toneladas de peso muerto destinado a carga de mineral. Utilizando aluminio en la máxima proporción practicable, el peso muerto aumentaría en 2.800 toneladas y el beneficio bruto subiría 170.000 dólares por año, calculada a cinco dólares por tonelada y 12 viajes anuales. Si el buque de aluminio había de costar un 40 por 100 más, las cargas fijas adicionales, como 5 por 100 de depreciación, 3,5 por 100 de interés y 1,5 por 100 de seguro, importaría también unos 170.000 dólares. Luego, a menos que el coste inicial sea menor, habría una pérdida. Un buque construído con una casi total proporción de aleación costaría hoy día el doble que el ordinario de acero. La Memoria concluía con las siguientes palabras: "No parece que la aleación de aluminio sea un material atractivo para buques de carga, a menos que el precio sea reducido drásticamente o se acometan métodos técnicos de trabajo más favorable."

La "Aluminium Co.", de América, anuncia que las chapas de aluminio que producen llegan hasta 10 pies de ancho por 35 pies de largo, y laminados, hasta un espesor de tres pulgadas. Respecto a perfiles, los tamaños corrientes son ocho por ocho pulgadas para los ángulos; 15 pulgadas las U. Las longitudes llegan a 85 pies, y con frecuencia, las más usadas en buques de 45,5 pies.

Quedan expuestos los medios al alcance de nuestra voluntad para decidir en caso de necesidad y reducir los pesos de los cascos. Lo hacemos con la inseguridad de los problemas aún en discusión y con gran resistencia de una inmensa mayoría de constructores. Sin embargo, hay un dato elocuentísimo en favor de las aleaciones ligeras: La Sociedad de clasificación de buques, el "Lloyd's", las incluye en sus especificaciones.

Ahora bien; ¿cuáles son las proporciones en que deben aplicarse estos métodos con absoluta garantía de seguridad y qué reducción de peso puede obtenerse a un coste que permita la explotación del buque sin pérdidas? Ello será objeto de otro artículo.

PLANK, BOHR, DE BROGLIE, SCHROEDINGER

POR

JOSE RUBI Y RUBI

INGENIERO NAVAL

En la nutrida lista formada por los cerebros privilegiados que dedican sus actividades poderosas a desentrañar la materia pueden hacerse combinaciones curiosísimas, que casi se prestarían—si el asunto pudiera ser popular—a verdaderos *campeonatos* integrados por diferentes *partidos*, los cuales apasionarían más aún que los atléticos o deportivos que hoy tienen lugar. Entre todos estos encuentros sublimes que pudieran organizarse, es, sin duda, una de los más interesantes el que jugaron (y no decimos juegan porque, desgraciadamente, Plank nos falta) los cuatro *internacionales* que encabezan este artículo en el rudo campeonato, aún no resuelto definitivamente—¿lo será algún día?—del noble juego físico “¿Onda o corpúsculo?”

Quisiéramos reseñar el encuentro para nuestros lectores—como ahora se dice—, y vamos, al menos, a intentarlo.

Vivía de antiguo una Mecánica clásica. Newton la encarnó formalmente. Las inteligencias discurrieron por el cauce que el gran sabio les abrió y en él se vertieron las geniales ideas precursoras—Galileo—y las de muchos brillantes seguidores que tuvo: Fermat, Maupertuis, Hamilton, Maxwell, Legendre... El cálculo infinitesimal nació, creció y adquirió una frondosidad espléndida. Sus ramas servían unas veces de armazón sustentador de aplicaciones prác-

ticas, otras se limitaban a cumplir la bella misión de adornar los campos del saber.

La continuidad lo regía todo: *Natura non fecit saltus*, se decía, cuando, en realidad, nadie sabía—¿se sabe acaso ahora?—lo que la Naturaleza hacía. Algo había, sin embargo, y lo hay siempre, que con poderosa intuición llevaba al hombre a la continuidad: el tiempo.

Todo era paz entonces, todo amistad, todo concordia. Leibnitz, Cauchy, Abel, Briggs, Neper... soñaban con la continuidad, y, ya despiertos, vertían en sus maravillosos trabajos la continuidad soñada.

Aquellos hombres representaban la razón sin trabas, viendo lo que querían ver, hablando de la Naturaleza tal y como a su vista aparecía, pero sin tocarla, sin adentrarse prácticamente en ella.

De otra parte se encontraban las inteligencias con manos, los hombres de laboratorio: Dalton, Proust, Lavoissier, Gay-Lussac... Los químicos, los que desmenuzaban la materia, pareciéndoles siempre grande lo que encontraban: el trozo, la partícula, la molécula y... al fin lo indivisible: el átomo. Demócrito revivía, pero no con aquel obligado carácter de pura especulación filosófica, sino entre vapores hediondos de sulfhídrico, colores brillantes de sales halógenas, tubos y retortas del más puro abolengo al-

quimista. El cerebro tenía manos, y con ellas tocaba, disgregaba, recogía y pesaba. La continuidad entre estos devotos de la química no tenía ya el mismo valor que entre los virtuosos de la mecánica y del cálculo. Ley de proporciones múltiples, equivalentes químicos... Lo infinitamente pequeño hacía indefinidamente grandes las posibilidades de los unos; la discreción de la materia conturbaba a los otros, que sin poder subir al $+$ infinito, no podían tampoco enlazar con él la vía contraria en un $-$ infinito. Los físico-químicos bajaban más bien que subían, y en su descenso tropezaban con el terrible misterio del nihilismo, que encarnaba el cero absoluto. Más allá de -273° se acababa la vida, pues aparecía, como un fantasma misterioso, la absoluta quietud de la muerte.

Así iba el mundo cuando la aristocrática forma de la energía—la eléctrica—atrajo poderosamente la atención de los sabios. Era algo nuevo (¡y nació frotando cuerpos, igual que obtenía el fuego el hombre de las cavernas!), sublime y atrayente. Volta, Galvani, Faraday—acaso el mayor talento intuitivo—, Maxwell... y tantísimos otros embebieron su vida en el nuevo "agente" y subieron, subieron muchísimo... La escala de la continuidad les llevaba a la cumbre. Aquella era la verdadera energía del mundo, la que respondía en un todo a la inteligencia. Ecuaciones y más ecuaciones, ondas y más ondas, funciones trigonométricas de la más bella continuidad: el círculo para verla y el tiempo, en indefinido número de vueltas, para sentirla. No la molécula de vapor de la marmitta de Papin, no los átomos indivisibles para caracterizar los ingentes elementos naturales. La teoría electromagnética maxwelliana sintetizaba en forma maravillosa los conocimientos físicos y matemáticos. La misma materia, gasificada, caía dentro de la periodicidad continua, con la teoría cinética de los gases. Con razón se había dicho filosóficamente: *Natura non fecit saltus*.

Y llegó Plank; el joven catedrático berlinés, que acababa de tener un éxito definiendo la energía, estudiaba las radiaciones energéticas de los cuerpos calientes. A mano tenía la sólida termodinámica y la flamante teoría cinética de los gases. Con ellas debían coincidir los resultados experimentales que él afanosamente buscaba. Y, sin embargo, cuando las teorías matemático-ondulatorias eran aplicadas a longitudes

de onda muy reducidas, la concordancia fallaba. Mala ejecución de la experiencia, sin duda; repetición de la misma y reiteración del fracaso anterior. Y así una vez y otra. Algo erróneo había en todo ello. Bajo los rizos, hechos luego venerables por la nieve de los años, bullían ideas y más ideas, hasta cuajarlas en una genial, revolucionaria (aunque acaso enraizada en la vieja teoría corpuscular de la luz, de Newton), que pugnaba por salir a la vida y que al mismo tiempo se rezagaba humilde, por no aparecer iconoclasta, derrumbadora de una mecánica servida por una pléyade de inteligencias cumbres. Al fin, la idea brotó: "La energía no variaba continuamente: saltaba". ¿Cómo? No lo sabía, pero saltaba. La contrahuella de los escalones quedaba fija y medida. $h\nu$. Aquí, ν era la frecuencia de las vibraciones, ondas, oscilaciones—lo que fueran—, que llenaban la ciencia de entonces, y h era su constante, la que tanto le costó medir, la que valoraba en 6.624×10^{-27} ergios segundo. La energía variaba así: $E - E' = h\nu$.

Pequeña, muy pequeña, era su constante; pero a la vista de su microscopio intelectual era realmente infinita respecto al imperante símbolo dE .

Conmoción grande produjo en el mundo científico la hipótesis de Plank; la energía (y ya todo) variaba discretamente, por pedacitos minúsculos, que él llamó *cuántos*, pero pedacitos al fin, medibles y calculables. Y si era cierta la pequeñez de estos *cuántos*, no lo era menos la insignificancia de las magnitudes que empezaban a jugar en la novísima física de aquellos días. Roentgen, Becquerel, los Curie, manejaban radiaciones cuyas longitudes de onda, en las hipótesis ondulatorias al uso de la época, andaban por el orden de 10^{-9} centímetros. Si el mundo que aparecía a los ojos de la ciencia era microscópico, justo era también que las nuevas magnitudes a jugar en ese mundo lo fueran. Buena prueba de ello era que el propio Plank hallaba concordancia entre las teorías ya existentes y sus experiencias, cuando éstas podían considerarse como a "gran escala", y era precisamente al tratar con las radiaciones oscuras, fuera de la luz visible, cuando las exigencias de mayor precisión le llevaban a buscar nuevas ideas y minúsculas magnitudes.

La eminencia en boga por aquellos días, Einstein, recogió las ideas de Plank y las hizo suyas, incorporándolas a su reciente teoría de la

relatividad, que en el fondo arrancaba de iguales ansias que las de Plank. Si los orígenes de la energía natural habían de ser, lógicamente, los últimos elementos de la Naturaleza, y éstos eran pequeñísimos, como la energía no podía anularse en su propia fuente, era forzoso que aquello que se juzgaba como masa insignificante habría de estar animado de velocidades ingentes. Y cuando tales velocidades aparecían, ¿era lícito seguir con las mismas expresiones del movimiento que cuando, en la mecánica clásica, se manejaban velocidades que pudiéramos llamar normales? Desde luego, no, y Einstein ahondó en las referencias del movimiento, y en la simultaneidad de los sucesos, y en la modulación de las masas, y en las velocidades inmensas, afectas no como las astronómicas, a masas enormes, sino a masas insignificantes. Y estableció sus teorías de la relatividad restringida y de la generalizada, que no rompieron con la mecánica clásica, pero sí la modificaron hondamente. El camino era el mismo, pero enormemente prolongado: hasta aquí, hasta lo que pudiéramos llamar normal, Newton, Maxwell, Hamilton, lo clásico; más allá, Einstein. Sin embargo, Plank no era que fuese más lejos o más cerca por la ruta trazada: era que rompía con ella. Daba el salto de energía: $h\nu$. ¿Cómo? ¡Ah!, en ello radicaba el misterio; pero el salto existía, y nada concebía entre escalón y escalón.

Entre la sorpresa, un tanto socarrona, de la mayoría de los sabios, y ante la incorporación especulativa que Einstein hacía de las ideas de Plank a las suyas, otro físico eminente, lord Rutherford, metido de lleno en hipótesis atómicas, en las que ya se vislumbraba en el átomo un núcleo eléctricamente positivo y unos corpúsculos negativos, los electrones, concibió reducir inmensamente el macrocosmos que Copérnico descubrió, Kepler midió y Newton reglamentó, para forjar en su mente un microcosmos análogo, formando el átomo: un núcleo positivo, el sol y una serie de planetas, los electrones negativos girando a su alrededor. Órbitas circulares, fuerzas centrales, masas proporcionadas, giros rapidísimos y energía atómica en todo el conjunto, siguiendo las leyes clásicas de la mecánica conocida. Pero, ¡ah!, que aquella ingeniosa concepción de Rutherford encontraba tan a simple vista dificultades tan enormes, que estaba condenada a nacer muerta. Porque allí estaban vivas las brillantes teorías elec-

tromagnéticas avaladas por magnífica experiencia, y aquellos electrones, cargados negativamente y girando en forma tan vertiginosa, habían de producir forzosamente campos eléctricos y magnéticos, lo que equivalía a decir que irradiaban energía, y una masa circularmente giratoria que pierde energía reduce—según la mecánica clásica—necesariamente el radio de su órbita y la atracción que el núcleo ejercía sobre los electrones, inversa del cuadrado de la distancia, se acrecentaba, según Newton, y el electrón debía de acabar fatalmente por caer sobre el núcleo, parar su movimiento y con él su vida. Este cadáver multiplicado por billones, trillones... de casos sería la muerte de todo el Universo, lo que, por fortuna, ni ocurría ni ocurrió.

Fué entonces cuando un discípulo de Rutherford, el eminente físico danés Niels Bohr, recogiendo las enseñanzas de su maestro y contando con la revolución que Plank había capitaneado, salvó las ideas del microcosmos, concibiéndolo de la siguiente manera: para Bohr, un átomo era también un sistema planetario, con su sol central, un núcleo positivo y los electrones, nuevos planetas, recorriendo órbitas circulares alrededor de aquél. ¿Por qué no se "caían" éstos, como en el átomo de Rutherford? Porque la mecánica clásica se confundía, por no decir se engañaba. La energía de un corpúsculo giratorio no variaba de modo continuo—Plank lo había asegurado—, sino por *cuántos*, de valor $h\nu$. Así, pues, un corpúsculo podía seguir girando eternamente en tanto su energía no variase en un *cuánto*. Ello le inducía a establecer su primer postulado *de las órbitas estacionarias*, que envuelve el concepto que acabamos de exponer: el corpúsculo puede estacionarse girando en su órbita, con una periodicidad que es la frecuencia ν , en tanto la energía del mismo no suba ni baje un *cuánto*. El valor de este *cuánto* depende sólo de ν , de la rapidez del giro corpuscular. Y si la energía del corpúsculo aumenta o disminuye en uno o más *cuántos*, ¿qué pasa? ¡Ah!, entonces el corpúsculo salta desde la órbita en donde estaba a otra de mayor o menor radio, la correspondiente a su nueva energía, y allí se queda hasta que otra causa energética produzca una nueva alteración. Esta idea llevó a Bohr a establecer su segundo postulado, el de la *condición de frecuencia*. Es decir, que el corpúsculo debe ocupar la órbita co-

respondiente a la frecuencia de su giro o, lo que es lo mismo, a su energía.

Consecuencia de estos dos postulados es que como la energía varía por números enteros de *cuántos*, las órbitas posibles para el corpúsculo no pueden ser las infinitas que de modo continuo acepta la mecánica clásica, sino una serie seleccionada de ellas, que así reciben el nombre de "órbitas permitidas" u "órbitas posibles".

Cuando el salto electrónico se produce con desprendimiento de energía da origen a una emisión de luz monocromática y aparece una raya en el espectro, característica del elemento de que se trata. Como los átomos se cuentan por números inmensos, las transiciones de unas órbitas a otras se refuerzan en aquellas emisiones de luz monocromática y se hacen francamente visibles.

El aumento cuántico de la energía de un átomo no era, según Bohr, ilimitado, pues a medida que los electrones describen órbitas de mayor radio se aproximan a una especie de zona de liberación, y llega un momento en que el electrón, venciendo la acción atractiva del núcleo, se desliga de éste y se desprende del átomo, que así queda desnivelado eléctricamente, pues si en estado normal era neutro, por igualarse la carga positiva del núcleo con la negativa que suman todos los electrones, el desprenderse uno de éstos hace que el átomo tenga un predominio positivo. En estas condiciones, si el átomo era de hierro, por ejemplo, sigue siendo de hierro (pues la esencia del elemento está en el núcleo, que no ha variado), pero en condición distinta de la normal. Se dice que el átomo está *ionizado*, es un *ión*, de hierro en este caso, apto para volver a saturarse eléctricamente y quedar de nuevo en estado neutro. En tales condiciones, el átomo está a punto de asociarse, de combinarse con otro, para formar una molécula. Este mecanismo, puramente electrónico, es el que rige la actividad química, y por eso, con las ideas microcósmicas del modelo atómico de Bohr se podía intuir una serie de fenómenos químicos. Los electrones se pueden suponer agrupados en diversas capas, rodeando al núcleo, y estas capas pueden, a su vez, considerarse saturadas cuando en ellas no *caben* (por decirlo así) más electrones, o incompleta cuando son capaces de albergar alguno o algunos más de aquellos corpúsculos. Cuando la capa exterior del átomo está saturada de electrones,

el cuerpo correspondiente no tiene ansias de nuevas asociaciones, no muestra afinidad por otros cuerpos y se hace *gas noble*: Neon, Criptón, Xenón... En cambio, cuando la capa es incompleta, el cuerpo muestra aquellas ansias, tiene *valencias* y da origen a la afinidad química, que en grados diversos manifiestan todos los elementos, a excepción de aquellos gases.

Para todo lo expuesto servía y sirve maravillosamente el modelo atómico de Bohr, modificándolo y complicándolo convenientemente con órbitas elípticas (Sommerfeld), introduciendo modalidades más afinadas en el movimiento de los electrones, traducidas en nuevas manifestaciones cuánticas, pero conservando siempre la idea corpuscular de la materia y el concepto de la variación discreta de la energía.

Otros fenómenos apoyaron valientemente la noción corpuscular expuesta. Así, el fotoeléctrico, consistente en el hecho de que al incidir la luz sobre un cuerpo se desprenden electrones de este último. Ello se explicaba claramente definiendo el rayo de luz como la sucesión de una serie de corpúsculos luminosos pequeñísimos, llamados *fotones*, sometidos a los principios energéticos cuánticos establecidos por Plank y Einstein. Estos fotones, al llegar al cuerpo, chocan con los electrones, cediendo a éstos parte de su energía cinética y desplazándolos. La explicación era fácil, y la idea corpuscular se arraigaba, tanto más cuanto que una consecuencia del fenómeno fotoeléctrico es que al mismo tiempo que el electrón se desplaza por el empujón recibido, el fotón debe sufrir después del choque una modificación en su energía, ya que cedió parte de ella al electrón. ¿Qué deberá ocurrir? Sencillamente, lo siguiente: el fotón, antes de incidir en el cuerpo, traía una energía del orden de $h\nu$, y siendo ν la frecuencia de la luz incidente, después del choque aquella energía será menor, valdrá $h\nu' < h\nu$, y, por tanto, la frecuencia de la luz reflejada será más pequeña que la de la incidente, o, lo que es lo mismo, la longitud de onda λ que corresponde a aquélla será mayor que la que tenía la luz antes de chocar. Así, una luz invisible, por ser su λ menor que la correspondiente al borde del espectro visible, el violeta, puede hacerse visible al reflejarse como hemos dicho. Es más: la disminución de frecuencia o el aumento de longitud de onda dependerán, en el choque, del ángulo que formen las direcciones incidente y re-

flejada, y será independiente de la longitud de onda incidente. Así lo acusaba la experiencia y así debía ocurrir, según demostró Compton, quien, por su interesantísimo estudio del fenómeno, mereció que se conozca a éste con el nombre de "efecto Compton".

Más cosas hay que abonan la teoría corpuscular, pero con las arriba expuestas bastan para comprender la enorme influencia que ejerció sobre muchas mentes destacadas.

Hasta aquí el anverso, pero también hay un reverso. No todo se explica en la física con los corpúsculos. La luz se difracta. Cuando se hace atravesar una corriente de fotones considerada como una sucesión rectilínea de corpúsculos por una reja muy fina, en la que la distancia entre barrotes fuera muy pequeña, del orden de 10^{-5} cm., es decir, del de la longitud de onda de la luz, visible, debiera ocurrir que por los huecos de la reja pasasen los rayos rectilíneos y en los barrotes de separación se detuvieran aquellos, dando origen, sobre una pantalla, a una proyección neta de la reja. La experiencia no confirma esta hipótesis; antes al contrario, lo que se produce en la pantalla es una serie de líneas curvas brillantes y opacas que no pueden explicarse más que suponiendo, como Huygens y Fresnel, que los rayos de luz son ondas, que estas ondas se encorvan al pasar por los huecos estrechísimos de la rejilla, contorneando los barrotes e interfiriendo unas con otras, las que salen de los diversos huecos. Cuando, al interferir, lo hacen estando en fase, se refuerzan y dan una zona franca de luz; cuando el desfase es de media longitud de onda, quedan en oposición, y la luz sobre la luz produce la oscuridad. Este fenómeno, conocido de antiguo, es la *difracción*. Aquí fallaba Bohr, puesto que la teoría corpuscular no explicaba el fenómeno.

Cuando los rayos catódicos se consideraron como formados por los electrones y los rayos X, reflejo de aquéllos, se estimaban correspondientes a longitudes de onda del orden de 10^{-9} centímetros, cupo la duda de si estas radiaciones se difractarían también. La enorme dificultad estribaba en poder arbitrar rejillas tan estrechas como las que para ello se precisaba. Laue tuvo la idea genial de pensar que la estructura cristalina atómica de los cuerpos producía una separación entre los planos cristalinos de las

redes, de un orden del tamaño de los átomos, es decir, 10^{-8} cm., y que éstos planos podían servir de rejilla para difractar los rayos X. Puesta en práctica la idea, se obtuvo un resultado asombrosamente satisfactorio, y quedó probado que la luz oscura se difractaba. La difracción se amplió a los rayos electrónicos, y todo ello afianzó en cierto modo la concepción ondulatoria de la luz, alentando su generalización, de un modo o de otro, a la materia.

El duelo onda-corpúsculo quedaba establecido, como en los viejos tiempos de Newton y Huygens, pero mucho más agudizado, pues Newton, defensor del corpúsculo, sentía una devoción por la continuidad, por su cálculo y por su mecánica que predisponía su ánimo en forma bien distinta a la que inspiraba Plank estableciendo su teoría cuántica.

No se demuele tan fácilmente, sin embargo, la tarea científica de siglos, y la mecánica clásica encontró y encontrará siempre magníficos paladines que la defiendan contra las más audaces revoluciones, aun cuando fueran patrocinadas por genios tan sólidamente intuitivos como eran Plank y Bohr. Entre los caballeros de la continuidad destacó rápida y brillantemente el talento de De Broglie. A las terribles y humanas dudas sobre lo intrínseco de las cosas, matemática y mecánicamente vistas por Heisenberg en su "Principio de la indeterminación", no quiso De Broglie añadir la disensión interna "onda-corpúsculo", agravada por el hecho de poner en trance de entredicho los conocimientos a fuerza de tantos sudores y desvelos adquiridos. Puso De Broglie todo el tesón de su ciencia en desbrozar lo que de fantástico pudiera tener el modelo atómico de Bohr y en recoger, dentro del seno de la mecánica ortodoxa, las atrevidas intuiciones del gran físico danés, que habían probado tener una eficacia en la experiencia. No podía ser que los electrones danzasen por unas órbitas, con arreglo a leyes clásicas de la mecánica, y al propio tiempo se atentase gravemente contra esta mecánica negando la continuidad de la energía.

El corpúsculo debía vivir, la onda también; sobraban los recorridos por unas órbitas que no podían definirse, los giros electrónicos que carecían de sentido, las corrientes rectilíneas de electrones para propagar su movimiento... *El corpúsculo, sí; pero distribuido ondulatoriamente.* Aquí estaba la clave para hermanar lo que

tanto luchaba. Los corpúsculos están en nubes, y dentro de ellas se agrupan en enjambres con formas ondulatorias. La matemática proporciona las ecuaciones de estas ondas, las proporcionó siempre; pero ¿cómo interpretarlas en la organización elemental de la materia? Y aquí del genio de De Broglie: las diversas ordenadas de una onda, sus amplitudes sucesivas y continuas, miden la probabilidad de que un electrón se halle en el sitio correspondiente a la abscisa. De este modo no puede saberse exactamente dónde está un electrón, pero sí decirse, "probablemente estará allí, más probablemente estará donde la amplitud de la onda, dada por la matemática, sea máxima". Ello quiere decir que la densidad electrónica es máxima donde la amplitud de la onda lo es, y mínima donde la onda anula su ordenada. Este concepto ingeniosísimo asocia los corpúsculos a las ondas, respetando los cálculos clásicos e incorporando las ideas cuánticas, ya que (expresándonos en la forma más vulgar) para encajar especialmente en una figura una continuidad ondulatoria hay que ajustar un número tal de ondas que hagan que la longitud de una de ellas sea un submúltiplo de la magnitud espacial considerada. Este submúltiplo entraña la necesidad de un cierto número entero de longitudes de ondas, y este número entero enlaza con la idea de la cuantificación.

Veamos del modo más elemental posible la relación de las ideas que forman estas nuevas teorías.

Aceptado que los electrones sean corpúsculos y que poseen propiedades ligadas a las ondas, De Broglie asocia a un rayo de electrones, de velocidad u y de masa m , una onda, cuya longitud viene dada por la relación

$$\lambda = \frac{h}{mu}$$

siendo h la constante de Plank.

Al referirnos a la luz, donde las partículas son los *fotones*, podemos decir que éstos tienen una energía $h\nu$ para una luz en que ν sea la frecuencia. De otra parte, la intensidad de la luz, que va de acuerdo con la densidad de los fotones en un punto dado, está relacionada con la amplitud de la onda en el mismo punto, siendo proporcional al cuadrado de esta amplitud. Ahora bien; los electrones se difractan, análogamente a los fotones, y ello conduce a apli-

car a aquéllos la misma teoría ondulatoria de la probabilidad de estar, que es también proporcional al cuadrado de la amplitud de la onda. De la ecuación

$$\lambda = \frac{h}{mu}$$

deducimos que al acelerarse un electrón aumenta u y varía λ ; es decir, que si un electrón se mueve en un campo de potencial variable, la onda asociada está variando continuamente. Esto apenas es apreciable cuando la variación de potencial tiene lugar en grandes distancias, y entonces el electrón se mueve como una partícula sometida a las leyes de la mecánica clásica; pero cuando el cambio aquel se verifica en distancias de orden de la longitud de onda aparecen nuevos fenómenos, que exigen una profunda modificación de aquella mecánica y que han dado origen, en las mentes de De Broglie y Schroedinger, a la llamada "mecánica ondulatoria", o "nueva teoría cuántica", ya que en ella se integran las leyes clásicas mecánicas—para distancias morales—con las nuevas que rigen en distancias ínfimas y los modernos conceptos cuánticos.

La manera de abordar el problema del movimiento de un rayo de electrones en un campo de fuerzas variable (caso de la mecánica ondulatoria) es asimilarlo al problema del paso de un rayo de luz por un medio de índice de refracción variable. Ello conduce al establecimiento de una ecuación diferencial de onda, que proporciona la que va asociada al electrón de energía $h\nu$.

El problema general del movimiento de un electrón en un campo de fuerzas variable se establece a base de un principio clásico de la mecánica descubierto por Maupertuis en el siglo XVIII, que dice que el camino que recorre una partícula de energía total E entre dos puntos A y B rodeados por aquel campo es el que proporciona un valor mínimo para la integral

$$\int_A^B 2K dt,$$

siendo K la energía cinética de la partícula. La magnitud representada por la integral de Maupertuis se denomina "acción", cuyas dimensiones son ML^2T^{-1} , y el principio de este autor se llama de "la mínima acción".

Cuando se trata de un rayo de luz, el problema de encontrar el camino que recorre entre dos puntos a través de un medio de índice de refracción variable se establece también sobre un concepto análogo al anterior: el principio de Fermat, que dice que el tal camino será aquel para el cual se hace mínima la integral

$$\int_A^B \frac{ds}{v}$$

siendo ds un elemento del camino y v la velocidad, lo que hace a la integral homogénea con un tiempo, por lo que el principio de Fermat se llama también del "tiempo mínimo".

La correspondencia entre la variación del índice de refracción en el problema óptico y del potencial en el campo de fuerzas variable en el problema mecánico puede establecerse de una forma matemática y precisa, y así fué observado hace muchos años por Hamilton, pensándose entonces que acaso no era sino una coincidencia matemática interesante.

De aquella coincidencia dedujeron De Broglie y Schroedinger la base de su mecánica ondulatoria.

El principio de Fermat, del tiempo mínimo, informaba la óptica geométrica. El de Maupertuis, de la mínima acción, representaba la mecánica clásica. De la óptica geométrica se pasó clásicamente a la teoría ondulatoria de la luz muchos años ha. Esta teoría no mejoraba la óptica geométrica cuando los problemas eran sencillos; pero cuando la variación del índice de refracción del medio tenía lugar en distancias del orden de la longitud de onda, interpretaba y predecía fenómenos (dispersión, difracción, etcétera) que la óptica geométrica no alcanzaba.

¿No podría desarrollarse una evolución análoga para la mecánica clásica, encarnada en el principio de Maupertuis, con objeto de llegar a una mecánica ondulatoria que se amoldase al movimiento de partículas en campos de fuerzas variando en distancias del orden de las longitudes de ondas? He aquí la clave del ingeniosísimo método seguido por De Broglie y Schroedinger para establecer su nueva mecánica, que no destruía, antes bien la ampliaba fecundamente, a la mecánica clásica. Siguiendo por este camino llegaron a unas ondas hipotéticas cuya velocidad teórica de propagación, llamada "ve-

locidad de fase", resultaba ser mayor que la de la luz. Esto quería decir que el cálculo daba ecuaciones de ondas intelectualmente asociables a las partículas, pero que tales ondas no tenían realidad física alguna, ya que nada en la Naturaleza (Einstein) puede viajar a velocidades superiores a la de la luz. La matemática triunfaba, pero aún le faltaba algo para asociarse a la física: no era todavía *consistente*. Había que condicionar las ecuaciones de onda en forma tal que su velocidad fuera adaptable a un electrón; en ello radicaba hacer, para este caso, *consistente* a la matemática.

La ecuación de ondas de Schroedinger lo consiguió. Esta ecuación es de la forma

$$\Delta^2\psi + \frac{8\pi^2m}{h^2} (E - W) \psi = 0,$$

en la que ψ es una función compleja de la forma $\psi = a + ib$, expresiva de "algo que vibra" (no han podido ir más allá los sabios defensores de la mecánica ondulatoria), siendo a y b funciones periódicas sinusoidales defasadas un cuarto de período.

$$\Delta^2\psi = \frac{\delta^2\psi}{\delta x^2} + \frac{\delta^2\psi}{\delta y^2} + \frac{\delta^2\psi}{\delta z^2}$$

es el operador de Laplace, m la masa de la partícula, E la energía total de la misma, W la potencial y h la constante de Plank.

Esta ecuación tiene numerosas soluciones, y la que hay que buscar es aquella que represente algo físicamente posible. En los casos en que esta solución representa un estado estacionario (Bohr), las condiciones que hay que cumplir radican en que la longitud de onda debe estar relacionada sencillamente con alguna longitud que entraña el problema. Así, por ejemplo, en un estado estacionario de forma circular serán aceptables únicamente las soluciones que cumplan la condición de dar longitudes de onda del tipo

$$\lambda = \frac{2\pi r}{n},$$

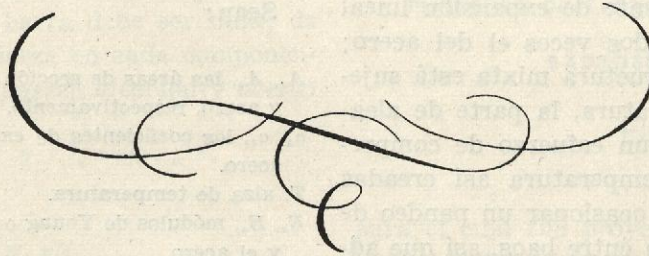
siendo n un número entero, un *número cuántico*, en resumen (Plank). Encajadas las ideas del corpúsculo y de la onda en las normas de la nueva mecánica, las consecuencias favorables

son obvias. La revolución no es ya revolución, pues todo lo aprovechable de ella es asimilado por el orden preestablecido. La concordia entre lo ya existente y lo nuevo es, como toda paz, fecunda, y de los conocimientos consolidados se deducen no solamente los descubrimientos pasados, antiguos y modernos, sino que se infieren y se prevén nuevos fenómenos, alentando más y más las inagotables ansias científicas.

El partido queda suspendido, ya que no terminado, pues entre las nuevas ideas flotan aún conceptos, como el ya apuntado de "algo que vibra", que claramente anuncian la continuación del campeonato.

¿Quién ganó este encuentro reseñado? Nadie. Bien podemos decir que hubo un empate, en el que si los precursores, Plank y Bohr, se apuntaron muchos tantos con la genial visión de los acontecimientos inesperados, los defensores de la ortodoxia mecánica, De Broglie y Schroedinger, marcaron para ellos un tanto por cada uno de los que lograban los contrarios. En lo ignoto de las primeras causas, Dios presidía el "match".

El espectador, extasiado ante la genialidad del encuentro, sólo puede y debe decir, pensando siempre en seguir de cerca el campeonato, con éste o parecido equipo: ¡Qué sublimes, qué grandes los cuatro!



Proyecto de estructura del buque con aleaciones ligeras

POR

W. MUCKLE, M. SS.

EXTRACTADO Y COMENTADO POR

X

(CONTINUACIÓN.)

FUERZAS DEBIDAS A CAMBIOS DE TEMPERATURA.

Un problema a que hasta ahora no nos hemos referido en este estudio es el de las fuerzas que se desarrollan en la parte de aleación de una estructura mixta, debidas a un cambio de temperatura. El coeficiente de expansión lineal de la aleación es casi dos veces el del acero; así que cuando una estructura mixta está sujeta a un alza de temperatura, la parte de aleación se ve sometida a un esfuerzo de compresión. Las cargas de temperatura así creadas pueden ser suficiente a ocasionar un pandeo de las planchas de cubierta entre baos, así que adquiere importancia investigar los máximos esfuerzos probables a aparecer. Debe comprenderse que cualquier teoría para calcular las fuerzas debidas a cambios de temperatura puede determinar solamente el cambio de cargas por cambio de temperatura, y el total esfuerzo dependerá del inicial en la estructura antes que tuviese lugar el cambio de temperatura.

Consideremos dos casos:

- La estructura entera pasa de una temperatura uniforme a otra también uniforme.
- La estructura está sometida a un alza no uniforme de temperatura. En el caso se supone que el aumento de temperatura es proporcional a la altura sobre la quilla de la parte

de estructura en cuestión; esto es, la estructura está sujeta a un gradiente lineal de temperatura.

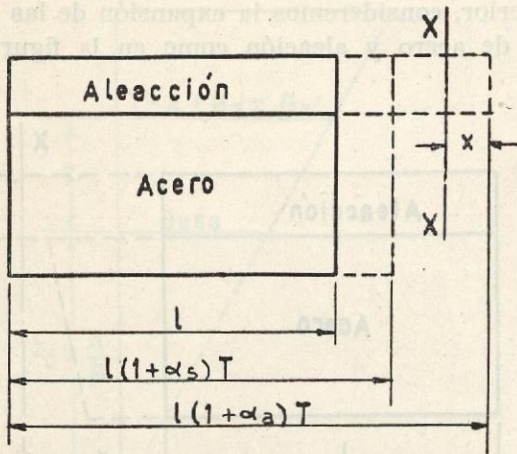
Caso a). *Alza uniforme de temperatura.*—Consideremos una barra mixta, como la representada en la figura 5.

Sean:

- A_a, A_s , las áreas de sección de las porciones de aleación y acero, respectivamente.
 α_a, α_s , los coeficientes de expansión lineal de aleación y acero.
 T , alza de temperatura.
 E_a, E_s , módulos de Young o de elasticidad de la aleación y el acero.
 l , la original longitud de la barra compuesta.

Supondremos que las secciones planas permanecen planas durante el alza de la temperatura y que cuando viene la flexión se mantiene la usual teoría. Si las porciones de aleación y acero de la barra pudieran expandirse libremente, la longitud de la primera vendría a ser $l(1 + \alpha_a)T$, y la del acero, $l(1 + \alpha_s)T$. La diferencia entre las dos longitudes es $lT(\alpha_a - \alpha_s)$. Como la barra no puede variar libremente, asumirá una posición tal como la representada por XX en la figura 5; el efecto de flexión debido a la desigual expansión es, de momento, ignorado. La porción de aleación es compri-

mida una cantidad x desde la posición "libre", mientras que la porción de acero se extiende a la cantidad $lT (\alpha_a - \alpha_s) - x$.



Expansión lineal de barra mixta

FIG. 5

Por consiguiente, las deformaciones de las dos componentes son:

Deformación en la parte de aleación = x/l .

Deformación en la parte de acero = $T (\alpha_a - \alpha_s) - x/l$.

Ahora, la fuerza total sobre cualquier sección transversal de la barra debe ser nula; de modo que si P es la fuerza en cada componente y f_a y f_s son las fatigas en aleación y acero:

$$P = f_a A_a = f_s A_s \quad \text{y} \quad f_s = f_a A_a/A_s$$

También:

$$f_a = E_a x/l$$

y

$$f_s = E_s [T (\alpha_a - \alpha_s) - x/l]$$

luego

$$f_a A_a/A_s = E_s [T (\alpha_a - \alpha_s) - f_a/E_s]$$

así que:

$$f_a [A_a/A_s + E_s/E_a] = E_s T (\alpha_a - \alpha_s)$$

$$f_a = \frac{E_s T (\alpha_a - \alpha_s)}{A_a/A_s + E_s/E_a} = \frac{E_s T (\alpha_a - \alpha_s)}{(A_a/A_s) (E_s/E_a) + 1}$$

de igual modo:

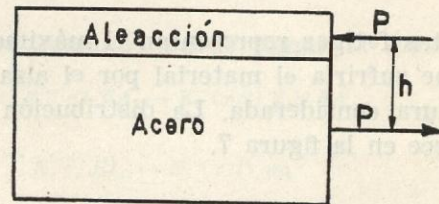
$$f = \frac{E_s T (\alpha_a - \alpha_s)}{(A_a/A_s) (E_s/E_a) + 1}$$

La fuerza P , en la aleación es de compresión y en la de acero es de tensión; pero como no actúan en la misma línea recta, se crea un momento de flexión que tiende a aliviar la parte de aleación de algún esfuerzo de compresión. Suponiendo las dos fuerzas P actuando a través de sus respectivos centroides de las porciones de aleación y acero, sus líneas de acción, que están separadas una distancia h , como en la figura 6, el momento de flexión es Ph . Si y es la distancia del eje neutro a cualquier parte de la estructura y I el momento de inercia de la sección de acero equivalente, tendremos:

Esfuerzo de flexión en la parte de acero (Phy/l)

Esfuerzo de flexión en la parte de aleación $(Phy/l) (E_a/E_s)$

Como ejemplo, supongamos los esfuerzos por un alza de temperatura de 100° F en el buque



Momento de flexión debida a una expansión restringida.

FIG. 6

para el cual fué proyectada una estructura de aleación. Para este buque, los datos son los siguientes:

A_a (un lado)	483,3 pulg. ² .
A_s (un lado)	1,991,1 ídem.
Centroide de la parte de aleación sobre la línea base	62,7 pies.
Centroide de la parte de acero sobre la línea base	23,6 ídem.
α_s	0,0000067 por grado F.
α_a	0,0000127 ídem íd.
$\alpha_a - \alpha_s$	0,000006 ídem íd.

Carga directa en la aleación:

$$\frac{4,500 \times 100 \times 0,000006}{1 + (1/3) (483,3/1,991,1)} = 2,5 \text{ tons. por pulg.}^2$$

Carga directa en el acero:

$$2,5 \times \frac{483,3}{1,991,1} = 0,61 \text{ tons. por pulg.}^2$$

Momento de flexión:

$$2 \times 2,5 \times 483,3 (62,7 - 23,6) = 94,200 \text{ tons. pies.}$$

Carga de flexión en la cubierta de aleación:

$$\frac{94,200 \times 37,1}{2,146,812 \times 3} = 0,54 \text{ tons. por pulg.}^2$$

Carga de flexión en la quilla:

$$\frac{94,200}{2,146,812} \times 26,5 = 1,16 \text{ tons. por pulg.}^2$$

Fatiga neta en la cubierta C:

$$- 2,50 \quad 0,54 = - 1,96 \text{ tons. por pulg.}^2$$

Fatiga neta en la quilla:

$$0,61 - 1,16 = - 0,55 \text{ tons. por pulg.}^2$$

Estas fatigas representan el máximo absoluto que sufriría el material por el alza de temperatura considerada. La distribución de ellas aparece en la figura 7.

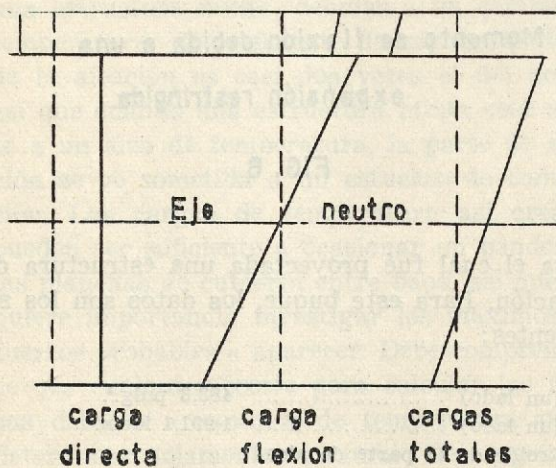
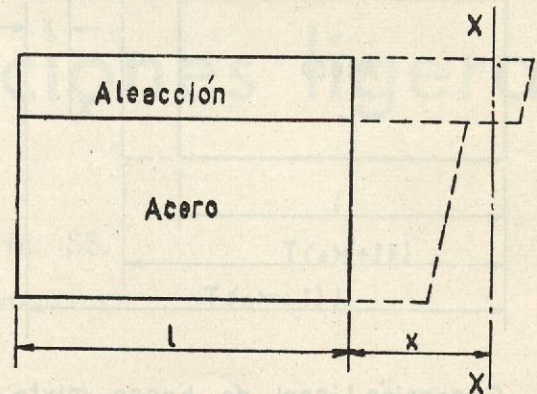


FIG. 7

Caso b). *Gradiente lineal de temperatura.*— Supongamos que el alza de temperatura, T , sobre la inicial está representada por la ecuación $T = A + Bz$, en que A y B son constantes y z es la altura encima de la base. Esta interpretación está más acorde con la situación crea-

da por condiciones climatológicas, ya que la temperatura en el fondo del buque será aproximadamente la del mar, en tanto que en las partes superiores será mayor. Como en el caso anterior, consideremos la expansión de las partes de acero y aleación como en la figura 8.



Expansión debida á aumento lineal de temperatura

FIG. 8

Como la libre expansión no está permitida, la barra adoptará una posición media representada por X . Se supone que en esta situación todas las fibras tienen la misma longitud, así que las secciones en el plano vertical permanecen planas y perpendiculares al eje longitudinal, como antes. Si la longitud final de la barra mixta es $l + x$, tendríamos:

$$= \{ l [1 + \alpha_s (A + Bz)] - (l + x) \} \frac{x/l}{=} \\ = \alpha_s (A + Bz) - x/l$$

y en el acero:

$$= \{ (l + x) - l [1 + \alpha_a (A + Bz)] \} \frac{x/l}{=} \\ = x/l - \alpha_a (A + Bz)$$

Estos valores, multiplicados por los respectivos módulos de elasticidad, dan las fatigas correspondientes, y como la total fuerza sobre una sección debe ser nula:

$$\Sigma E_s [\alpha_s (A + Bz) - x/l] dA_s = \Sigma E_a [x/l - \alpha_a (A + Bz)] dA_a$$

Como preliminar para evaluar estas sumas notaremos que cuando T es cero, $z = - A/B$; y

si este valor de z , que llamaremos z_0 , debe ser tomado hacia abajo de la línea base en el eje vertical, como en la figura 9, la distribución li-

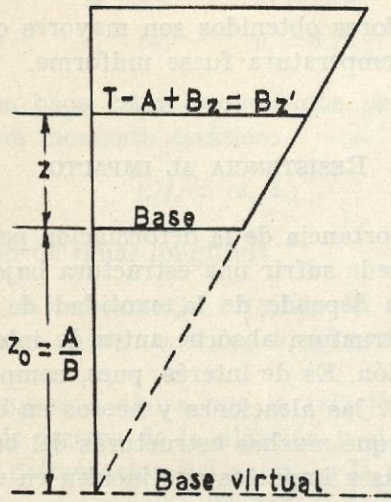


Diagrama de posición de la base virtual.

FIG. 9

neal de temperatura puede ser representada por $T = 3 z'$, en la que z' es la distancia de cualquier punto de la barra desde la línea base virtual así obtenida. Las sumas ahora toman la forma:

$$\sum E_a (\alpha_a Bz' - x/l) dA_a = \sum E_a (x/l - \alpha_a Bz') dA_a$$

El primer miembro puede escribirse así:

$$E_a \alpha_a B \sum z' dA_a - E_a (x/l) \sum dA_a$$

El primer término es simplemente el momento con respecto a la base virtual del área seccional de la parte de aleación de la estructura, sea m_a ; y el segundo término es el área seccional de la aleación. La fuerza total en la porción de aleación puede, por tanto, ser expresada en la forma:

$$E_a \alpha_a B m_a - E_a A_a x/l$$

De un modo similar, la fuerza de la porción de acero es:

$$E_s A_s x/l - E_s \alpha_s B m_s$$

e igualando las dos expresiones tendremos, tras una breve transformación:

$$x/l = B (\alpha_s m_s E_s + \alpha_a m_a E_a) / (E_s A_s + E_a A_a)$$

Una vez hallado x/l podemos determinar las fatigas en las partes de aleación y acero.

Fuerza de compresión en la aleación a la altura z sobre la base:

$$E_a [\alpha_a (A + Bz) - x/l]$$

Fuerza de tracción en el acero a la altura z sobre la base:

$$E_s [x/l - \alpha_s (A + Bz)]$$

Del mismo modo que anteriormente las dos fuerzas constituyen un par equivalente a un momento flector, el efecto del cual es causar a la barra un quebranto, lo que alivia algo de compresión a la aleación; el momento de esta parte, esto es, el momento flector, puede evaluarse sumando los momentos de las fuerzas elementales con relación a un eje conveniente, y la base virtual puede servir para tal propósito. El momento total está dado por:

$$M = \sum E_a (\alpha_a Bz' - x/l) z' dA_a + \sum E_s (x/l - \alpha_s Bz') dA_s$$

El primer sumando puede tomar la forma:

$$E_a \alpha_a B \sum z'^2 dA_a - E_a (x/l) \sum z' dA_a$$

o

$$E_a \alpha_a B I_{a'} - E_a (x/l) m_a$$

en donde $I_{a'}$ es el momento de inercia con respecto a la base virtual del área seccional de la parte de aleación.

El segundo sumando se transforma de igual modo, y tendremos finalmente:

$$M = E_a \alpha_a B I_{a'} - E_a (x/l) m_a - E_s \alpha_s B I_{s'} + E_s (x/l) m_s$$

Cuando se ha determinado este momento pueden hallarse las fuerzas de flexión en las diversas partes de la estructura.

Como un ejemplo, suponemos un buque para el que los cálculos han sido facilitados, y supongamos un gradiente de temperatura que da un alza de 100° F en la cubierta más alta y 40° F en el fondo del buque.

El puntal hasta la cubierta más alta es de 63,6 pies; así que:

$$B = 60/63,6 = 0,942.$$

$$T = 40 + 0,942 z.$$

$$z = -40/0,942 = -42,5 \text{ pies.}$$

$$m = (\text{un lado}) = 483,3 (62,7 + 42,5) = 50.700 \text{ pulgadas cuadradas por pie.}$$

$$m = (\text{un lado}) = 1.991,1 (23,6 + 42,5) = 132.000 \text{ pulgadas cuadradas por pie.}$$

en la que

$$\begin{array}{lll} A_s = 1.991,1 & A_a = 483,3 & B_a = 0,942. \\ a_s = 0,67 \times 10^{-3} & a_a = 1,27 \times 10^{-3} & m_s = 50.700. \\ E_s = 13.500. & E_a = 4.500. & m_a = 132.000. \end{array}$$

Usando estos valores hallamos que $x/l = 0,00048$; así que la fatiga en la cubierta C de aleaciones es:

$$4.500 [0,0000127 \times 100 - 0,00048] = 3,56 \text{ tons. por pulg.}^2 \text{ (compresión).}$$

La fatiga en el fondo de la parte de aleación es:

$$4.500 [0,0000127 (40 + 0,942 \times 55,6) - 0,00048] = 3,13 \text{ tons. por pulg.}^2 \text{ (compresión).}$$

Fatiga en el tope de la estructura de acero:

$$13.500 [0,00048 - 0,0000067 \times 92,4] = 1,88 \text{ toneladas por pulg.}^2 \text{ (compresión).}$$

Fatiga en el fondo de buque:

$$13.500 [0,00048 - 40 \times 0,0000067] = 2,86 \text{ toneladas por pulg.}^2 \text{ (tensión).}$$

Además:

$$\begin{array}{l} I_s \text{ (un lado)} = 3,06 \times 10^6 \text{ pulgadas cuadradas por pie.} \\ I_a \text{ (un lado)} = 11,4 \times 10^6 \text{ ídem íd.} \end{array}$$

y estos valores, unidos a los de x/l y las varias constantes ya citadas, pueden servir para determinar el momento de flexión de la ecuación M ya conocida:

$$M = 2 \left\{ 4.500 (1,27 \times 10^{-5} \times 0,942 \times 0,6 \times 10^6 - 0,00048 \times 50.700) - 13.500 (0,67 \times 10^{-5} \times 0,942 \times 11,4 \times 10^6 - 0,00048 \times 132.000) \right\}$$

Debidas a este momento, se producen las fatigas siguientes:

Cubierta C de aleación:

$$\frac{122.000 \times 37,1}{2.146812 \times 3} = 0,70 \text{ tons. por pulg.}^2 \text{ (tensión).}$$

En el fondo, aleación:

$$\frac{122.000 \times 29,2}{2.146812 \times 3} = 0,55 \text{ tons. por pulg.}^2 \text{ (tensión).}$$

En el tope de la estructura de acero:

$$\frac{122.000 \times 29,2}{2.146812} = 1,66 \text{ tons. por pulg.}^2 \text{ (tensión).}$$

En el fondo:

$$\frac{122.000 \times 26,5}{2.146812} = 1,56 \text{ tons. por pulg.}^2 \text{ (compresión).}$$

Los valores obtenidos son mayores que si el alza de temperatura fuese uniforme.

RESISTENCIA AL IMPACTO.

La importancia de la deformación permanente que puede sufrir una estructura bajo cargas dinámicas depende de la cantidad de energía que la estructura absorbe antes de iniciarse la deformación. Es de interés, pues, comparar los méritos de las aleaciones y aceros en este respecto, porque muchas estructuras del buque están sujetas a impactos que inciden en un tiempo u otro.

Consideremos un bao sometido a una carga de impacto. La energía resistente almacenada en un bao es:

$$U = \int_0^l (M^2/2EI) dx$$

y si suponemos que

$$\int_0^l M^2 dx$$

puede expresarse en función del máximo momento M_{max} , se podrá decir que:

$$U \sim (M_{max})^2 l/EI$$

El momento máximo que el bao resiste sin sufrir deformación permanente está dado por $f I/y$, en donde f es la carga que corresponde al punto inicial de deformación ("yield point") o a la carga de prueba.

De aquí:

$$U \sim (f I/y)^2 l/EI$$

o

$$U \sim f^2 I/Ey^2$$

Si s es la carga antes dicha para el acero, y a es la carga antes dicha para la aleación:

$$U_s/U_a = (a/s)^2 (I_s/I_a) (l_s/l_a) (E_s/E_a) (y_s/y_a)^2$$

No es posible decir si ésta será mayor o menor que la unidad, a menos que se conozca cómo

I_a I_s están determinados. Consideremos, para mayor sencillez, dos baos rectangulares de igual ancho b y de alturas d_a d_s , respectivamente:

$$I_a \sim b d_a^3 \quad y_a = d_a/2$$

$$I_s \sim b d_s^3 \quad y_s = d_s/2$$

Si los baos están proyectados para resistir el mismo momento estático:

$$f_a/f_s = (d_a/d_s)$$

Si son de igual longitud:

$$U_a/U_s = (a/s)^2 (d_a/d_s)^2 (E_s/E_a) (d_s/d_a)^2 =$$

$$= (a/s)^2 (d_a/d_s) (E_s/E_a) = (a/s) (E_s/E_a) \sqrt{f_a/f_s}$$

Supongamos ahora que la relación entre la carga de prueba de la aleación y el punto inicial de deformación del acero es la misma que la de las resistencias límites de los dos materiales, esto es: $a/s = f_a/f_s$. La relación de las energías resistentes se convierte en:

$$U_a/U_s = (f_a/f_s)^{1.5} (E_s/E_a)$$

Con una aleación de $f = 17$ y acero de $f = 29$:

$$U_a/U_s = (17/29)^{1.5} \times 3 = 1,34$$

Se ve por este ejemplo que una estructura de aleación ligera calculada para resistir la misma carga estática que la estructura de acero es capaz de absorber más energía que la última y puede, por tanto, ser sometida a mayor carga de impacto sin daño.

Supongamos ahora las planchas de fondo entre dos plataformas. Comparando un buque todo de aleación con uno de acero, hemos visto que desde el punto de vista de la resistencia longitudinal la relación entre los espesores en los dos casos sería:

$$t_a = t_s f_a/f_s$$

Considerando, además, una faja de plancha de anchura unidad entre plataformas adyacentes y sujeta a una carga dinámica debida a la inmersión del buque en el mar. En estas circunstancias, la carga total aplicada será proporcional a S separación de las plataformas, y de aquí, la energía absorbida es también proporcional a S . La energía resistente absorbida por un bao, hasta el punto inicial de deformación, es también, según hemos visto, proporcional a la longitud; así que la energía adicional a ser absorbida por el mayor espaciado será automáticamente provista.

Y como en el caso anterior:

$$U_a/U_s = (f_a/f_s)^2 (I_a/I_s) (E_s/E_a) (y_s/y_a)^2 =$$

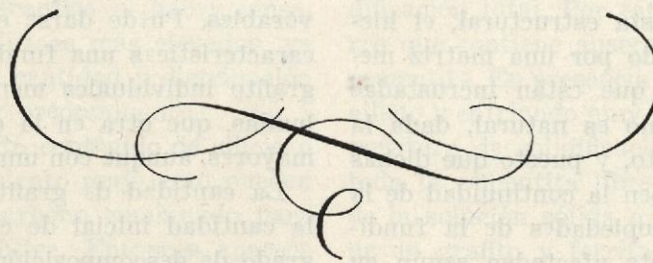
$$= (f_a/f_s)^2 \dots (t_a/t_s)^3 (E_s/E_a) (t_s/t_a)^2 =$$

$$= (f_a/f_s)^2 (t_a/t_s) (E_s/E_a) = (f_a/f_s) (E_s/E_a)$$

Con:

$$\left. \begin{matrix} f_a = 17 \\ f_s = 29 \end{matrix} \right\} U_a/U_s = (17/29) \times 3 = 1,76$$

Y es claro que en este caso también la estructura de aleación es más capaz que la de acero para resistir un impacto.



Fundiciones de alta calidad

POR

ANDRES LUNA MAGLIOLI

INGENIERO NAVAL

(CONTINUACIÓN.)

IV

RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN, LA ESTRUCTURA Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS.

Formaciones estructurales y propiedades.—El control de las propiedades del hierro fundido se hace en los talleres de fundición que cuentan con medios apropiados, interviniendo en la cantidad, tamaño y distribución de las diversas formas bajo las que se presenta el carbono. Como ya hemos dicho, el microscopio permite apreciar cuatro constituyentes fundamentales en el hierro fundido: grafito, perlita, ferrita y estea-dita.

Aunque ya hemos citado estos elementos, conviene puntualizar más acerca de su intervención sobre las propiedades de la fundición.

Desde el punto de vista estructural, el hierro fundido está formado por una matriz metálica coherente en la que están incrustadas láminas de grafito. Como es natural, dada la baja tenacidad del grafito, y puesto que dichas láminas de grafito rompen la continuidad de la matriz metálica, las propiedades de la fundición se ven grandemente afectadas según su forma, tamaño y distribución.

A causa del bajo peso específico del grafito —aproximadamente 2,25—, ocupa mucho más volumen en el metal del que se desprende del análisis gravimétrico. Así, una fundición con un

3 por 100 en peso de grafito tendría 10 por 100 o más en volumen.

En igualdad de las demás condiciones, la resistencia de la fundición es tanto menor cuanto mayores son las láminas de grafito y menos favorable su distribución. Por el contrario, hierros en los que las partículas de grafito son menudas, están uniformemente distribuídas y el contenido total de grafito es bajo, son, manteniendo iguales los demás factores, de alta resistencia, mayor dureza Brinell y mayor densidad. Los hierros de alto contenido de grafito sometidos a un proceso de enfriamiento muy lento tienen una estructura tan discontinua que se pueden apreciar a simple vista picaduras en las superficies mecanizadas. El metal alcanzará características máximas cuando todos los factores: cantidad, tamaño y distribución, sean favorables. Puede darse el caso de tener menos características una fundición con partículas de grafito individuales menudas, pero mal distribuídas, que otra en la que las partículas sean mayores, aunque con una distribución uniforme.

La cantidad de grafito presente depende de la cantidad inicial de carbono existente y del grado de descomposición en enfriamiento lento de la cementita.

En la fundición, desde la solidificación total hasta los 730°, se separa parte de la cementita disuelta a altas temperaturas en el hierro, como cementita libre, y el resto se presenta como una

solución sólida de hierro y cementita, o sea austenita. En presencia de silicio y con un enfriamiento suficientemente lento, se descompone la cementita, que da lugar, entre otros productos, al grafito.

Si esta descomposición es completa, tendremos un hierro de matriz perlítica, mientras que si es incompleta, será atruchado. Si la descomposición, tanto de la cementita libre como de la solución sólida, es completa, el hierro estará formado de ferrita y grafito exclusivamente (prescindiendo de la esteadita y otras inclusiones probablemente existentes). Si la cementita libre se descompone, pero la austenita continúa saturada al pasar por la transformación eutécticoide, se tendrá hierro perlítico constituido por perlita y grafito.

Si la descomposición de la cementita libre es parcial, resulta hierro atruchado, mientras que resulta blanco si no hay la menor descomposición.

En la mayoría de las fundiciones grises, el carbono combinado se presenta o está contenido en la matriz perlítica, formada, como es sabido, por una mezcla mecánica de láminas de ferrita y cementita. La perlita de la fundición es muy similar a la de los aceros al carbono, que, como se sabe, contiene alrededor de 0,85 por 100 de carbono combinado, mientras que la perlita de la fundición puede contener desde 0,50 a 0,90 por 100 de carbono combinado, debido a la presencia del grafito de la esteadita y a las considerables cantidades de silicio y manganeso.

La perlita tiene unos 83 kgs/mm² de resistencia a la tracción y una dureza Brinell de 200 a 225. Dadas sus características, es muy interesante que en los hierros de alta calidad la estructura interna sea la perlítica, aunque, desde luego, esto no garantiza el haber conseguido las propiedades físicas más elevadas, ya que en muchos casos la cantidad y distribución del grafito es un factor predominante.

En los hierros con alto contenido de silicio o sometidos a un enfriamiento muy lento pueden no tener el suficiente carbono combinado para alcanzar la matriz perlítica. Entonces aparece ferrita, que es blanda, dúctil y de una resistencia a la tracción de unos 34 kgs/mm², con un alargamiento de un 40 por 100. Según que la formación de la ferrita se deba a una u otra de las causas indicadas—silicio alto o enfria-

miento lento—, se presentan la ferrita y el grafito finamente subdivididos o bien se forman grandes módulos de grafito rodeados de ferrita. En la fundición gris, la continuidad de la ferrita es rota por el grafito, por lo que los hierros altamente ferríticos no son dúctiles en absoluto, aunque suelen dar más flecha estática que los de matriz perlítica a igualdad de las demás condiciones.

El carbono total se presenta en el hierro gris bajo dos formas: combinado o perlítico y libre o grafito. Así, pues, con un contenido de carbono total dado, las cantidades de perlita y grafito serán tales, que al aumentar una disminuye la otra. De aquí que los hierros ferríticos sean, a igualdad de contenido de carbono y tamaño de sección, menos resistentes que los hierros de matriz perlítica, dado su mayor contenido de grafito, que es muy poco resistente, y menor contenido de perlita, altamente resistente.

El fósforo es soluble en el hierro hasta aproximadamente un 1,7 por 100 en ausencia del carbono. Cuando el contenido del carbono es alto, como ocurre en la fundición, el fósforo es segregado por el hierro, formándose eutécticoide ternario de composición aproximada 91,19 por 100 de hierro, 6,89 por 100 de fósforo y 1,92 por 100 de carbono y de constituyentes la ferrita, el carburo de hierro y el fósforo de hierro. Al eutéctico binario de fósforo de hierro y ferrita formado al desaparecer el carbono del eutéctico, en las fundiciones grises muy fosforosas, se llama esteadita. Durante la grafitación del hierro gris, la cementita del eutéctico ternario se disuelve, obteniéndose el eutéctico binario.

La solubilidad de la cementita en la austenita saturada es de 0,85 por 100 a unos 720°, hasta de 1,7 por 100 a la temperatura de solidificación total. Por tanto, al enfriarse un hierro que contiene austenita saturada, desprende cementita. En presencia de suficiente cantidad de silicio y enfriando muy lentamente desde la temperatura de solidificación total hasta los 720°, toda la cementita libre, y en algunos casos la de la solución sólida o austenita, se descompone en grafito y ferrita. Ahora bien; si la cementita libre se ha descompuesto, pero la austenita ha llegado a los 720° con una concentración de 0,85 por 100, se producirá a esta temperatura una recalescencia, y por debajo de la misma, la austenita saturada resolverá en per-

lita. Por debajo de los 720°, la solubilidad de la cementita en el hierro es despreciable, y ya no puede existir en el hierro en solución sólida como austenita. Por tanto, precipita en forma de láminas en una matriz ferrítica, o sea perlita.

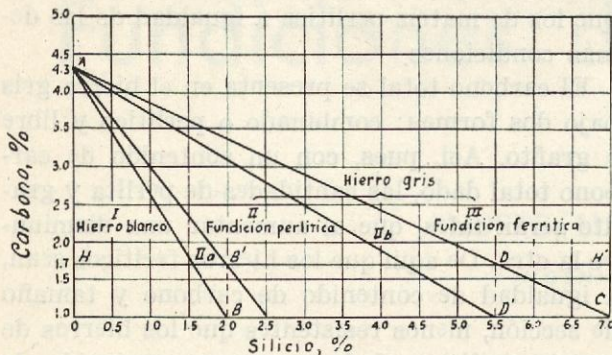


Fig. 30

Influencia de la composición sobre la estructura-diagrama de Maurer.—La formación del grafito depende fundamentalmente del contenido de carbono y silicio y del régimen de enfriamiento. Hay una serie de fórmulas que dan la relación que debe existir entre los contenidos de estos dos elementos, pero todas ellas adolecen de no tener en cuenta la velocidad de enfriamiento. Entre estas fórmulas pueden citarse las siguientes:

$$1) \frac{C}{4,26 - 0,28 Si} = \text{const.}$$

$$2) C_1 + \frac{Si}{15} = 4,2 \text{ á } 4,4.$$

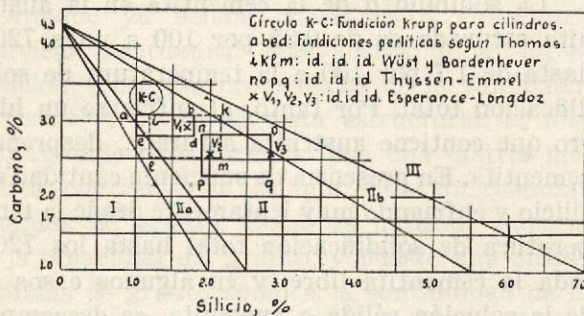


Fig. 31

En la 1), la constante varía según las aplicaciones, y puede tomarse de 0,9 a 1 para piezas corrientes (fundición eutéctica), 0,8 a 0,9 para cilindros de vapor y piezas similares (fundición

ligeramente hipoeutéctica) y 0,75 a 0,83 para cilindros de laminación (totalmente hipoeutéctica). La 2) fué muy empleada por Ledebur, pero además del inconveniente ya referido de prescindir de la velocidad de enfriamiento, es que, lo mismo que la 1), no da ni el contenido de carbono ni el de silicio, sino exclusivamente una relación entre ambos elementos.

La figura 30 representa el diagrama de Maurer publicado en 1924. En él, los hierros quedan clasificados según el contenido de carbono y silicio.

La zona HAB es de fundición blanca; la BAD, de fundición perlítica, y a la derecha de AD están situadas las fundiciones constituídas por ferrita más grafito. En la región BAB' están situados los hierros intermedios entre la fundición blanca y la perlítica, o sea los hierros atruchados. La región B' AD' es la de la fun-

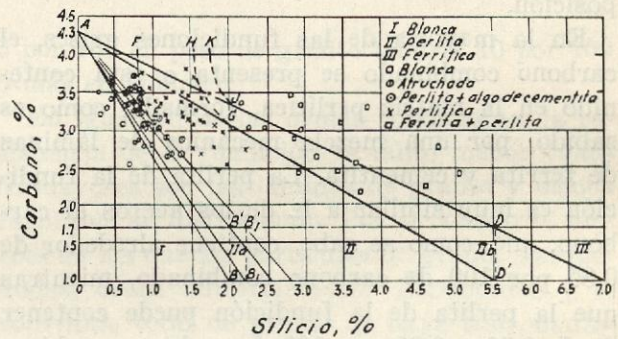


Fig. 32

dición perlítica pura, y la D' AD corresponde a hierros intermedios entre los perlíticos y los ferríticos. Las líneas de separación fueron determinadas sobre probetas cilíndricas de fundición, hierros especiales de la casa Krupp y con los ensayos de laboratorio de Wüst y Bardenheuer. La horizontal HH', correspondiente a 1,7 por 100 de carbono, es la línea de separación de aceros y fundición.

Las líneas de este diagrama no son absolutas, puesto que la estructura de la fundición no depende solamente del contenido de carbono y de silicio, sino que también depende de los contenidos de manganeso, azufre, fósforo y del régimen de enfriamiento y condiciones de solidificación.

Por ello es fundamental tener en cuenta que este diagrama se obtuvo sobre fundiciones coladas en condiciones normales con espesores de

30 mm. y con contenidos inferiores a 0,6 por 100 de fósforo y de 0,5 a 1 por 100 de manganeso. Todos los puntos de este diagrama no pueden utilizarse, por lo que ciertas zonas del mismo no tienen sino un valor puramente teórico. La figura 31 es el diagrama de Maurer modificado por Piedboeuf, en el que se representan las zonas dentro de las que están comprendidas las fundiciones perlíticas de alta resistencia obtenidas por diversas casas investigadoras.

Aun así y todo, ni el diagrama de la figura 30 ni el de la 31 resuelven el problema más interesante, que no es el de obtener fundición perlítica, y que sí resuelven estos diagramas, sino el de saber qué composición ha de adoptarse para obtener una resistencia a la tracción previamente dada.

Para corregir el diagrama 30 en función del régimen de enfriamiento, Maurer y Holtzhaus-

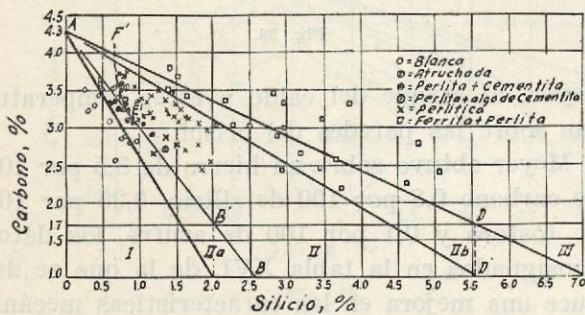


Fig. 33

sen hicieron variar este factor en unos cien hierros que contenían de 2,4 a 3 por 100 de carbono, 0,8 a 1 por 100 de manganeso, alrededor de 0,3 por 100 de fósforo y de 0,1 por 100 de azufre y con una cantidad variable de silicio. Estos hierros se colaron en barras de distintos tamaños y se enfriaron a velocidades distintas de la siguiente forma: primero, con el empleo de enfriadores en el molde; segundo, colando en moldes puestos previamente a 250°; tercero, colando en moldes a 450°; cuarto, colando en moldes a temperatura ambiente barras de 200 mm. de longitud y 30 mm. de diámetro. Llevando los resultados del análisis de estos hierros sobre el diagrama original, se obtuvieron el diagrama de la figura 32 para moldes con enfriadores, el de la figura 33 para moldes calentados a 250°, el de la figura 34 para moldes calentados a 450° y el de la figura 36,

que nos indica los límites de carbono y silicio con los que puede obtener fundición perlítica para piezas con espesores comprendidos entre 10 y 90 mm. El diagrama de la figura 35 para moldes con enfriadores se obtuvo con el auxilio de las curvas de enfriamiento, que permi-

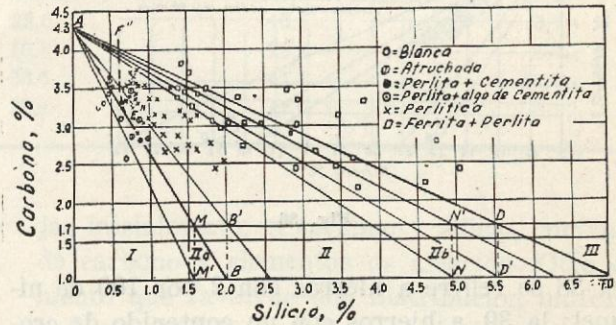


Fig. 34

tieron ver que los resultados que se obtenían fundiendo barras de 200 mm. de longitud y 300 mm. de diámetro en moldes a 250° y 450° eran idénticos a los obtenidos fundiendo barras de 75 y 90 mm. de diámetro en moldes con enfriadores.

Los diagramas correspondientes a las figuras 37 a 41 inclusive fueron obtenidos por F. B. Coyle, y en todos ellos están representadas las zonas que corresponden a hierros con diversas resistencias a la tracción.

El diagrama de la figura 37 lo obtuvo basándose en los resultados de unos 3.000 ensayos, y corresponde a hierros no aleados. En cada una de las regiones acotadas en el mismo figuran

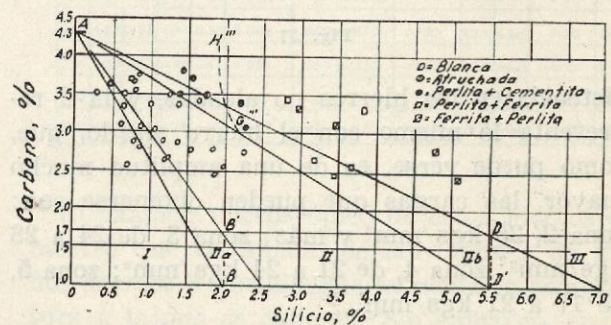


Fig. 35

las cargas de rotura por tracción que pueden obtenerse.

Los diagramas de las figuras 38 a 41 inclusive corresponden a hierros aleados con cromo

y con níquel. Los diagramas de las figuras 38, 40 y 41 son el resultado de unos 500 ensayos, y el de la 39, de unos 150, y además, de ensayos realizados por otros investigadores. La figu-

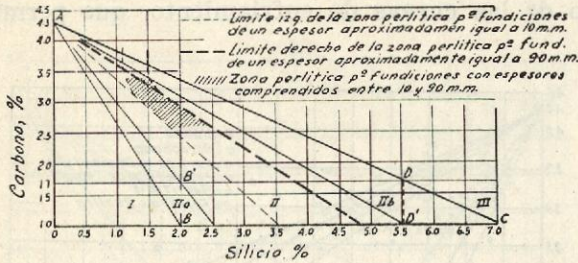


Fig. 36

ra 38 se refiere a hierros con 2 por 100 de níquel; la 39, a hierros con un contenido de cromo de 0,50 a 0,75 por 100; la 40, a hierros con un 0,25 a 0,50 por 100 de níquel y 0,25 a 0,50 por 100 de cromo, y la 41, a hierros con 0,50 a 1 por 100 de níquel y 0,25 a 0,75 por 100 de cromo.

En todos ellos, la zona 1 es la de máxima re-

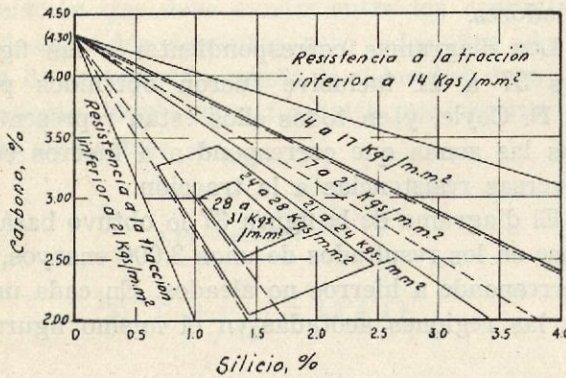


Fig. 37

sistencia en los hierros no aleados, y la 2 representa lo mismo con el hierro aleado, que, como puede verse, es de una amplitud mucho mayor, las cargas que pueden obtenerse son: zona 2, 28 kgs/mm² y más; zona 3, de 24 a 28 kgs/mm²; zona 4, de 21 a 24 kgs/mm²; zona 5, de 17 a 21 kgs/mm².

Efecto del sobrecalentamiento.—La explicación más extendida de la influencia del sobrecalentamiento sobre las características mecánicas de la fundición es que al elevar la temperatura, o al elevar la temperatura y el tiempo a que se mantiene el caldo a dicha temperatu-

ra, los núcleos de grafito existentes en el caldo tienden a desaparecer, aumentando, consecuentemente, la cantidad de carbono combinado. Piwowarsky apreció, sin embargo, que en algunas fundiciones la cantidad de carbono combinado tiende a crecer a medida que se va elevando la temperatura, para decrecer si se continúan aumentando más allá de cierto límite. Este fenómeno es debido, según Bardenheuer y

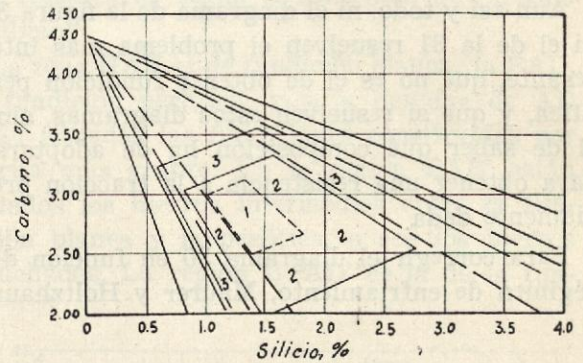


Fig. 38

Zeyen, al ataque del caldo a estas temperaturas sobre las paredes del crisol.

Meyer obtuvo sobre un hierro de 3,5 por 100 de carbono 0,8 por 100 de silicio, 0,25 por 100 de fósforo y 0,1 por 100 de azufre, los datos consignados en la tabla XVI, de la que se deduce una mejora en las características mecánicas debido al sobrecalentamiento. Aunque el sistema de sobrecalentamiento se emplea bastante

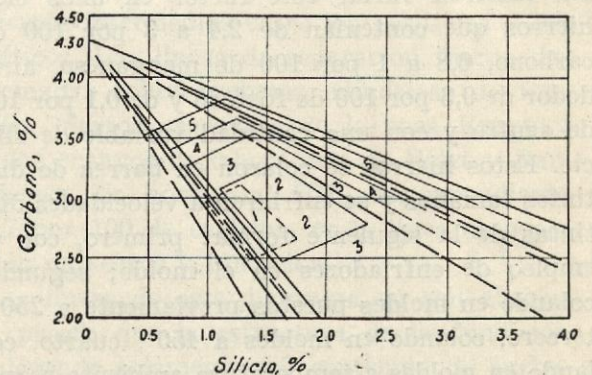


Fig. 39

actualmente para la obtención de fundiciones de alta calidad—procedimientos de Meyer, de Wüst y de Piwowarsky—en algunos hierros, produce, desde luego, pérdida de características mecánicas.

TABLA XVI

Calentado a	Colado a	Carga de rotura por tracción, kgs/mm ²	ENSAYOS TRANSVERSALES	
			Módulo de rotura, kgs/mm ²	Flecha sobre 20 diámetros, mm.
1.250°	1.250°	24,0	29,5	11,2
1.300°	1.250°	23,5	40,5	9,2
1.350°	1.250°	16,8	29,7	4,3
1.450°	1.250°	23,6	41,2	11,2
1.530°	1.250°	28,4	42,6	8,1

Prescindiendo de todos los factores que alteran los resultados del sobrecalentamiento, Schwarz considera que los resultados del mis-

jas inicialmente en carbono y silicio, contenido de carbono y elementos de aleación. Otro elemento que favorece una distribución uniforme y fina subdivisión de las partículas de grafito es una escoria baja en óxidos.

La tabla XVII contiene algunos datos de los resultados obtenidos por Bardenheuer y Zeyen con el sobrecalentamiento de algunos hierros:

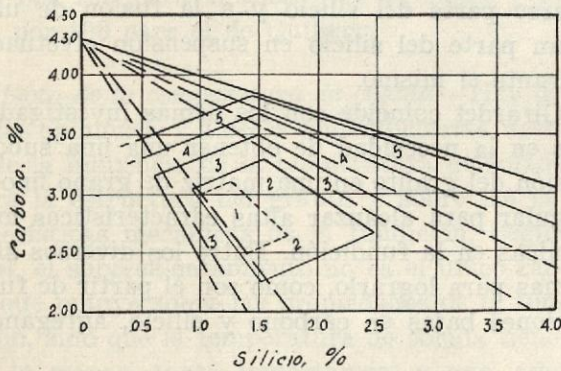


Fig. 40

mo son los expresados por la curva de la figura 42.

Según Piwowarsky, los factores fundamentales que intervienen en la distribución y ta-

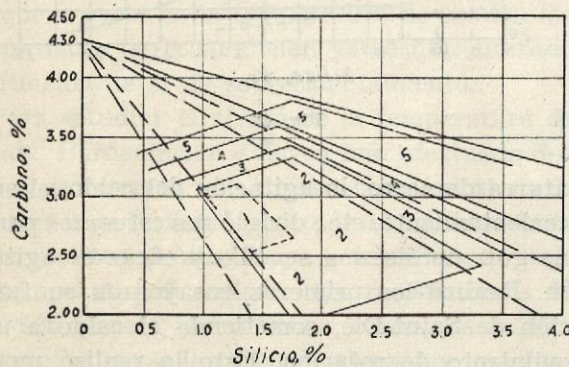


Fig. 41

maño de las partículas de grafito son: sobrecalentamiento, agitación del caldo, instante en el que se agrega el silicio en las fundiciones ba-

TABLA XVII

Composición %						Mantenido 15 minutos en... grados centígrados	Temperatura de colado, grados centígrados	Resistencia a la tracción, kg/mm ²	Flecha en tracción, kg/mm ²	Flecha mm	Dureza Brinell
Ct	Cg	Si	Mn	P	S						
3.37	2.58	1.50	0.91	0.45	0.077	1350 a 1380	1340	24.9	42.2	10.41	199
3.42	2.59	1.57	0.95	0.45	0.077	1460 a 1500	1330	23.5	46.0	10.95	208
3.42	2.60	1.58	1.07	0.45	0.077	1580 a 1630	1350	24.2	48.0	8.68	211
3.20	2.46	2.02	1.02	0.33	0.087	1350 a 1380	1350	24.2	45.0	12.45	211
3.22	2.56	2.15	1.09	0.33	0.087	1460 a 1500	1350	24.4	44.4	10.40	214
3.26	2.59	2.06	1.08	0.33	0.087	1580 a 1630	1350	23.8	40.0	7.12	215
2.59	1.81	2.28	0.93	0.35	0.066	1350 a 1380	1350	28.4	57.2	11.42	224
2.57	1.75	2.29	0.97	0.35	0.066	1460 a 1500	1350	29.8	50.7	8.91	246
2.51	1.83	2.28	1.01	0.35	0.066	1580 a 1630	1350	32.3	48.8	9.20	243
2.30	1.59	2.47	0.99	0.37	0.057	1350 a 1380	1380	23.8	56.0	9.20	240
2.29	1.65	2.46	0.99	0.37	0.057	1460 a 1500	1380	32.6	49.4	7.12	263
2.30	1.47	2.49	0.97	0.37	0.057	1580 a 1630	1380	33.6	46.2	7.80	254

El examen microscópico de estos hierros demostró que el tamaño de las láminas de grafito decrece a medida que aumenta la temperatura a la que se calienta. Sin embargo, en los hierros bajos en carbono, a medida que se eleva la temperatura a la que se calientan, el grafito tiende a formar una red continua que disminuye las características. De los ensayos realizados por estos investigadores parece deducirse que el sobrecalentamiento aumenta las características de los hierros altos en carbono con

contenidos normales de silicio y manganeso, pero que las disminuye en los de bajo contenido de carbono.

Después de una extensa serie de ensayos de laboratorio, obtuvo Tanimura el diagrama estructural de la figura 43. En él, los hierros situados muy cerca de la curva de trazo lleno y

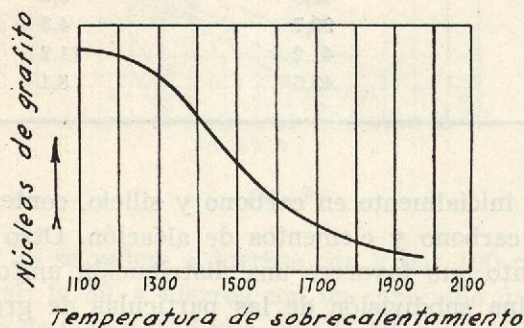


Fig. 42

a su derecha son de alta resistencia. Los hierros de la región II solidifican como fundición blanca con el empleo de refrigeradores, y como gris con un enfriamiento lento. Las fundiciones de la región III es difícil resulten grises, aun con el empleo de moldes calientes.

El sobrecalentamiento en hierros de la región I, muy alejados de la curva de trazo lleno, aumenta el grafito, y en las muy cercanas a la misma tiene poca influencia. En las fundiciones de las regiones II y III produce endurecimiento y aun temple. De otros ensayos dedujo que los efectos del sobrecalentamiento en fundiciones con un contenido de carbono dado, eran máximos cuando el contenido de silicio era el mínimo compatible con la obtención de hierro gris.

La agitación del caldo ha sido ensayada con éxito y realizada según diversos métodos, entre los que destacan el de Bornard-Schlaerfer, Girardet, Vroonen, etc., siendo, probablemente, el iniciador de este sistema Karl Irresberger, quien demostró en 1926 las grandes mejoras obtenidas con el mismo.

En el primero de estos sistemas, la agitación en el caldo se efectúa provocando un movimiento vertical alternativo en un cuerpo sumergido en la cuchara. Este cuerpo tiene que disponer de un sistema de calefacción, bien eléctrico o por medio de mecheros de fuel.

Otro medio de conseguir la agitación de la fundición es el empleo de una hélice giratoria, muy empleado en Creusot para los aceros; pero

tanto este sistema como el anterior tienen el inconveniente de que al desplazar el caldo hacia la periferia crean en el centro de la superficie libre un punto de atracción para el líquido que mezcla con el metal la escoria naciente.

Johnson perseguía el mismo fin introduciendo la fundición en un convertidor, en el que la sometía a un soplado de corta duración. Este soplado da lugar a que se quemase un poco del silicio contenido en el caldo, y sobre todo a la desaparición de las láminas de grafito, que se reparte en forma de pequeños núcleos uniformemente distribuidos. Es interesante hacer notar que esta distribución del grafito en pequeños núcleos se conserva en sucesivas refundiciones. La explicación del fenómeno parece ser el calentamiento que experimenta el caldo al quemarse parte del silicio y a la fusión de una gran parte del silicio en suspensión efectuada durante el mismo.

Girardet coincide con los demás investigadores en la necesidad de obtener una fina subdivisión del grafito en una matriz de grano fino y regular para alcanzar altas características mecánicas en la fundición. Entre los diversos sistemas para lograrlo, como son el partir de fundiciones bajas en carbono y silicio, agregando

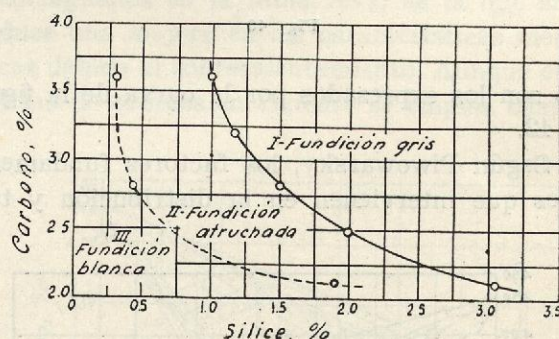


Fig. 43

chatarra de acero, la agitación del caldo, el sobrecalentamiento, etc., dirigió sus esfuerzos para conseguir un sistema sencillo y eficaz de agitación. Realizó los primeros ensayos en su fundición de Saint-Dié, sometiendo el caldo a un movimiento de rotación. Esto lo realizó montando el antecrisol de un cubilote sobre una plataforma giratoria alrededor del eje vertical del mismo.

El canal de colada del cubilote estaba dispuesto de forma que la fundición caía vertical-

mente cerca de la pared del antecrisol, por una abertura practicada en la cubierta de éste. Por otra abertura penetraba un mechero de fuel para tener caliente el antecrisol antes de la colada y evitar una caída de temperatura inicial. Para mantener la temperatura en el caldo durante la rotación del mismo conviene que continúe funcionando el mechero todo el tiempo que dure ésta.

El proceso de rotación a que sometió Girardet al hierro fundido no influye sobre la composición química del mismo, pero sí sobre su estructura, que mejora notablemente.

En un hierro con 2 por 100 de silicio, 1,3 por 100 de fósforo y 0,4 por 100 de manganeso, los incrementos en la resistencia, después de someter el caldo a la rotación dicha, han sido de 41,6 por 100 para el ensayo de Frémont y de 41,4 por 100 para el de Guillery.

Efecto de la temperatura de colada.—Hay diversas opiniones, y a veces contradictorias, acerca de la influencia de la temperatura de colada sobre la estructura del grafito y sobre las características mecánicas de la fundición. Según Pinsl, el sobrecalentamiento no es el único factor que influye sobre las propiedades de la fundición, sino que la temperatura de colada tiene, por lo menos, tanta importancia, y que, además, a cada temperatura de sobrecalentamiento corresponde una óptima de colada. Esto está en desacuerdo con las conclusiones de A. Koch, según el cual, es conveniente colar a la temperatura más baja posible para obtener las mejores características mecánicas.

Esta diversidad de opiniones es comprensible, porque a parte de la temperatura de colada, las propiedades de la fundición ya se han alterado en función de la de sobrecalentamiento.

Para estudiar el efecto de la temperatura de colada, Bardenheuer y Zeyen han efectuado dos series de ensayos que acusan un máximo de la resistencia a la flexión colando hacia los 1.340°. Esta resistencia disminuye a medida que baja la temperatura de colada. La resistencia a la tracción parece ser máxima colando a 1.300°. Estos ensayos se llevaron a cabo sobre una fundición normal con una temperatura de 1.400° a la salida del cubilote, y colada sucesivamente a 1.380, 1.340, 1.315, 1.270, 1.230 y 1.180°, y por otra parte, sobre una fundición especial salida a 1.420° del cubilote y colada a 1.400, 1.355,

1.300, 1.265, 1.230 y 1.195°. No se observaron diferencias notables en la cantidad de grafito, pero sí en su estructura. A los 1.400°, el grafito era bastante fino, a 1.300° ya aparecían agujas y a los 1.195° todo él estaba bajo forma de laminillas muy bastas.

También estudiaron en otros ensayos la influencia de la temperatura de colada en fundiciones sobrecalentadas, llegando a la conclusión de que, contrariamente a lo que ocurre con las no sobrecalentadas, no tiene la menor influencia sobre la estructura del grafito y sobre las propiedades mecánicas.

Influencia del tamaño de la sección.—A medida que el tamaño de la sección es mayor, va siendo cada vez menor el gradiente de enfriamiento, o de otra forma éste es más lento. El régimen de enfriamiento depende de un elevado número de factores, tales como la temperatura inicial, temperatura final, composición química, velocidad de colado, volumen de la pieza y superficie exterior de la misma, conductibilidad calorífica, etc. Es fácil, pues, comprender que el régimen de enfriamiento no es una función lineal, ya que, además del elevado número de factores de los que depende, es que algunos de éstos no pueden considerarse como un algo absoluto. Así, la temperatura final es difícil de establecer o definir, puesto que el molde va calentándose mientras que la pieza va enfriando.

Ahora bien; puesto que las características de la fundición dependen del régimen de enfriamiento, y éste, a su vez, de uno de los factores de que depende es el tamaño de la sección, de ésta dependerán aquéllas. En la práctica de la fundición se parte de la base de que el régimen de enfriamiento depende del tamaño de la sección, puesto que los demás factores se mantienen constantes normalmente.

En piezas masivas, el régimen de enfriamiento será más lento y, por tanto, la grafitación más completa. Esto es más acentuado aún en hierros de alto contenido de carbono y silicio. En éstos, la grafitación continúa hasta que la matriz contiene un alto porcentaje de ferrita. En las fundiciones de bajo contenido de carbono y silicio, el carbono combinado permanece prácticamente constante, sin depender del régimen de enfriamiento, o sea independientemente del tamaño de la sección. Sin embargo, sí son afectadas sus características mecánicas,

debido a que el régimen de enfriamiento lento da lugar a una estructura de grano grueso de bajas propiedades, aunque los componentes estructurales permanezcan constantes.

Pearce demuestra que la pérdida de resistencia a medida que aumenta el tamaño de la sección no es debido a un descenso en la cantidad

de carbono combinado, sino al aumento de las láminas de grafito.

El efecto de masa ha sido estudiado por diversos investigadores. Las figuras 32, 33, 34, 35 y 36 condensan los ensayos de Maurer y Holtshausen. Los resultados obtenidos por Rother y Mazurie están contenidos en la tabla XVIII:

TABLA XVIII

Resistencia a la tracción medida sobre barras de 25 mm. de ϕ y medidas en estas dimensiones, kgs/mm ²	Porcentaje de resistencia a la tracción con relación al espesor de 25 mm. de barras fundidas en los siguientes espesores.			
	Barra de 38 mm. ϕ	Barra de 51 mm. ϕ	Barra de 64 mm. ϕ	Barra de 77 mm. ϕ
14,6	77	72	71	67
16,4	81	69	61	53
17,8	89	74	55	46
16,3	82	72	62	55
25,0	85	83	76	76
23,8	90	84	76	75

Bornstein obtuvo los resultados que figuran en la tabla XIX y Mac Pherran los de la tabla XX.

TABLA XIX

Resistencia a la tracción medidas sobre barras de 30,5 mm. de ϕ y fundidas en estas dimensiones, kgs/mm ²	Porcentaje de resistencia a la tracción con relación al espesor de 30,5 mm. de barras fundidas en los siguientes espesores.		
	Barras de 19 mm. de ϕ	Barras de 51 mm. de ϕ	Barras de 77 mm. de ϕ
16,3	122	65	51
17,6	107	71	57
17,0	115	68	54
24,4	104	69	53
24,8	104	77	68
25,5	101	84	66
24,8	103	77	61

TABLA XX

Resistencia a la tracción medida sobre barras de 32 mm. de ϕ y fundidas en estas dimensiones, kgs/mm ²	Porcentaje de resistencia a la tracción con relación al espesor de 32 mm. de barras fundidas en los siguientes espesores.					
	Barras de 20,6 mm. de ϕ	Barras de 44,5 mm. de ϕ	Barras de 57 mm. de ϕ	Barras de 67,5 mm. de ϕ	Barras de 82,5 mm. de ϕ	Barras de 102 mm. de ϕ
14,6	134	80	64	"	"	"
15,2	"	77	64	66	68	64
21,4	"	86	74	71	63	61
24,0	122	81	71	"	"	"
37,5	"	94	89	87	80	71

La variación del módulo de rotura en función del tamaño de la sección figura en las tablas XXI y XXII, de Rother y Mazurie la primera y de Bornstein la segunda.

TABLA XXI

Módulo de rotura de barras fundidas con 25 mm. de ϕ , kgs/mm ²	Porcentaje del módulo de rotura con relación al espesor de 25 mm. de barras fundidas en los siguientes espesores.			
	Barra de 38 mm. ϕ	Barra de 51 mm. ϕ	Barra de 64 mm. ϕ	Barra de 77 mm. ϕ
34,0	96	88	80	76
36,7	93	84	83	78
39,4	95	88	86	84
36,6	95	87	83	79
48,1	95	96	92	87
49,2	94	94	84	81
48,6	95	95	88	84

TABLA XXII

Módulo de rotura de barras fundidas con 30,5 mm. ϕ , kgs/mm ²	Porcentaje de módulo de rotura con relación al espesor de 30,5 mm. de barras fundidas en los siguientes espesores.		
	Barras de 19 mm. de ϕ	Barras de 51 mm. de ϕ	Barras de 77 mm. de ϕ
28,8	133	94	78
29,6	121	91	76
29,2	127	93	77
40,2	115	95	80
41,8	113	100	94
44,7	117	97	82
42,4	115	97	85

Los resultados obtenidos por Heller y Jungbluth sobre los hierros de la tabla XII vienen expresados en la figura 44.

TABLA XXIII

Hierro	COMPOSICION					Resistencia a la tracción, kgs/mm ²
	C.	Si.	Mn.	S.	P.	
A	3,29	1,22	0,50	0,11	0,38	26,2
B	3,28	1,79	0,49	0,10	0,35	22,7
C	3,70	1,72	0,33	0,10	0,11	15,2
D	3,23	1,60	0,68	0,10	0,44	24,5
E	3,24	1,28	1,02	0,10	0,25	31,2
F	2,22	1,50	0,84	0,10	0,18	27,4
G	3,17	2,44	0,67	0,09	0,15	22,3
H	3,43	2,43	0,89	0,07	0,09	17,3
J	3,66	1,95	0,65	0,095	0,077	16,6
K	3,20	1,49	0,51	0,12	0,24	29,7
L	3,49	1,87	1,08	0,10	0,25	22,5
M	3,78	2,19	0,52	0,07	0,07	11,1
N	3,18	1,45	0,85	0,09	0,13	28,4
O	3,54	2,09	0,44	0,09	0,07	19,0

Fundición centrifugada.—Se emplea fundamentalmente en la fabricación de tubos. Consiste en introducir el caldo en moldes que giran a velocidades bastante altas. En la fabricación de tubos, el eje del molde es horizontal, mientras que en piezas de otro tipo éste puede ser vertical.

Existen dos métodos fundamentales de centrifugar, que son: molde de arena y molde metálico (1).

Los tubos son fabricados por el primer procedimiento en moldes de arena fuertemente pi-

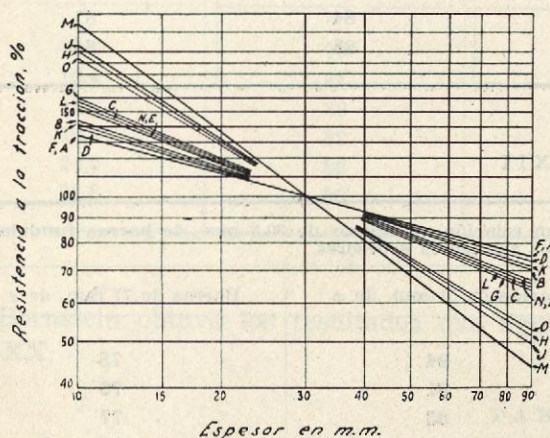


Fig. 44

sada en el interior de un tubo, bien de fundición o de acero, que gira sobre su eje—horizontal—desde el comienzo del período de la colada hasta que ha terminado por completo la solidificación del metal. Los tubos obtenidos por este sistema son perfectos en general, pues aparte de que el caldo empleado suele ser sometido a un control riguroso durante su fabricación, es que, dada la fuerte compresión a que se ve sometido el caldo por fuerza centífuga durante el proceso de centrifugado, todas las materias extrañas, tales como arena, escoria, óxidos

(1) Véase "Trabajos de taller. Centrifugación de camisas, mecanizado de ejes, camisas y encamisado de ejes de cola", por Andrés Luna Maglioli. INGENIERIA NAVAL, noviembre de 1946, pág. 625.

o silicatos de hierro y manganeso, sulfuro de manganeso, etc., son arrastradas a la superficie interior, de donde pueden suprimirse más tarde con toda facilidad. Los tubos así fabricados poseen todas las ventajas inherentes al proceso de centrifugación, aunque sin alcanzar las características de las piezas fundidas en coquilla.

En el segundo sistema, el caldo se vierte en un molde de acero refrigerado con agua caliente que gira alrededor de su eje. La fabricación es más intensa que con moldes de arena, ya que al poderse desmoldear antes, por ser más rápido el enfriamiento, la producción por unidad de tiempo es superior. La rapidez del enfriamiento da lugar a un endurecimiento superficial que se elimina más tarde por recocido. Actualmente se trata de evitar este defecto de temple superficial vertiendo previamente en el molde metálico, o material refractario bien pulverizado, o ferrosilicio también perfectamente molido, que se distribuyen uniformemente a causa de la fuerza centrífuga, formando un recubrimiento de espesor reducidísimo.

Existen multitud de dispositivos para centrifugar que difieren poco entre sí en la forma, y menos aún en el fondo, cosa natural, dada la sencillez de la realización del sistema. Entre estos dispositivos pueden citarse el de Mc Conway para la fabricación de llantas para los ferrocarriles o de lingote si se cortan estas llantas; el de Huth para la fabricación de ruedas con la periferia de acero duro y el núcleo de acero dulce; el de Cammen para la obtención de lingote; el de Tehernoff de cambio periódico del sentido de la rotación, que fué llevado a cabo por Webb; el de Lavaud, en el que el molde de acero refrigerado por agua, al iniciar la colada, gira a bajo número de revoluciones y está ligeramente inclinado sobre el plano horizontal, recuperando esta posición y alcanzando las revoluciones de régimen al terminarse aquélla; el de Chalmers, que propone que los moldes giren alrededor de dos ejes, uno el suyo propio y otro paralelo al anterior, etc.

(Continuará.)



Los gastos generales en astilleros y talleres de reparación naval

POR

CARLOS LARGO BRAVO (1)

Tema de extraordinaria importancia es el de los gastos generales, y, sin embargo, pocos son los navieros o armadores que miden su alcance y menos aún los que se detienen a establecer la debida relación entre la cifra que pagan por el concepto indicado y las ventajas o desventajas que supone para las obras la diferencia de los distintos coeficientes que aplica cada una de las Empresas dedicadas a esta industria.

Es muy frecuente escandalizarse cuando se habla, por ejemplo, de un 150 ó un 200 por 100 de gastos generales, sin tener en cuenta lo más mínimo las condiciones en que se encuentra la factoría para emprender la reparación que se trata de confiarle, siendo bien fácil demostrar, no obstante, como más adelante haremos, que puede resultar la obra más económica, por tener precisamente un coeficiente superior.

A nadie puede ocurrírsele encargar a un astillero la reparación de una cerradura, no ya porque vaya a costarle más o menos caro, sino simplemente por inadecuado, ya que para esta clase de trabajos no se necesitan gradas, muelles de armamento ni maquinaria alguna. Para ellos tenemos establecido al cerrajero, que en cualquier local y con las herramientas más rudimentarias, tales como tornillo de banco, lima, martillo y alguna otra, nos dejará la cerradura en condiciones. Los gastos generales del cerrajero no son otros que el recibo de la contribución, el alquiler del local y la luz eléctrica.

Así, pues, el encargo a un astillero de la reparación de una cerradura sería impropio, aunque posible; pero imposible, desde luego, la reparación de un barco por un cerrajero.

Pues bien; las instalaciones, maquinaria y

utillaje de una factoría naval, con toda su organización, son los elementos que determinan el coeficiente de los gastos generales, y a nadie puede ocultársele que el desembolso que supone una preparación adecuada repercute automática y directamente sobre dicho coeficiente.

Pero no se crea, como frecuentemente ocurre, que el encarecimiento de las obras es consecuencia inevitable de la elevación de los gastos a recuperar, sino, muy al contrario, pues puede, como anteriormente decíamos, hacerlas más económicas, porque es indudable que aquella preparación determina un ahorro de mano de obra por la ocupación de menor número de obreros y también por el mayor rendimiento de éstos. O sea, que cuanto mayor sea el perfeccionamiento de las instalaciones y organización, más iremos rebajando las inversiones en mano de obra, que es precisamente la base de que nos servimos para la aplicación del coeficiente de gastos generales. Por otra parte, no hay que hacer caso omiso de la precisión y calidad de las obras, que ahorrará al cliente nuevas e inmediatas reparaciones a su exclusivo cargo.

Sería ideal la supresión de esta cuenta de gastos generales, que abarca desembolsos de tan distintos conceptos, energía y luz eléctrica, sueldos de empleados, impuestos, seguros, amortizaciones, arrendamientos, impresos, etcétera, etc.; pero por algo se impuso: sencillamente por la imposibilidad de distribuirlos en forma precisa entre todas y cada una de las operaciones que producen el rendimiento económico de las industrias.

Tenemos otro factor muy apreciable en las factorías navales, del que, por lo general, se olvidan los clientes: el límite de capacidad y

(1) Administrador de Talleres Nuevo Vulcano.

rendimiento de explotación; y a este respecto hay que considerar:

1.º La imperiosa necesidad de contar con la mano de obra más diversa: caldereros de hierro y cobre, forjadores, torneros, ajustadores, carpinteros en blanco, calafates, riberas, fundidores, electricistas, soldadores autógena y eléctrica, etc., e incluso albañiles.

2.º La imposibilidad de contar con encargos que absorban a todo el personal en la proporción de especialidades que la Empresa tenga establecida, y

3.º El interés de los navieros en que su barco entre en reparación sin la menor demora.

La segunda consideración, que es originada por la primera, equivale a una carga inevitable, toda vez que la vigente legislación laboral o social dificulta los despidos de personal de manera tal, que prácticamente los hace imposibles, aparte de que, en forma definitiva, tampoco interesaría efectuarlos por cuanto sólo se conseguiría con ello la disminución constante de la plantilla y, paralelamente, la capacidad industrial de la Empresa.

La consideración tercera obliga igualmente a la industria naval a tener un cierto número de obreros disponibles para atender posibles encargos imprevistos o de urgencia y poder satisfacer así las frecuentes y razonables exigencias de los armadores; razonables, decimos, desde su punto de vista, por cuanto el retraso de la puesta en servicio de los buques en reparación puede representarles pérdidas fabulosas, no ya por el paro de sus elementos de transporte, que supone estadías, sueldos de la dotación, etcétera, sino porque puede llegar a ocasionarles la pérdida de cargamentos completos.

Por tanto, si los barcos fueran sometidos en todas las factorías a riguroso turno de reparación, cualquiera que fuera el volumen de los trabajos a realizar, se experimentaría, desde luego, una economía en su costo; pero no interesando esta condición a sus armadores, porque sería tanto como ahorrar lo poco y desperdiciar lo mucho, no existe otra alternativa, y los jornales y cargas sociales del personal que aguarda trabajo en sus respectivos talleres, elevan, indudablemente, el coeficiente de gastos generales y, por ende, en este caso, el importe total de la facturación.

Este problema es común a todas las factorías, y sólo se persigue, al exponerlo, el que na-

vieros y armadores aprecien la justificación de un coeficiente superior en la industria de que tratamos en relación con los que puedan aplicarse en otras de producción fija y constante.

Por todo cuanto se expone anteriormente, queda evidenciada, asimismo, la positiva realidad de que no pueden existir dos factorías con igual coeficiente de rescate de gastos generales, y muy especialmente que no es dicho coeficiente el que determina el valor definitivo de las obras.

El tratar, pues, de imponer un coeficiente fijo o máximo para la valoración de las obras de reparación naval sería tanto como detener el desarrollo, mejoramiento y progreso de las industrias que para dichas actividades fueron constituidas.

En relación con el paro que produzca el imposible acoplamiento completo de todas las especialidades al tipo de las obras, y la prudencial reserva de que se ha tratado, así como la intermitencia de los encargos, cuya carga podríamos denominar de *inactividad*, cabría aliviarla, a nuestro juicio, con la creación de una "BOLSA PARTICULAR DE PARO CIRCUNSTANCIAL", que habría de ser autorizada por el Ministerio de Trabajo.

Cada Empresa conservaría su propia plantilla, dando cuenta a la Bolsa de todo el personal que tuviera disponible circunstancialmente por falta de trabajo. La Empresa necesitada de mano de obra acudiría a la Bolsa, y ésta facilitaría los obreros que tuviera registrados en paro, respetando el jornal de cada obrero, que sería incrementado con el recargo de cargas sociales correspondientes. El jornal ordinario y demás subsidios laborales los cobraría el obrero de su propia Empresa, y tan sólo el importe de las horas extraordinarias, primas, tareas y destajos lo percibiría en la Empresa que lo ocupara eventualmente.

Ambas Empresas, cedente y tomadora, liquidarían con la "BOLSA PARTICULAR DE PARO CIRCUNSTANCIAL".

Es indudable que este aprovechamiento de la mano de obra, no sólo beneficiaría a las Empresas carentes temporalmente de encargos, sino también a todos sus clientes, abaratando, en general, toda la producción industrial de la nación.

Sería muy de estimar que el Ministerio de Trabajo estudiara las posibilidades a este respecto.

Información Legislativa

CLAUSULAS INGLESAS "INSTITUTE CLAUSES" FOR BUILDERS' RISKS

Risk fo commence from laying of keel.

CLÁUSULAS DEL INSTITUTO PARA RIESGOS DE CONSTRUCCIÓN.

Comienzo del riesgo, desde la colocación de la quilla.

Anexo a la Póliza del..... por £..... de fecha.....

1. Este seguro cubre también todo riesgo, incluyendo incendio, durante la construcción y aparejamiento, excepto en edificios o talleres, pero incluyendo los materiales en astilleros y diques del asegurado o en muelles, pontones, embarcaciones, etcétera, y todo riesgo durante el tránsito desde o a los talleres y al buque, donde quiera que pueda encontrarse, así como todo riesgo de pérdida o daño causado por derumbamiento de soportes o cunas, por cualquier causa que sea, así como todo riesgo de lanzamiento y rotura de cunas.

2. Este seguro cubre también todos los riesgos de los viajes de prueba, cargado o de otra forma, tan frecuentemente como se requiera, y todos los riesgos durante la ida y regreso del viaje de prueba; pero garantizando que todas las pruebas y recorridos de ida y vuelta para ellas han de verificarse dentro de una distancia por agua de 100 millas marinas del lugar de construcción, o según se convenga mediante prima a determinar.

3. Con autorización para proceder a o desde cualquier dique flotante o seco, puertos, varaderos, cunas y pontones durante la vigencia de esta Póliza.

4. Con autorización para disparar cañones y/o torpedos, pero sin que ninguna reclamación afecte a la presente por pérdida o daño a aquéllos, al buque o a la maquinaria, a no ser que el accidente origine la pérdida total del buque.

5. En caso de fracaso en la botadura o lanzamiento, los aseguradores soportarán todos los gas-

tos subsiguientes contraídos para completar el lanzamiento.

6. Las averías serán pagables sin aplicación de franquicia y sin deducción del tercio, tanto cuando se trate de averías particulares como de averías gruesas.

7. La avería gruesa y salvamentos serán liquidados de acuerdo con la ley y práctica del lugar donde termina la aventura, siempre que el contrato de fletamento no contenga disposiciones especiales a éste sujeto, pero, cuando el contrato de fletamento así lo prevenga, la liquidación se ajustará a las Reglas de York y Amberes, 1890 (omitiendo en el caso de cargamentos de madera la negación de la regla 1), o a las Reglas de York y Amberes, 1924, y en el caso de salvamento, remolque u otra asistencia prestada al buque asegurado por la presente, por cualquier buque perteneciente, en parte o en total, a los mismos armadores, queda convenido que el valor de tales servicios (sin tener en cuenta la comunidad de propiedad de los buques) será determinado por arbitraje en la forma prevista posteriormente bajo la "Cláusula de colisión", y la suma así fijada, en cuanto sea aplicable al interés asegurado por la presente, constituirá una obligación a cargo de esta Póliza.

8. En caso de desviación quedará cubierto mediante un premio adicional a convenir posteriormente.

9. Se cubrirá durante la construcción todo daño al casco, maquinaria, aparejos o accesorios causado por asentamiento de picaderos, debilidad o rotura del apuntalamiento, aparejos o andamiajes o de otros aparejos de suspensión, bien sea antes o después del lanzamiento y durante el aparejamiento.

10. El valor total del contrato será la base del seguro.

11. Será convenido que cualquier cambio de interés en el vapor asegurado por esta Póliza no afectará a la validez de la misma.

12. Queda expresamente declarado y convenido que ningún acto del asegurador o asegurado para recobrar, salvar o preservar la propiedad asegura-

da, será considerado como una renuncia o aceptación de abandono.

13. El presente seguro cubrirá también especialmente las pérdidas o daños al casco o maquinaria causados por negligencia del capitán, marineros, maquinistas o pilotos, o por explosiones, estallido de calderas, rotura de ejes o cualquiera defecto latente en la maquinaria o casco, o por otras causas que tengan lugar, tanto en tierra como en otra parte, que causen pérdidas o daños a la propiedad asegurada por la presente, siempre que tales pérdidas o daños no resulten de falta de diligencia por parte de los armadores del buque o de cualquiera de ellos o de los gerentes, y cubrirá todos los riesgos incidentales de la navegación o en diques de carena.

CLÁUSULA DE COLISIÓN.

14. Se conviene, además, que si el buque asegurado por la presente entrara en colisión con cualquier otro buque o barco y, a consecuencia de ello, el asegurado viniese obligado a pagar, y pagara por vía de daños, a cualquier otra persona o personas, cualquier suma o sumas respecto a tal colisión, el asegurador pagará al asegurado tal, proporción de tal suma o sumas así pagadas como corresponda a sus respectivas suscripciones, en relación con el valor asegurado del buque cubierto por la presente, sin que su responsabilidad, con respecto a una de tales colisiones, pueda exceder de su parte proporcional sobre el valor del buque asegurado, y, en los casos en que la responsabilidad del buque haya sido constatada o se hayan seguido procedimientos para limitar la responsabilidad, con el consentimiento escrito de los aseguradores, pagarán también igual proporción de las costas en que el asegurado haya incurrido por ello o esté obligado a pagar; pero cuando ambos buques resulten culpables, entonces, a no ser que la responsabilidad de los armadores de uno de tales buques, o de ambos, sea limitada por la ley, las reclamaciones fundadas en la presente cláusula serán liquidadas sobre el principio de responsabilidad recíproca, como si los armadores de cada buque hubiesen sido obligados a pagar a los armadores del otro de tales buques, la mitad o cualquier otra proporción de los daños de este último, que haya podido ser propiamente admitida, al determinar el saldo o suma pagable por o al asegurado a consecuencia de tal colisión.

Se conviene, además, que los principios comprendidos en esta cláusula serán aplicables al caso en que ambos buques sean propiedad, en parte o en total, de los mismos armadores, y todas las cuestiones de responsabilidad e importe de indemnizaciones entre los dos buques serán sometidas a la decisión de un solo árbitro, si las partes pueden po-

nerse de acuerdo sobre el nombramiento de un único árbitro, y en defecto de tal convenio a la decisión de árbitros, uno nombrado por los propietarios gerentes de ambos buques y el otro nombrado por la mayoría, en suscripción, de los aseguradores interesados en cada buque. Los dos términos de la Ley de Arbitrajes de 1889 serán aplicables a tal arbitraje y la decisión de tal árbitro o de dos cualquiera de los tres árbitros designados en la forma anteriormente indicada, será decisiva y obligatoria.

Esta cláusula se extenderá también a cualquier suma que el asegurado puede estar obligado a pagar o pague, por remoción de obstáculos, en virtud de disposiciones de las autoridades por daños a puertos, muelles, embarcaderos, estacadas y construcciones similares, o por pérdida de vida o daños personales a consecuencia de tal colisión.

CLÁUSULA DE PROTECCIÓN E INDEMNIDAD.

15. Se conviene también que si el asegurado, por razón de su interés en el buque asegurado, fuese obligado a pagar, y pagara, cualquier suma o sumas con respecto de cualquier responsabilidad, reclamación, demanda, daños y/o gastos provenientes u ocasionados por cualquiera de las siguientes causas o hechos durante la vigencia de esta Póliza, a saber:

Pérdida o daño de cualquier otro buque o artículos, mercancías, flete u otras cosas o intereses de cualquier naturaleza a bordo de tal otro buque, causados directa o indirectamente por el buque asegurado, en tanto no estén cubiertos por la cláusula de colisión fijada anteriormente.

Pérdida o daño por cualquier artículo, mercancías o flete u otras cosas o intereses de cualquier naturaleza, distintos de los anteriormente citados (no siendo aparejos de constructores o materiales, o cargo a bordo del buque asegurado), tanto a bordo del buque asegurado o no, y cualquiera que sea la causa que los produzca.

Pérdida o daño a cualquier puerto, dique (de carena u otros), gradas, parrillas, varaderos, pontones, muelles, embarcaderos, cargaderos, boyas, cables de telégrafos u otros objetos fijos o movibles, de cualquier naturaleza, o a objetos o propiedades en o sobre los mismos, cualquiera que sea la causa.

Cualquier intento o trabajo de elevación, remoción o destrucción de los restos del buque asegurado o de su cargamento, cualquier negligencia o fracaso en la puesta a flote, desplazamiento o destrucción del buque.

Cualquier suma o sumas por las cuales el asegurado esté obligado o contraiga por causas no especificadas en la presente, pero que sean absoluta o condicionalmente recobrables, de o cubiertos por la

"Liverpool and London Etemship Protection indemnity Association Limited" y/o "North of England Protecting Indemnity Association", pero excluyendo pérdida de vida o daños corporales.

Los aseguradores pagarán al asegurado tal proporción de tal suma o sumas así pagadas, o por las que pueda el asegurado ser requerido para indemnizar por tales pérdidas, según su respectiva suscripción en el valor asegurado sobre el buque, cubierto por la presente, siempre que la suma recuperable por ello, en relación a cualquier accidente o serie de accidentes provenientes del mismo, no exceda la suma así asegurada, y cuando la responsabilidad del asegurado haya sido concertada con el consentimiento escrito de las dos terceras partes en suscripción de los aseguradores del buque asegurado por la presente, los que suscriban pagarán también la misma proporción de las costas que el asegurado haya contraído por ello o esté obligado a pagar.

No obstante lo anterior, esta Póliza se garantiza libre de cualquier reclamación proveniente directa o indirectamente de la Ley de Accidentes de Trabajo (Workmen Comensation Act), o sobre responsabilidad de patronos (Employer's Liability Act), o cualquier otra responsabilidad derivada de leyes referentes a accidentes de trabajadores.

a) Libre de captura, secuestro, arresto, presa o detención y de sus consecuencias o de cualquier intento para ello (excepto piratería), y también de todas las consecuencias de hostilidades u operaciones bélicas, tanto anteriores como posteriores a la declaración de guerra.

b) Libre de pérdida o daño causado por huelguistas, obreros despedidos o personas que tomen parte en disturbios obreros, o motines, o conmociones civiles.

Si se anula la cláusula a), la cláusula c) tomará efecto como parte de esta póliza.

c) Libre de cualquier reclamación fundada en la pérdida o frustración del viaje o expedición asegurada, causadas por arrestos, restricciones o detenciones, por orden de reyes, príncipes o pueblos.

d) Libre de pérdida o daños directa o indirectamente causados por terremotos, erupciones volcánicas u oleaje, producido por ellos.

16. Queda convenido que ninguna cesión de la presente Póliza o de intereses en ella, o en cualquier suma que sea o deba ser pagable por la misma obligará a ser reconocida por el asegurador, a menos que una notificación fechada de esta cesión o de este interés, firmada por el asegurado (y en el caso de cesiones subsiguientes por el cedente), sea suscrita en la Póliza y que ésta con tal endoso se presente antes del pago o de cualquier reclamación de extorno de prima a que tenga derecho. Pero esta

cláusula no tendrá efecto alguno como convenio de los aseguradores para una venta o transferencia a nueva gerencia.

CLÁUSULA ADICIONAL 231.

Mientras que en y/o en los almacenes durante la construcción y hasta que esté listo para el lanzamiento, y durante, e incluyendo el lanzamiento, puesto en dique y/o sacado de dique, con equipos y/o con maquinaria, embarcada y/o armas de fuego y piezas de artillería, y/o material, carbón, pertrechos u otras cargas o incluyendo todo riesgo de maquinaria, armamento u otras averías y/o en viaje o viajes de prueba como adonde quiera que sean, igualmente incluyendo como riesgo incidental estando en carena o fuera de dique antes y/o después de pruebas que puedan encontrarse necesarias hasta que esté aceptada la entrega desde..... por la persona o personas indicadas por..... para recibirla cerca o lejos.

Incluyendo todos los riesgos de incendio o averías para materiales, maquinaria y/o motores y/o calderas y/o pertrechos que pueden formar parte o eventualmente llegar a formarla del citado navío, y/o los soportes, andamiajes, y/o los otros instrumentos usados en la construcción y/o en el lanzamiento del citado buque; y/o los dibujos y/o plantillas usados en la construcción del casco y maquinaria, mientras que estén en los almacenes o en cualquier otra parte, si están causadas por negligencia o de otra manera, y se permite a los obreros usar fraguas y otros fuegos y luces durante la construcción del buque.

Cualquier parte de la maquinaria o casco está también cubierta con este seguro durante la elaboración en el sitio o en y el riesgo de tránsito por f. c. desde tales sitios hasta (si se efectúa por mar se cubre con una prima estipulada después), y continuando todos los riesgos susodichos hasta que el buque esté entregado finalmente.

SHIP REPAIRERS LIABILITY

(Responsabilidad de los reparadores de buques.)

Este seguro cubrirá, libre de franquicia alguna, la responsabilidad legal de los reparadores de buques, hasta a consecuencia de cualquier causa por pérdida y/o daño y/o gasto (excepto demoras) que resulten del daño material al casco y/o maquinaria y/o pertrechos y/o accesorios y/o partes de repuesto, a consecuencia de las reparaciones y/o alteraciones en el buque y/u operaciones de su insta-

da, será considerado como una renuncia o aceptación de abandono.

13. El presente seguro cubrirá también especialmente las pérdidas o daños al casco o maquinaria causados por negligencia del capitán, marineros, maquinistas o pilotos, o por explosiones, estallido de calderas, rotura de ejes o cualquiera defecto latente en la maquinaria o casco, o por otras causas que tengan lugar, tanto en tierra como en otra parte, que causen pérdidas o daños a la propiedad asegurada por la presente, siempre que tales pérdidas o daños no resulten de falta de diligencia por parte de los armadores del buque o de cualquiera de ellos o de los gerentes, y cubrirá todos los riesgos incidentales de la navegación o en diques de carena.

CLÁUSULA DE COLISIÓN.

14. Se conviene, además, que si el buque asegurado por la presente entrara en colisión con cualquier otro buque o barco y, a consecuencia de ello, el asegurado viniese obligado a pagar, y pagara por vía de daños, a cualquier otra persona o personas, cualquier suma o sumas respecto a tal colisión, el asegurador pagará al asegurado tal, proporción de tal suma o sumas así pagadas como corresponda a sus respectivas suscripciones, en relación con el valor asegurado del buque cubierto por la presente, sin que su responsabilidad, con respecto a una de tales colisiones, pueda exceder de su parte proporcional sobre el valor del buque asegurado, y, en los casos en que la responsabilidad del buque haya sido constatada o se hayan seguido procedimientos para limitar la responsabilidad, con el consentimiento escrito de los aseguradores, pagarán también igual proporción de las costas en que el asegurado haya incurrido por ello o esté obligado a pagar; pero cuando ambos buques resulten culpables, entonces, a no ser que la responsabilidad de los armadores de uno de tales buques, o de ambos, sea limitada por la ley, las reclamaciones fundadas en la presente cláusula serán liquidadas sobre el principio de responsabilidad recíproca, como si los armadores de cada buque hubiesen sido obligados a pagar a los armadores del otro de tales buques, la mitad o cualquier otra proporción de los daños de este último, que haya podido ser propiamente admitida, al determinar el saldo o suma pagable por o al asegurado a consecuencia de tal colisión.

Se conviene, además, que los principios comprendidos en esta cláusula serán aplicables al caso en que ambos buques sean propiedad, en parte o en total, de los mismos armadores, y todas las cuestiones de responsabilidad e importe de indemnizaciones entre los dos buques serán sometidas a la decisión de un solo árbitro, si las partes pueden po-

nerse de acuerdo sobre el nombramiento de un único árbitro, y en defecto de tal convenio a la decisión de árbitros, uno nombrado por los propietarios gerentes de ambos buques y el otro nombrado por la mayoría, en suscripción, de los aseguradores interesados en cada buque. Los dos términos de la Ley de Arbitrajes de 1889 serán aplicables a tal arbitraje y la decisión de tal árbitro o de dos cualquiera de los tres árbitros designados en la forma anteriormente indicada, será decisiva y obligatoria.

Esta cláusula se extenderá también a cualquier suma que el asegurado puede estar obligado a pagar o pague, por remoción de obstáculos, en virtud de disposiciones de las autoridades por daños a puertos, muelles, embarcaderos, estacadas y construcciones similares, o por pérdida de vida o daños personales a consecuencia de tal colisión.

CLÁUSULA DE PROTECCIÓN E INDEMNIDAD.

15. Se conviene también que si el asegurado, por razón de su interés en el buque asegurado, fuese obligado a pagar, y pagara, cualquier suma o sumas con respecto de cualquier responsabilidad, reclamación, demanda, daños y/o gastos provenientes u ocasionados por cualquiera de las siguientes causas o hechos durante la vigencia de esta Póliza, a saber:

Pérdida o daño de cualquier otro buque o artículos, mercancías, flete u otras cosas o intereses de cualquier naturaleza a bordo de tal otro buque, causados directa o indirectamente por el buque asegurado, en tanto no estén cubiertos por la cláusula de colisión fijada anteriormente.

Pérdida o daño por cualquier artículo, mercancías o flete u otras cosas o intereses de cualquier naturaleza, distintos de los anteriormente citados (no siendo aparejos de constructores o materiales, o cargo a bordo del buque asegurado), tanto a bordo del buque asegurado o no, y cualquiera que sea la causa que los produzca.

Pérdida o daño a cualquier puerto, dique (de carena u otros), gradas, parrillas, varaderos, pontones, muelles, embarcaderos, cargaderos, boyas, cables de telégrafos u otros objetos fijos o movibles, de cualquier naturaleza, o a objetos o propiedades en o sobre los mismos, cualquiera que sea la causa.

Cualquier intento o trabajo de elevación, remoción o destrucción de los restos del buque asegurado o de su cargamento, cualquier negligencia o fracaso en la puesta a flote, desplazamiento o destrucción del buque.

Cualquier suma o sumas por las cuales el asegurado esté obligado o contraiga por causas no especificadas en la presente, pero que sean absoluta o condicionalmente recobrables, de o cubiertos por la

"Liverpool and London Etemship Protection indemnity Association Limited" y/o "North of England Protecting Indemnity Association", pero excluyendo pérdida de vida o daños corporales.

Los aseguradores pagarán al asegurado tal proporción de tal suma o sumas así pagadas, o por las que pueda el asegurado ser requerido para indemnizar por tales pérdidas, según su respectiva suscripción en el valor asegurado sobre el buque, cubierto por la presente, siempre que la suma recobráble por ello, en relación a cualquier accidente o serie de accidentes provenientes del mismo, no exceda la suma así asegurada, y cuando la responsabilidad del asegurado haya sido concertada con el consentimiento escrito de las dos terceras partes en suscripción de los aseguradores del buque asegurado por la presente, los que suscriban pagarán también la misma proporción de las costas que el asegurado haya contraído por ello o esté obligado a pagar.

No obstante lo anterior, esta Póliza se garantiza libre de cualquier reclamación proveniente directa o indirectamente de la Ley de Accidentes de Trabajo (Workmen Comensation Act), o sobre responsabilidad de patronos (Employer's Liability Act), o cualquier otra responsabilidad derivada de leyes referentes a accidentes de trabajadores.

a) Libre de captura, secuestro, arresto, presa o detención y de sus consecuencias o de cualquier intento para ello (excepto piratería), y también de todas las consecuencias de hostilidades u operaciones bélicas, tanto anteriores como posteriores a la declaración de guerra.

b) Libre de pérdida o daño causado por huelguistas, obreros despedidos o personas que tomen parte en disturbios obreros, o motines, o conmociones civiles.

Si se anula la cláusula a), la cláusula c) tomará efecto como parte de esta póliza.

c) Libre de cualquier reclamación fundada en la pérdida o frustración del viaje o expedición asegurada, causadas por arrestos, restricciones o detenciones, por orden de reyes, príncipes o pueblos.

d) Libre de pérdida o daños directa o indirectamente causados por terremotos, erupciones volcánicas u oleaje, producido por ellos.

16. Queda convenido que ninguna cesión de la presente Póliza o de intereses en ella, o en cualquier suma que sea o deba ser pagable por la misma obligará a ser reconocida por el asegurador, a menos que una notificación fechada de esta cesión o de este interés, firmada por el asegurado (y en el caso de cesiones subsiguientes por el cedente), sea suscrita en la Póliza y que ésta con tal endoso se presente antes del pago o de cualquier reclamación de extorno de prima a que tenga derecho. Pero esta

cláusula no tendrá efecto alguno como convenio de los aseguradores para una venta o transferencia a nueva gerencia.

CLÁUSULA ADICIONAL 231.

Mientras que en y/o en los almacenes durante la construcción y hasta que esté listo para el lanzamiento, y durante, e incluyendo el lanzamiento, puesto en dique y/o sacado de dique, con equipos y/o con maquinaria, embarcada y/o armas de fuego y piezas de artillería, y/o material, carbón, pertrechos u otras cargas o incluyendo todo riesgo de maquinaria, armamento u otras averías y/o en viaje o viajes de prueba como adonde quiera que sean, igualmente incluyendo como riesgo incidental estando en carena o fuera de dique antes y/o después de pruebas que puedan encontrarse necesarias hasta que esté aceptada la entrega desde..... por la persona o personas indicadas por..... para recibirla cerca o lejos.

Incluyendo todos los riesgos de incendio o averías para materiales, maquinaria y/o motores y/o calderas y/o pertrechos que pueden formar parte o eventualmente llegar a formarlas del citado navio, y/o los soportes, andamiajes, y/o los otros instrumentos usados en la construcción y/o en el lanzamiento del citado buque; y/o los dibujos y/o plantillas usados en la construcción del casco y maquinaria, mientras que estén en los almacenes o en cualquier otra parte, si están causadas por negligencia o de otra manera, y se permite a los obreros usar fraguas y otros fuegos y luces durante la construcción del buque.

Cualquier parte de la maquinaria o casco está también cubierta con este seguro durante la elaboración en el sitio o en y el riesgo de tránsito por f. c. desde tales sitios hasta (si se efectúa por mar se cubre con una prima estipulada después), y continuando todos los riesgos susodichos hasta que el buque esté entregado finalmente.

SHIP REPAIRERS LIABILITY

(Responsabilidad de los reparadores de buques.)

Este seguro cubrirá, libre de franquicia alguna, la responsabilidad legal de los reparadores de buques, hasta a consecuencia de cualquier causa por pérdida y/o daño y/o gasto (excepto demoras) que resulten del daño material al casco y/o maquinaria y/o pertrechos y/o accesorios y/o partes de repuesto, a consecuencia de las reparaciones y/o alteraciones en el buque y/u operaciones de su insta-

lación de maquinaria situada en o cubierto incluyendo los locales de los sub-contratistas. Incluyendo también su responsabilidad legal por pérdida y/o daños y/o gastos sobre la propiedad de terceras partes, incluyendo pérdida de vida o daños personales causados por o por medio del buque asegurado, mientras se encuentre a su cargo. Excluyendo empleados del asegurado. En el caso de que se discuta la responsabilidad del asegurado, con el consentimiento de la mayoría en número de los aseguradores de la presente, este seguro pagará tam-

bién los gastos y costas en que se incurra o se pague a tal respecto. Queda convenido que esta Póliza no se reducirá por cualquier pérdida pagada o no pagada bajo la misma y siempre será aplicable en su total importe, pero, no obstante cualquier cosa en contrario en la presente, la responsabilidad de los aseguradores bajo esta Póliza, queda limitada a respecto a cualquier pérdida y en cualquier momento. Prórroga y extornos a prorrata diaria, pero con prima mínima 1/20 por 100. Libre de captura y secuestro.



Información Profesional

REGLAS DEL REGISTRO DEL LLOYD RELATIVAS A BUQUES DE ACERO

Las Sociedades clasificadoras, con su amplia experiencia y conocimiento en la construcción de buques, y con sus registros de fracasos y averías, han desempeñado un gran papel en el perfeccionamiento estructural del buque moderno, de igual modo que las normas de robustez y condiciones marinerías incorporadas a sus Reglas han ejercido una influencia beneficiosa en la construcción del barco y la maquinaria. Es costumbre de tales Sociedades publicar de cuando en cuando modificaciones de las normas referentes a la clasificación de los buques cada vez que la experiencia y la investigación justifican tales cambios; y en este respecto, las modificaciones publicadas recientemente por el Lloyd Register of Shipping son de gran interés e importancia, pues no sólo representan cambios considerables en los métodos para calcular los escantillones de las estructuras en los buques de acero, sino que por vez primera se incluye en ellas una sección sobre la calidad y la prueba de las aleaciones ligeras empleadas en la construcción naval. Estas innovaciones tienen una significación de trascendencia. Los cambios que se han aprobado representan notable adelanto en la evolución de las estructuras de los barcos, y la forma en que están presentados parece apoyarse en una base científica perfeccionada si se comparan con los que vienen a reemplazar.

Es preciso indicar, sin embargo, que las modificaciones introducidas pueden adoptarse, si los propietarios las autorizan, mientras se completa la revisión de las restantes secciones de las Reglas. Esta labor está ahora entre manos.

Ciertos puntos de las antiguas Reglas han desaparecido totalmente. Por ejemplo, las expresiones "buque de escantillón máximo" (full-scantling vessel) y "buque de superestructura completa" (supers-

tructure vessel) se han hecho desaparecer, si bien permanecen las clases 100 A y 100 A con *franco bordo*. Otra desviación interesante de la tradición existente largo tiempo es la desaparición en las nuevas Reglas de los numerales para los escantillones $L \times D$ así como $L \times (B + D)$.

La base para determinar los escantillones del material "longitudinal", es decir, material que resista a la flexión longitudinal, es la eslora del buque, pues por esta dimensión se regula ahora el espesor de las planchas del costado y el fondo.

Relacionado con cada eslora hay un puntal básico y un calado básico (el correspondiente al franco-bordo de verano). Cuando el puntal de los buques actuales difiere del normal, se hace una corrección, disminuyendo el espesor del material si aquél excede del normal, y viceversa, mientras que en la corrección del calado éste y el espesor aumentan y disminuyen a la vez. El procedimiento es absolutamente lógico, puesto que con el aumento de puntal crece la distancia entre las "alas" de la armazón del casco, de modo que con el mismo momento de flexión y tensión puede reducirse la superficie del material en las "alas". Además, al aumentar el calado aumentará también el momento de flexión y deberá por lo tanto aumentar igualmente la superficie de las alas para mantener la misma tensión.

Nótese que cuando existe una superestructura de eficacia activa (es decir, cuya longitud exceda del 15 por 100 de la eslora del buque y que, por consiguiente, permita considerar que contribuye a la tensión longitudinal) el puntal empleado para determinar el espesor de las planchas del casco puede tomarse para la cubierta de superestructura, lo que producirá el efecto de consentir que se reduzca el espesor del casco en la extensión de un alcázar largo.

Los escantillones del ala superior de la armazón del casco, es decir, de la cubierta resistente, se formulan en las tablas en términos de eslora por pun-

tal y calado normales, y en cuanto a las planchas del casco, las correcciones se señalan previendo las variantes de las dimensiones normales del puntal y el calado y se efectúan en la forma ya descrita para otros elementos de la estructura. Una desviación interesante del método adoptado en las primeras Reglas es que los escantillones de la cubierta resistente se expresan en forma de áreas de sección del material, método que evita la necesidad de especificar un recogimiento de bocas normal o la manga normal de una escotilla. Es necesario, sin embargo, introducir una corrección en el área de sección para los cambios de manga, puesto que al aumentar ésta habrá que aumentar el módulo de la sección y esto implica aumento en el área del ala.

Para las planchas de las cubiertas resistentes se indican las áreas de sección, y es por lo tanto esencial señalar el espesor mínimo de las planchas no revestidas, el cual debe estar asociado con cierto espaciado de los baos si ha de evitarse el alabeo de aquéllas en el caso de compresión. El espesor mínimo está indicado en las tablas.

Se hace otra corrección del área de las planchas de la cubierta resistente para atender a la variación de altura entre cubiertas respecto de la dimensión normal de 8'-6". Para un puntal dado en relación con la cubierta resistente, es obvio que a medida que la altura del primer entrepuente debajo de la cubierta aumenta, se acerca más la segunda cubierta al eje neutro de flexión, de modo que contribuye menos eficazmente al módulo de sección de la viga equivalente. Para compensar este efecto se necesita un aumento en el área de la cubierta resistente cuando la altura de los entrepuentes excede de 8'-6". En forma análoga, si la altura del segundo entrepuente excede de 8'-6", será necesario otro aumento del área de sección de la cubierta resistente. Las áreas de sección de las cubiertas inferiores a la resistente están formuladas, en términos de la eslora del buque, por una manga normal, con una corrección para la variación de esta última.

Se ha introducido una modificación importante relativa a la extensión de los escantillones en la medianía del buque, a saber: que el espesor del casco, la cinta alta y las planchas de cubierta han de mantenerse ahora en una longitud de 0,4 L, en la medianía del buque, en lugar de 0,5 L como antes. El espesor de las planchas de la quilla plana se mantendrán, sin embargo, en toda la eslora de aquél.

El método seguido para determinar los escantillones de la armazón principal es el de las anteriores Reglas. Se formulan aquéllas en términos del puntal del buque y la clara entre cuadernas (designada ahora h en lugar de d como antes). Asociados a cada puntal están un calado básico y una clara normal de cuadernas, pero pueden introducirse va-

riaciones del calado mediante una corrección en tanto por ciento. Los pormenores de toda la armazón están ahora concentrados en una sola tabla y se ha prescindido de tablas separadas para buques de una sola cubierta, de escantillón máximo y de superestructura completa. Por lo que respecta a la estructura, la diferencia entre buque de escantillón máximo y de superestructura completa es cuestión sencillamente de diferencia de calado, mucho más fácil de hacer entrar en cuenta mediante la corrección del mismo. Además, es mucho más fácil la determinación de escantillones para los casos intermedios. Otra característica de la tabla de cuadernas, que se estimará por quienes hayan de aplicar las Reglas, es que los escantillones básicos para secciones de angulares se formulan en los términos de la British Standard Specification de 1924. Los módulos de las distintas secciones se incluyen en la tabla, al lado de los escantillones, para facilitar la interpolación.

Los escantillones de superestructuras "cortas" se señalan en una tabla basada en la eslora del buque. Existiendo superestructuras de eficacia activa (es decir, de eslora superior al 15 por 100 de la del buque), la cubierta en que se asientan se convierte en cubierta resistente, y los escantillones de una cubierta de eslora larga se determinan por la tabla correspondiente a las cubiertas resistentes.

Otros puntos en que las Reglas han sido revisadas se refieren a disposiciones para resistir los efectos del macheteo, al robustecimiento de las porciones de proa del fondo, a los alcázares elevados y a los refuerzos que exige la navegación entre hielos.

El capítulo que se ocupa de la calidad y pruebas de las aleaciones de aluminio en la construcción naval, constituye una innovación interesante. El empleo de tales aleaciones es cosa casi enteramente nueva y las reglas se han articulado de manera que sean susceptibles de revisión a la luz de la experiencia y de nuevos conocimientos. Se las considera, por lo tanto, como expresión de normas de ensayo y no se propone su aplicación para planchas de material cuyo espesor sea inferior a 18" ni para secciones pequeñas. En general, lo propuesto sigue líneas análogas a las de las Reglas respecto a la calidad y las pruebas del acero para la construcción naval.

Puesto que existe una amplia variedad de aleaciones de aluminio, se ha considerado oportuno especificar los límites de la composición química, y las Reglas indican el tanto por ciento máximo de los distintos elementos que pueden presentarse unidos al aluminio. La especificación afecta a los dos tipos básicos de aleaciones ligeras, a saber: las susceptibles de tratamiento térmico y las que no lo son. El cuadro que sigue

LIMITES EN LA COMPOSICION DE ALEACIONES LIGERAS PARA LA CONSTRUCCION NAVAL

ELEMENTO	TANTOS POR CIENTO MÁXIMOS ADMISIBLES	
	Susceptibles de tratamiento térmico	No susceptibles de tratamiento térmico
Cobre	0,10	0,10
Magnesio	1,50	5,50
Hierro	0,60	0,75
Silicio	1,30	0,60
Manganeso	1,00	1,00
Cromio	0,50	0,50
Cinc	0,30	0,10

indica las composiciones previstas tanto para planchas como para angulares.

Los requisitos para las pruebas de estiramiento son que el alargamiento haya de medirse en una longitud de ocho pulgadas y la anchura de las probetas sea como sigue:

ESPESOR	ANCHURA
Más de 0,875".....	No superior a 1 1/2"
0,875" - 0,375".....	" " a 2 "
Inferior a 0,375".....	" " a 2 1/2"

Los requisitos mínimos relativos a los ensayos de estiramiento son los siguientes:

Fuerza aplicada en el ensayo 0,1 por 100 mínimo: toneladas por pulgada cuadrada.....	8
Fuerza mínima de rotura a la tracción: toneladas por pulgada cuadrada.....	17
Alargamiento mínimo en 8" por 100.....	10

No obstante estos requisitos, permiten las Reglas que por la Comisión se estudien otras aleaciones o composiciones químicas si los propietarios y constructores proponen la sustitución.

El hecho de que el Lloyd haya incluido estas reglas relativas al empleo de aleaciones de aluminio en la construcción naval—lo cual representa en realidad la aprobación de las mismas—, debiera constituir un incentivo para que los proyectistas examinaran las posibilidades de materiales más ligeros para la fabricación de buques.

La mayor parte de los arquitectos navales convenirá en que las nuevas Reglas son más fáciles de seguir e interpretar que las anteriores; pero aparte esta consideración, el procedimiento para determi-

nar los escantillones se ha establecido sobre una base más racional. Los métodos que ahora se indican están mucho más de acuerdo con los principios fundamentales que rigen el proyecto de las grandes estructuras, y la Sociedad clasificadora debe ser felicitada por este notable progreso y singularmente por su certera visión al aprobar las aleaciones ligeras en la construcción naval.

EXPERIENCIAS OBTENIDAS CON LOS BARCOS TURBO-ELECTRICOS

La sección turbo-eléctrica está ya reconocida, especialmente en los Estados Unidos, como un sistema eficaz y seguro para la propulsión de algunos barcos mercantes. Además, la facilidad con que puede medirse el comportamiento de la maquinaria eléctrica ha llevado a la publicación de los datos del viaje, pruebas y de la operación en servicio, que justifican plenamente las ventajas que se le atribuyen. Todo esto, sin embargo, no es suficiente para garantizar la instalación de lo que para muchos maquinistas de barcos es un tipo de maquinaria sin probar y algo compleja. Lo que se necesita es alguna indicación de lo que puede denominarse vulgarmente los obstáculos con que se tropieza durante la operación de los barcos propulsados eléctricamente.

Por lo tanto, se ha prestado considerable interés a la Memoria de Mr. J. A. Malcolmson titulada *Notas sobre el funcionamiento y la experiencia obtenidas con los petroleros T-2 construídos en tiempo de guerra con acción turbo-eléctrica*, leída recientemente en la Society of Consulting Marine Engineers and Surveyors. Las características principales de estos barcos ya se conocen, pero puede recordarse que tienen una eslora total de 60 metros y son capaces de transportar 13.700 toneladas de aceite a una velocidad de 15 1/2 nudos, siendo las condiciones de vapor inicial 31,73 kgs. por cm² y la temperatura final 730° F. La propulsión turbo-eléctrica constituye, según ha indicado el autor, la elección lógica para la producción en masa en los Estados Unidos, y como se ha dicho en otras ocasiones, con la eliminación del tallado del engranaje desaparece el mayor obstáculo para una producción rápida. Esto, junto con los sencillos métodos de instalación y distribución de energía, le hizo ideal. Estaba especialmente indicado para petroleros debido a que el generador principal de propulsión puede emplearse también como una fuente de energía para la maquinaria del bombeo de la carga, haciendo con ello posible el empleo de potentes bombas de aceite de carga, centrífugas, accionadas a motor. Se han instalado tres de estas bombas, de 2.000 galones por

minuto cada una, con una presión de 87 metros, y el promedio de tiempo para sacar una carga de aceite de, por ejemplo 120.000 barrels (13.700 toneladas), es de quince a veinticuatro horas, según la clase de aceite.

El problema de la selección del personal para operar estos barcos—nueve de los cuales han sido comisionados por la compañía del autor de la Memoria—no presentó ninguna dificultad, llevando todos ellos maquinistas con conocimientos corrientes de maquinaria de vapor. A primera vista, algunos de los primeros maquinistas que habían estado durante muchos años en barcos equipados con máquinas alternativas, no acogieron el cambio con mucho gusto; pero después de seis meses esta actitud había cambiado por completo y ninguno pensaba en volver a sus antiguos barcos. Como una persona entendida observó, lo peor que se podía hacer al iniciar a un hombre en las dificultades de la propulsión eléctrica, era darle un diagrama muy grande de construcción eléctrica con todos los aparatos de medición y dispositivos protectores dibujados encima del circuito principal de propulsión. “Estos diagramas—dijo—, o bien le producían un ataque al corazón o le hacían abandonar el barco muy deprisa.” Nuestra propia experiencia es que los oficiales de máquinas se dan cuenta en seguida de las peculiaridades de la maquinaria que se les encomienda y rápidamente adquieren un completo conocimiento de la forma en que debe manejarse. Esto, evidentemente, fué lo que ocurrió con el personal de los barcos en cuestión.

Lo esencial para el debido cuidado y entretenimiento de la maquinaria eléctrica es la limpieza y las conexiones ajustadas; pero, además, no debe olvidarse la importancia de la temperatura. Se encarga el examen de todos los aislamientos a intervalos regulares por si hubiera indicios de grietas que pudieran permitir que entrara la humedad, y con este fin se ha preparado una lista de aislamientos, esto es, un cuadro, que muestra la resistencia de éstos, que cubre todo el equipo principal y auxiliar, y esta lista tiene que ser rellena por el personal del barco y presentada junta con los extractos del cuaderno de máquinas.

En los primeros días en que se operaron estos petroleros T-2 se tropezaron con serias dificultades por causa de los fallos de los tubos del condensador. Se creyó que, entre otras cosas, la electrolisis podría haber sido la causa, y el autor insinúa que el incremento de potencial producido por alguna inducción eléctrica puede ser la causa de algunos de los fallos que han tenido lugar en los últimos años en barcos de este tipo. En este caso, sin embargo, sustituyendo los tubos metálicos del Almirantazgo por tubos de níquel o latón-aluminio, se venció la difi-

cultad. También se insinúa la falta de eliminadores de aire, y el autor refiere la experiencia de otros maquinistas con un gran conocimiento de los barcos propulsados eléctricamente, que consideraba que la instalación de un separador de aire quitaría bastante aire mezclado en el agua de circulación para evitar el fallo del tubo del condensador. Además, si bien al T-2 le hacen falta 15.000 galones de agua de circulación por minuto, que exigen más de 125 HP., los barcos que él operaba con unidades propulsoras similares de la misma potencia, aproximadamente necesitaban solamente 6.700 galones por minuto y 60 HP.

FLUCTUACIONES EN LOS VALORES DE LOS BARCOS

Un conocido constructor de barcos, que durante muchos años ha dado los precios de construcción de un vapor de una sola cubierta, de unas 7.500 toneladas de p. m. de una especificación sencilla, pero antes de la guerra de 1914-18, permitiendo al constructor solamente un beneficio razonable—pero no en competencia con otros constructores—, ha estado dando su opinión a una conocida revista técnica durante el pasado año acerca del coste de construcción de un barco de 9.500 toneladas—de motor o de vapor—. Este constructor escribe de nuevo lo siguiente (puesto que los tiempos han cambiado), este análisis no se ocupa ya del barco de 7.500 toneladas antes mencionado):

“Durante los pasados seis meses el coste de la construcción de buques mercantes ha experimentado nuevamente un aumento considerable. Los precios del acero han subido en un 5,5 por 100, y la reducción de la semana de trabajo ha aumentado el coste de los jornales en un 7 por 100. Esto ha afectado, no solamente a los gastos del astillero, sino también prácticamente a casi todos los de los subcontratistas. Además de estos factores, se ha hecho cada vez más difícil obtener suministros de materiales y equipos que, con el consiguiente retardo en las entregas de éstos, han trastornado el ritmo de producción y prolongado el tiempo de construcción y armamento, causando un ulterior aumento de coste.

Se puede sugerir que estos factores perturbadores son una consecuencia de que la industria está atravesando un período en el que no se dispone de una mano de obra especializada, habiendo, por otra parte, una demanda de producción de todas clases, y que esta situación tiene que encontrar, a su debido tiempo, un verdadero nivel económico entre oferta y demanda. Esto no debería excluirse como

un desarrollo posible y conveniente. Sin embargo, parece ser que es muy poco lo que la industria puede hacer para detener el actual crecimiento en los costes de producción.

Considerando lo que en los próximos seis meses pudiera ocurrir, y ateniéndonos solamente a los efectos reales de los factores antes mencionados, el aumento de precio de un barco de carga tipo de 9.500 toneladas, comparado con el de junio de 1947, es de 20.000, lo que representa un precio actual de £ 350.000."

En el número extraordinario semestral de "Fair-play" de 3 de julio último se expresaba la opinión de que un barco de 9.500 toneladas de peso muerto, con cubierta de abrigo abierta, con una especificación media y una velocidad de 12,5 a 13 nudos, que se presentó hace dos años como un barco básico para calcular la tendencia de los precios, sería un tipo adecuado para este fin. En los últimos seis meses, el tipo de tonelaje encargado en los astilleros británicos ha variado considerablemente; pero puede decirse que los barcos de carga de tamaño medio, que han sido encargados, tienden a aproximarse al tipo en cuestión; muchos de ellos responden a dicha especificación en todos sentidos. En lo que se refiere a los buques de carga, los encargos pueden dividirse, aproximadamente, en tres clases: buques de carga de línea de 15 nudos, con un peso muerto de unas 10.000 toneladas, propulsados por motores Diesel o turbinas de vapor con calderas acuotubulares que desarrollan 7.000 s. h. p.; barcos de carga en conformidad con la especificación en cuestión, y una clase pequeña de tipo "Mediterranean", con un peso muerto aproximado de 4.000 toneladas, propulsados por máquinas alternativas de vapor o motores Diesel hasta de 3.500 s. h. p., desarrollando una velocidad de 14 nudos. Sir Wilfrid Ayre ha sugerido que el "tramp" del porvenir puede ser un barco más pequeño que el que se ha empleado en el pasado, un barco quizá de 5.000 a 6.000 toneladas de peso muerto, con una buena velocidad de servicio y comodidades modernas. Hasta ahora pocos han sido los barcos de esta clase encargados en los astilleros británicos; pero este tipo está llamado a despertar un creciente interés en el futuro.

Durante los pasados seis meses, la situación de los astilleros británicos se ha ido haciendo cada vez más difícil. La escasez de carbón ha hecho sentir sus inevitables efectos, y además de la influencia indirecta en lo que se refiere a las demandas en la entrega de los accesorios subcontratados, que son un factor fundamental de la producción de barcos, ha habido un aumento importante en el precio del acero. El 1.º de octubre el precio de las planchas de acero había subido de 17 £, cuatro chelines, seis peniques a 18 £, tres chelines por tonelada, y esto,

naturalmente, ha tenido una seria repercusión. Hay que añadir a esto que el aprovisionamiento de acero ha empeorado últimamente, y ahora los acopios de materiales que normalmente tienen los astilleros han quedado extraordinariamente reducidos con el resultado de que el ritmo de la producción ha sido seriamente obstacuzado. Además, las exportaciones se han llevado a cabo con un entusiasmo tan mal dirigido, que los elementos necesarios para el armamento de barcos se han enviado al extranjero a nuestros competidores. Y por si fuera poco, ahora se está dejando sentir toda la fuerza de la reducción de las horas de trabajo en los astilleros, establecida el 1.º de marzo de 1947; la producción, debido a varias causas que no hay necesidad de mencionar aquí, no ha sido lo suficiente para compensar la disminución de la semana de trabajo; pero hay alentadores síntomas de que los más importantes centros de trabajadores se están dando cuenta al fin de la gravedad de la situación.

El efecto de todos estos impedimentos en la explotación económica de los astilleros fué compendiado por el doctor B. P. Andreae en la última Junta general de "William Dixford and Sons Ltd.", cuando manifestó que durante el año que se examina solamente fueron terminados siete barcos, mientras que el año anterior se terminaron ocho, siendo la meta establecida al final de las hostilidades de 12 al año. Este caso es típico de la industria de construcción naval inglesa en general. Teniendo en cuenta el alza en el precio del acero, que se calcula ha aumentado, el precio del buque tipo es de 10.000 £; considerando el tiempo prolongado en la construcción y el aumento en el coste de los equipos, nos vemos obligados a sacar la conclusión de que durante los últimos meses el precio de nuestros barcos ha subido 20.000 £. Por lo tanto, el nuevo precio es de 350.000 £ (37 £ por tonelada de peso muerto) en lugar de 330.000 £ de hace seis meses, y el precio medio para un barco de vapor es de 335.000 £ (35 £ y cinco chelines la tonelada de peso muerto).

En cuanto a un barco ya terminado, de las características mencionadas, creemos que, en vista de que la entrega de un barco nuevo no se puede conseguir hasta dentro de dos años, por lo menos, e incluso la venta de buques "Liberty" y "Victory" está actualmente restringida, debería añadirse un sobreprecio al de construcción. Refuerza esta opinión el hecho de que un barco completamente conforme con nuestras especificaciones, que se encontraba en gradas con fecha de entrega para el próximo verano, fué sujeto recientemente a negociaciones para su compra en algo más de 400.000 £. Por lo tanto, podemos calcular, sin temor a equivocarnos, que una motonave terminada, de 9.500 toneladas de

peso muerto y una velocidad en servicio de 12,5 a 13 nudos, se vendería por 420.000.

Para el barco tipo de 9.500 toneladas, a motor, los precios calculados para su construcción oscilan del siguiente modo:

	Por ton. de peso muerto	
	Libras	Chelines
21 diciembre 1945	28	0
30 junio 1946	30	10
31 diciembre 1946	31	10
30 junio 1947	34	15
31 diciembre 1947	37	0

Para una motonave terminada del mismo tamaño y especificación, se puede calcular como sigue:

	Libras
31 diciembre 1945	240.000
30 junio 1946	290.000
31 diciembre 1946	310.000
30 junio 1947	370.000
31 diciembre 1947	420.000

El coste de construcción de un barco de 9.000 toneladas, en agosto de 1939, se calcula alrededor de 145.000 £ para una motonave y 130.000 para un barco a vapor.

PRUEBAS DE LANZAMIENTO DE COHETES DESDE SUBMARINOS POR LA ARMADA AMERICANA

La Prensa y la "radio" han difundido, en los últimos días, la noticia de que unidades de la flota submarina de los Estados Unidos han efectuado interesantísimas maniobras frente a San Diego. Lo más importante de estas maniobras ha sido el disparo o lanzamiento aéreo de proyectiles cohetes, especialmente parecidos a las V-1 y V-2 que emplearon los alemanes en la última parte de la guerra pasada para el bombardeo de la isla briánica. Muy interesante también ha resultado en estas maniobras las pruebas efectuadas con sumergibles propulsados por motores de peróxido de hidrógeno, en las cuales se han alcanzado velocidades verdaderamente increíbles en inmersión del orden de los 20 nudos.

Desde las experiencias de Bikini, efectuadas con bombas atómicas sobre buques, seguramente el Estado Mayor norteamericano se convenció de la in-

vulnerabilidad práctica del submarino a las armas atómicas. Esta propiedad es tanto más interesante si se tiene en cuenta el extraordinario poder destructivo de las armas atómicas. Mucha gente duda ya del acorazado, por lo menos concebido según los clásicos cánones con su artillería gruesa, su coraza de cintura y su cubierta protectora. La bomba atómica puede destruirlo con facilidad. Algo parecido sucede con los cruceros de combate y, en general, con los barcos de superficie, aunque la vulnerabilidad decrece extraordinariamente cuando la velocidad aumenta. Dentro de pocos años hemos de ver, sin duda, en juego la artillería atómica o, mejor dicho, los lanzamientos en masa de proyectiles-cohetes atómicos, que den una modalidad distinta a la guerra naval.

Pues bien; hasta el presente ninguna de estas armas puede dañar al submarino. Mejorada esta clase de buques con los procedimientos de propulsión rápida e inmersión y con medios que le permiten la permanencia debajo del agua durante muchos días, el submarino renace como nueva Ave Fénix de las cenizas de los tipos antiguos que fueron vencidos por el helicóptero, el radar y el detector ultrasónico.

Los submarinos modernos han de resultar, sin duda, eficacísimos si se presenta un nuevo conflicto bélico por las mejoras últimamente introducidas en los mismos, mejoras éstas entre las que descuellan las siguientes:

1.ª *Propulsión*.—Cada vez se está usando más el sistema de propulsión motores de agua oxigenada. Ya se ha hablado en algunas ocasiones, en las páginas de INGENIERIA NAVAL, de este tipo de motores, por lo cual hacemos gracia a nuestros lectores de su descripción, que seguramente ya conocerán. Solamente interesa resaltar aquí la gran ventaja de reducir la batería de acumuladores, aumentando extraordinariamente la potencia en inmersión. Esta última cualidad permite al submarino huir bajo el agua, es decir, sin ser visto, de fuerzas de superficie relativamente ligeras y esquivar las peligrosas cargas de profundidad.

Las dificultades que al principio se presentaban de almacenamiento del agua oxigenada a grandes concentraciones por su cualidad de explosivo muy inestable y de producir la misma con coste elevado, están siendo vencidas poco a poco, y aunque todavía no se encuentran estas instalaciones en el franco período de la competencia comercial, parece ser que pronto una instalación de esta clase sea tan corriente como lo es hoy en día una planta de dos motores Diesel directamente acoplados.

2.ª *Dispositivo de ventilación interior*.—Este dispositivo fué empleado por primera vez por la flota submarina alemana en el año 1943, con oca-

sión de la batalla del Atlántico, y permite al sumergible permanecer, durante bastantes días, sin subir a superficie, aspirando el aire necesario y exhaustando los gases de los motores de combustión interna a través de un tubo mantenido por una especie de flotador en la superficie, de dimensiones tan pequeñas, que no pueda ser visto en el mar ni detectado por ningún instrumento. Este dispositivo se ha incorporado, de una manera definitiva, a los proyectos de los nuevos submarinos.

3.^a *Armamento*.— Los torpedos modernos son casi todos eléctricos, con lo cual se suprime la estela de lanzamiento y se evita así una causa de detección del sumergible, especialmente cuando la víctima tiene protección aérea. Los tubos de lanzar modernos tienen todos dispositivos de absorción de la burbuja de aire necesario al lanzamiento, con lo cual se evita otra causa de descubrimiento del submarino.

En cuanto al armamento antiaéreo, existen dos tendencias: una de ellas consiste en el casi abandono del mismo, confiando la defensa del submarino frente a la aviación en la profundidad y permanencia en inmersión. La otra tendencia consiste en dotar a los submarinos de varios órganos de lanzamiento de cohetes antiaéreos con espoleta radar. Este armamento tiene, a juicio de los técnicos, inmensas ventajas con relación a la antigua artillería antiaérea, especialmente en lo que se refiere a la incomparable mayor densidad de fuego, a la mayor sencillez que hace que no se deterioren los órganos debajo del agua, como ocurre con los cañones, y a la mayor facilidad de aprovisionamiento y municionamiento. La dispersión de los proyectiles cohetes no resulta mucho mayor a la de la artillería, que puede montarse en un sumergible sin dirección de tiro, casi sin telémetros y en un estado de conservación que no puede ser bueno.

La nueva revelación del submarino como transporte de grandes proyectiles cohetes puede prestar grandes servicios en el terreno estratégico y moral en una guerra. Permite el bombardeo de una nación por alejada que esté de su contraria y lleva la inseguridad, exigiendo grandes gastos de defensa en los nudos industriales y ferroviarios. Hasta

el presente, la imprecisión de tales proyectiles no les hace aptos para el combate naval a gran distancia; pero tal vez el empleo de proyectiles dirigidos será una solución que, por ahora, que nosotros sepamos, no se entrevé.

4.^a *Profundidad de inmersión*.— Cada día los submarinos se proyectan para mayor profundidad de prueba. Ya hay varios buques de este tipo capaces de aguantar la inmersión correspondiente a 200 metros de calado, y hay algunos pocos que todavía pueden descender más.

La profundidad de inmersión es una cualidad táctica muy buena del submarino, pues prácticamente le hace invulnerable a la detección ultrasónica que, como es sabido, hasta el día, sólo puede efectuarse en un cono con ángulo en el vértice muy grande. Además, también defiende mucho al submarino de las cargas de profundidad y le hace mucho más invisible desde el aire.

No tiene más contraindicación que el aumento del peso del casco; pero para reducir éste lo más posible se están empleando aceros de alta tensión, la soldadura integral y muchas aleaciones ligeras en la superestructura de libre circulación, amén del empleo de mamparos bombeados e ingeniosas disposiciones.

5.^a *Aparatos especiales*.— Además de los aparatos conocidos vulgarmente, tales como los escucharruidos, detectores ultrasonoros, telegrafía submarina, parece ser que los nuevos submarinos están dotados de nuevos aparatos electrónicos para detección de aviones y de otros, de los cuales tenemos muy poca información. Desde luego, todos ellos con montura antivibratoria y bien defendida de las cargas de profundidad.

No nos cabe duda que los modernos submarinos representan un arma muy temible que, aunque no pueda dominar el mar, puede destruir el comercio del enemigo y ser un poderoso aliado. Algo parecido pensarán los principales Estados Mayores cuando, a pesar de la enorme discreción que se guarda sobre todas estas construcciones, es público y notorio que en casi todos los países se está construyendo con gran intensidad buen número de submarinos.



Revista de Revistas

BUQUES MERCANTES

EL BARCO DE PASAJEROS "MUNSTER". El primero de dos barcos de 18 nudos para el servicio Dublín-Liverpool. (*The Motor Ship*, febrero 1948.)

Con el fin de mantener el servicio de pasajeros Dublín-Liverpool, la "British and Irish Steam Packet Co." ("Coast, Lines, Ltd.") encargó a Harland & Wolf dos barcos similares, de los cuales el primero está ya terminado y realizó las pruebas el mes pasado. Será destinado al servicio directo Cork-Fishguard hasta que su gemelo, el *Leinster*, esté listo para ser puesto en servicio, y entonces los dos pasarán a la línea Dublín-Liverpool.

Las principales características del *Munster* son:

Eslora total, 112 m.

Eslora p. p., 105 m.

Manga fuera de miembros, 15 m.

Puntal de construcción a la cubierta principal, 5,70 m.

Velocidad, 18 nudos.

Potencia, 5.600 b. h. p.

Toneladas de r. b. aprox., 4.000.

Número de pasajeros, primera clase, 225.

Número de pasajeros, tercera clase, 107.

Se decidió, con mucho acierto, que todos los pasajeros de primera clase tuvieran camarotes individuales; pero hay 28 de éstos que, en caso de necesidad, pueden utilizarse literas altas adicionales. El alojamiento de tercera, instalado en las cubiertas C y D, comprenden 24 camarotes dobles y dos dormitorios para 22 y 38 pasajeros, respectivamente. De los camarotes de primera clase, 26 de los exteriores tienen una puerta de comunicación que se abre a la habitación interior contigua. Se ha dispuesto ventilación mecánica por todas partes, bajo control de los pasajeros. En la cubierta hay dos camarotes especialmente grandes, provistos cada uno de una cama y un sofá-cama, con un cuarto de baño contiguo. Todos los camarotes de primera están en las cubiertas A y D.

Los salones de uso común comprenden un comedor que da a la entrada principal, con mesas pequeñas para 70 pasajeros, habiéndose previsto 12 plazas más en caso de necesidad. La sala de fumar está dispuesta en torno a la escalera principal, y tiene un "bar" en el extremo de proa, y en la cubierta de paseo hay una sala de estar y un salón de lectura en el extremo popa de la cubierta A. Los pasajeros de tercera tienen un salón general, un salón de fumar y un salón de señoras disponible, además de un amplio espacio de paseo para las dos clases de pasajeros. En todos los camarotes hay lavabo con agua caliente y fría. Las unidades "Thermotank" están provistas de filtros de aire para proporcionar una ventilación de aire puro. En unión de la planta extintora de incendios Co2 para las bodegas de carga, se emplea un sistema para la detección de fuegos: Lux-Rich. En todos los alojamientos de pasajeros y tripulación se ha instalado el sistema automático para la extinción de fuegos: Crinnell. Hay siete botes salvavidas a remo y uno con motor, todos manejados por pescantes Bi-Luff. Seis de los botes son de nueve metros de eslora, uno de 8,5, y el bote también de 8,5, pero de caoba, mientras que los otros son de alerce.

El *Munster* puede transportar 484 cabezas de ganado, 222 en la cubierta principal a proa y 262 en la cubierta inferior a proa y a popa. Una innovación en este sentido es el sistema de arrojar el estiércol al mar con eyectores de agua en lugar de bombas.

Se han instalado dos motores Harland-B & W de dos tiempos, con 10 cilindros de 2.800 b. h. p. cada uno. Son del tipo sin cruceta, similares a los que tenía el barco que reemplaza el *Munster*, excepto que las muñequillas y guitarras son de hierro fundido en lugar de ser de acero forjado, y la placa de asiento es completamente soldada. La chumacera de empuje va incorporada en el extremo de popa de la placa de asiento. Los pistones están refrigerados con aceite del sistema de lubricación forzada, y para las válvulas de exhaustación, tapas y camisas

de los cilindros se utiliza agua dulce. Las partes bajas de las camisas de los cilindros se mantienen frías por medio de aire de barrido. Estos motores tienen un diámetro de cilindro de 500 mm. y una carrera de pistón de 900 mm. y funcionan a 130 r. p. m. En la parte de detrás de cada motor se han montado dos soplantes rotativos positivos y están accionados por engranajes desde el eje cigüeñal.

La exhaustación de cada motor principal se lleva a una caldera de tipo Clarkson, que también puede quemar aceite. Si se dispone de más gas de exhaustación que el que hace falta para la caldera, parte del gas se lleva a los silenciadores que, junto con los motores auxiliares, están instalados en la chimenea con combustión de aceite; la capacidad de producción de vapor es de 18 kgs. por hora a una presión de 5,6 kgs. por cm².

La corriente está suministrada por cuatro grupos Diesel Harland & Wolf de 150 kw., funcionando a 450 r. p. m. Incluidos en el equipo auxiliar, accionado eléctricamente, hay dos bombas lubricadoras centrífugas de 170 toneladas, dos de circulación de agua salada de 200 toneladas, dos de circulación de agua dulce de 90 toneladas, una de lastre centrífuga vertical de 100 toneladas, una de contraincendios y dos de baldeo de 100 toneladas, dos de sentina de 60 toneladas cada una, una de ellas de respeto, y dos de agua dulce de 15 toneladas para servicio del barco, una bomba de aceite lubricante de una tonelada para los motores del generador, dos purificadoras centrífugas para aceite combustible de 30 galones, otra purificadora también de 30 galones para aceite lubricante y dos compresores de aire de arranque de tres cilindros de dos fases de una capacidad de 6,79 m. cúbicos por minuto.

BARCOS NORUEGOS CONSTRUIDOS EN ITALIA.

Tres barcos de carga de 9.000 toneladas, con maquinaria de dos tiempos de una sola hélice, Ansaldo Fiat, de 7.500 b. h. p. (*The Motor Ship*, febrero 1948.)

En el Astillero Ansaldo, Génova Sestir, hay tres barcos de especificación similar en vías de terminarse para la "Wilhemsen Line & Fearnley & Eager". Dos son idénticos en todos aspectos, y el tercero se diferencia en que hay bastante más espacio refrigerado que en los otros, mientras que el alojamiento de pasajeros limitado a 12 personas en cada barco, comprende cuatro camarotes individuales y cuatro dobles en el tercer barco, teniendo los dos primeros un departamento especial de dos camas, seis camarotes individuales y dos dobles. La eslora p. p. es de 138 m.; la manga, de 19,5, y el

puntal, de 9,29 a la cubierta principal. Con un peso muerto de 9.00 toneladas, el calado es de 8,22 m.

Todos los barcos son del tipo de cubierta shelter, con cuatro bodegas: dos a proa y dos a popa de la cámara de máquinas. Dos barcos tienen un tanque vertical con una capacidad total de 1.160 toneladas para aceite vegetal y el tercero tiene dos tanques de 1.400 toneladas. La capacidad de combustible es de 1.500 toneladas, aproximadamente, y la maquinaria, que es del tipo Ansaldo Fiat, de doble efecto, desarrolla 7.500 b. h. p., dando una velocidad de unos 16 nudos, cargado en pruebas, de forma que puede suponerse que la velocidad normal en servicio será de unos 15 nudos. La construcción, que es de la más alta clasificación del Lloyds, es de estructura transversal y longitudinal, remachada y soldada.

AUXILIARES DE CUBIERTA Y CÁMARA DE MÁQUINAS.

Todos los auxiliares están operados eléctricamente, y hay 14 chigres de tres toneladas y tres de cinco toneladas. La corriente para alumbrado y energía está suministrada por grupos Diesel, que comprende motores Ansaldo de cuatro tiempos de 305 b. h. p., acoplados a dinamos de 200 kw., siendo la velocidad de 375 r. p. m. También hay un grupo de respeto de 46 b. h. p., que comprende una dinamo de 30 kw., que funciona a 750 r. p. m. Se han instalado dos compresores de aire de arranque con una capacidad de 300 m. cúbicos por hora. La presión máxima es de 30 kgs/cm². Los cilindros del motor principal están refrigerados con agua dulce, y hay tres bombas centrífugas de 375 toneladas, además de dos bombas de aceite lubricante de 220 toneladas para los cojinetes y el sistema de refrigeración de los pistones. Se han instalado cuatro purificadores centrífugos. Dos de estas máquinas son para el aceite combustible, y la capacidad de cada una es de 2.500 litros por hora. Las del aceite lubricante son de 1.700 litros por hora cada una. Tanto el aceite combustible como el lubricante se pasa por calentadores de vapor.

El vapor para los distintos servicios está suministrado por una caldera de gas de exhaustaciones, que puede quemar aceite en el puerto. Hay cuatro bombas accionadas eléctricamente para el sistema de presión de agua del barco. Cada una de estas bombas tiene una capacidad de tres toneladas por hora, empleándose dos para agua dulce y el segundo para agua salada. Para el suministro de agua potable se emplea una bomba similar. Las principales bombas auxiliares comprenden una para servicio general, con una capacidad de 220 toneladas por hora, dos para el trasiego de combustible, una de 100 y otra de 150 toneladas por hora; una bomba

de incendios de 15 toneladas y dos de 70 toneladas para el servicio de incendios, limpieza, lastre y agua dulce.

El motor principal de cada barco tiene nueve cilindros con un diámetro de 640 mm., siendo la carrera de pistón de 1.160 mm. A la potencia normal especificada de 7.500 b. h. p., las r. p. m. son 125.

TEORIA DEL BUQUE

UNA NOTA SOBRE EL COEFICIENTE DE BLOQUE DE UN BUQUE (*Shipbuilding and Shipping Record*, de 25 de noviembre de 1947).

Por muchos ingenieros navales han sido ideadas curvas para la determinación del coeficiente de bloque adecuada para un barco de una eslora y velo-

basadas solamente en la eslora. En estas curvas intervienen solamente las tres variables eslora, velocidad y coeficiente de bloque; una curva variable, la manga, no ha sido considerada más que por Mr. J. Lovett.

Parece posible incluir la manga utilizando el principio básico de las pruebas del canal de experiencias, que es que la velocidad varía con la raíz cuadrada de la variación de eslora o $L/l = n$ y $V/v = \sqrt{n}$. Las curvas trazadas según este principio pueden verse en la figura 2 y son solamente empíricas o deducidas de los auténticos barcos construidos durante los recientes años. No se intente con ellas establecer reglas definitivas en lo que se refiere al coeficiente de bloque ideal, pero se presentan para aclarar un método. Este método, sin embargo, proporciona al parecer una gran aproximación a la práctica común.

No existe, desde luego, un coeficiente de bloque

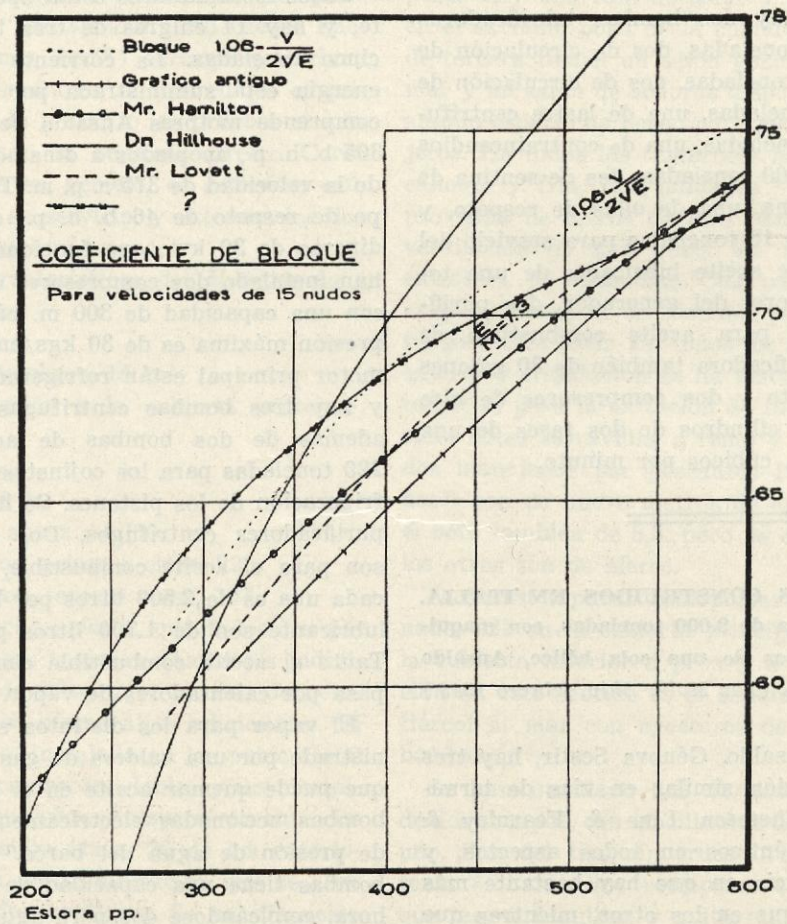


Fig. 1

cidad dadas, y en la figura 1 pueden verse estas curvas para una velocidad—15 nudos—calculada por varias autoridades en la materia. Las discrepancias son evidentes y pudiera pensarse si las curvas están

ideal, ya que algunos armadores pueden preferir un barco de líneas llenas para obtener una capacidad adicional de peso muerto a costa de un consumo extra de combustible, y por otra parte, los barcos

solamente de pasajeros o alguna otra clase de carga ligera pueden construirse con líneas más firmes que las acostumbradas.

La figura 2 incluye para comparación una línea basada en la antigua fórmula $1.06 - V/2 \sqrt{E}$.

En la figura 2 se adoptó la velocidad de 12,5 nudos; esta velocidad se toma como una medida de velocidades en la mayoría de los barcos, pero puede hacerse un diagrama similar para cualquier velocidad básica. El diagrama da directamente los coeficientes de bloque.

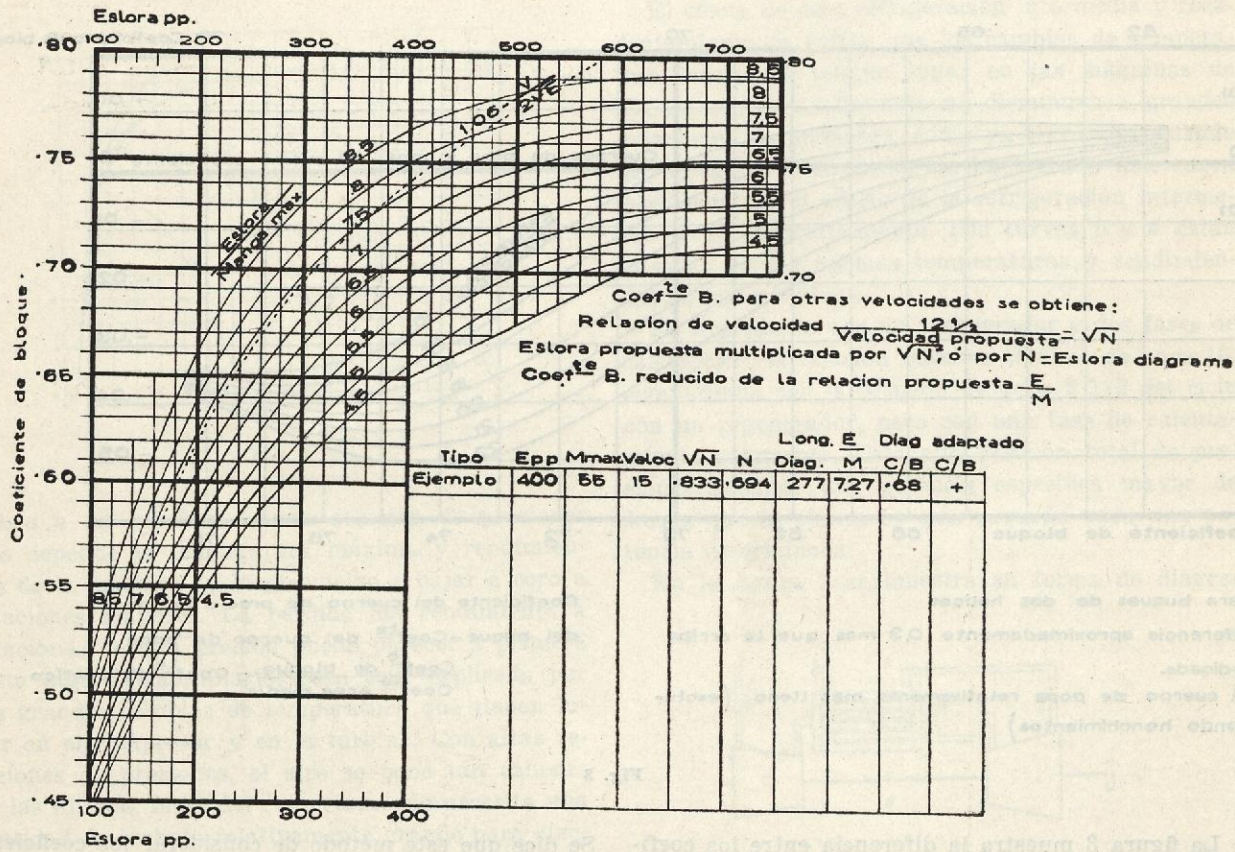


Fig. 2

Cuando se trazaron las curvas, se encontraron algunas dificultades. Por ejemplo, algunos de los llamados tramps de 10 nudos, apenas fueron capaces de mantener un régimen de ocho nudos con el sistema de convoy durante la guerra, y en el extremo superior de la escala, la velocidad del *Queen Elizabeth* se estableció en 30 nudos, pero se considera que puede desarrollar mucha más velocidad. Puede deducirse que solamente los buques que trabajen con un itinerario fijo, por ejemplo, los vapores del Clyde, del Canal, etc., puede decirse que tienen una velocidad determinada.

Se encontraron también dificultades en la manga, pues si bien puede parecer que el coeficiente de bloque debería variar inversamente a ella, en la práctica se ve que un aumento de la manga trae consigo un aumento de peso. Por lo tanto, para un peso muerto dado, el desplazamiento debe aumentarse y el coeficiente de bloque del barco más ancho no es exactamente proporcional a la manga.

coeficientes de bloque para la velocidad de 12,5 nudos y las otras velocidades se deducen del modo siguiente:

$$\text{Relación de velocidad } 12,5/\text{velocidad propuesta} = \sqrt{n}$$

$$\text{Esloza propuesta multiplicada por } \sqrt{n} \times \sqrt{n} \text{ (o por } n) = \text{Esloza de diagrama.}$$

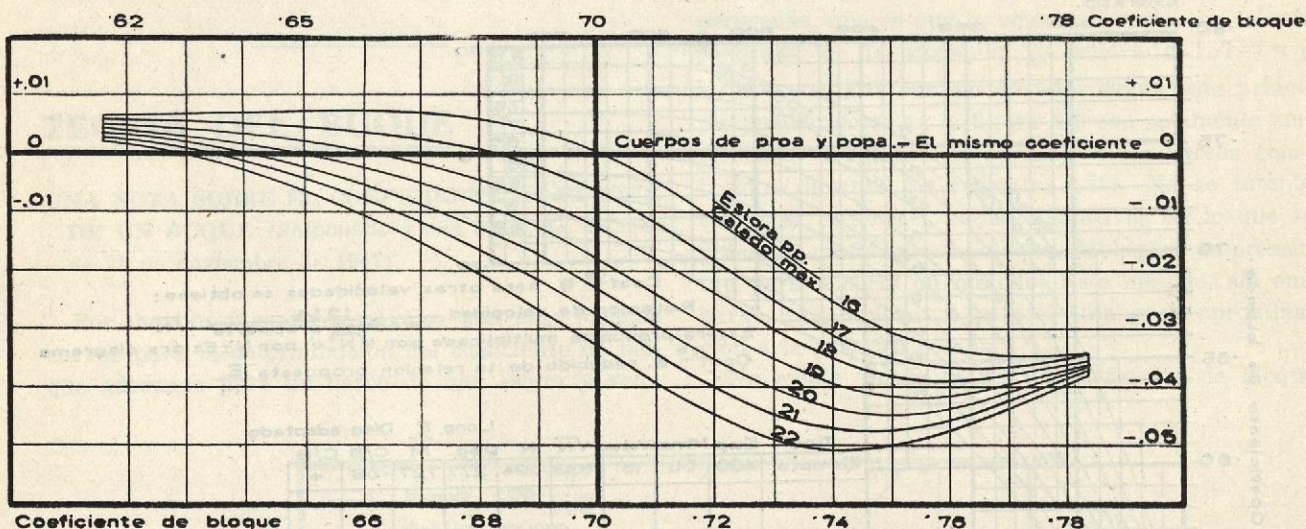
El coeficiente de bloque apropiado se toma en la longitud del diagrama sobre la curva de la proporción eslora/manga, o eslora pp/manga fuera de miembros.

En la figura 1 intervienen cuatro variables, y hay una quinta variable, el calado, que puede tener alguna pequeña influencia en el coeficiente de bloque, pero este estudio no se ha ocupado del efecto de esta quinta variable.

Se acepta comúnmente que un barco de líneas llenas tiene su centro de carena más a proa, relativa-

mente, que un barco de líneas finas, o que el cuerpo de popa del barco hasta media eslora es relativamente más fino que la mitad de proa. Parece ser que esta diferencia entre los coeficientes del bloque de cada medio cuerpo se calcula más fácilmente que las posiciones del centro de carena.

de ser hasta de 0,03 más que en los barcos de una hélice. El coeficiente de bloque aumenta con el calado; por ejemplo, un barco lleno de un coeficiente de 0,75, con calado en carga puede ser de 0,67 con calado en lastre, y es por consiguiente necesario incluir esta quinta variable del calado (en la fig. 3).



Para buques de dos hélices
 Diferencia aproximadamente 0,3 mas que la arriba indicada.
 El cuerpo de popa relativamente mas lleno (excluyendo henchimientos)

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente del cuerpo de proa} &= 2 \times \text{Coef}^{\text{te}} \\ \text{del buque} - \text{Coef}^{\text{te}} \text{ del cuerpo de popa} \\ \frac{\text{Coef}^{\text{te}} \text{ de bloque}}{\text{Coef}^{\text{te}} \text{ Area media}} &= \text{Coef}^{\text{te}} \text{ Prismatico} \end{aligned}$$

Fig. 3

La figura 3 muestra la diferencia entre los coeficientes del cuerpo de popa y del conjunto del barco, y es también una curva empírica deducida de las pruebas del canal con modelos de barcos de una sola hélice. En el caso de barcos de dos ejes, el cuerpo de popa es relativamente más lleno (no incluyendo el efecto de los henchimientos) y la diferencia pue-

Se dice que este método de considerar los coeficientes relativos de dos medios cuerpos, más bien que la posición del centro de carena, será de utilidad al proyectar las líneas de un nuevo barco después de que hayan sido determinadas las dimensiones y el coeficiente de bloque, bien por el uso de la figura 2 o por otros medios.

TURBINAS

LA TURBINA DE GAS MARINA (por T. A. Criwe, M. Sc. M. I. Mech E. (The Motor Ship, febrero 1948).

La forma más sencilla de turbina de gas de combustión continua o presión constante comprende:

- 1) Compresor de aire, que toma el aire de la atmósfera y lo comprime a una presión de tres a cuatro atmósferas.
- 2) Una cámara de combustión, en donde se quema el combustible y el aire sube a una alta temperatura, a una presión constante, y

- 3) Una turbina, en donde el gas se expande hasta bajar a la presión atmosférica aproximadamente.

El rendimiento térmico de una turbina que trabaja con este sencillo ciclo es, desde luego, bajo y varía considerablemente con las temperaturas adoptadas y con los rendimientos de la turbina y compresor. Con el material de hoy día el rendimiento térmico es el del orden de 16-22 por 100.

Un aumento del 6 por 100 en el rendimiento de la turbina aumenta el rendimiento térmico en una tercera parte hasta el 20 por 100, mientras que se necesita un aumento del 10 por 100 en el rendi-

miento del compresor para producir el mismo efecto.

El rendimiento de una turbina de gas sencilla, de ciclo abierto, sin regenerador, varía también considerablemente con la relación de presiones adoptadas. Esto puede verse en la figura 1. Las curvas

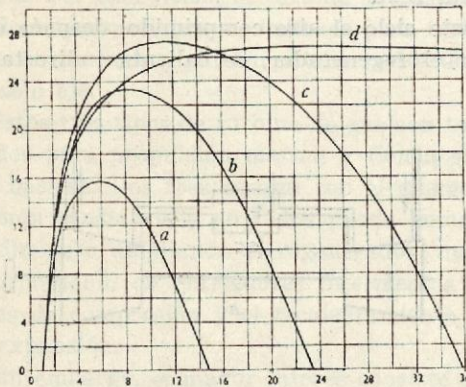


Fig. 1

suben a un máximo, a una relación de presiones que depende la temperatura máxima y rendimientos de la máquina, y luego vuelve a bajar a cero a relaciones mayores. La pérdida del rendimiento a relaciones de alta presión puede parecer a primera vista algo extraordinaria, pero está explicada por los grandes cambios de temperatura que tienen lugar en el compresor y en la turbina. Con altas relaciones de presiones, el aire se pone tan caliente en las últimas fases del compresor que necesita una cantidad de trabajo relativamente grande para efectuar la compresión. Similarmente, en la turbina, la temperatura ha bajado tanto en las últimas fases que la potencia que se produce allí es relativamente pequeña. Si al ciclo se incorpora un regenerador, se obtendrán curvas parecidas, si bien los puntos más altos aparecen más hacia la izquierda. Las relaciones máximas de presiones serán en la región de 3 a 6.

No es probable, debido a su poco rendimiento, que las turbinas de gas que trabajan con este ciclo se adopten para propulsión de barcos, excepto en embarcaciones de alta velocidad para la Armada, en donde el poco peso es una consideración fundamental y no se exigen períodos de funcionamiento largo.

MEJORAS EFECTUADAS EN LA TURBINA SENCILLA DE PRESIÓN CONSTANTE.

El rendimiento de una turbina de gas que trabaja con el sencillo ciclo al que se ha hecho referencia, puede ser aumentada por varios medios. La mayor mejora que puede hacerse es la instalación de

un regenerador, por medio del cual el calor de los gases de exhaustación puede transmitirse al aire cuando pasa entre el compresor y la cámara de combustión. También puede mejorarse dividiendo el compresor y la turbina en dos partes cada una y refrigerando entre las dos primeras y calentando entre las dos últimas.

El efecto de esta refrigeración intermedia y recalentamiento es evitar que los cambios de temperatura excesivos tengan lugar en las máquinas de forma que el rendimiento no disminuya a grandes relaciones de presiones, como ya se ha demostrado en la figura 1, en donde se ha trazado una curva para mostrar el efecto de la refrigeración intermedia y del recalentamiento. Las curvas *b* y *d* están basadas en las mismas temperaturas y rendimientos de las máquinas.

En una planta con un regenerador y dos fases de calefacción, la relación máxima total es de unos 10, comparando con la relación de unos 3 1/2 del ciclo con un regenerador, pero con una fase de calentamiento solamente. Esta alta relación total de presiones produce una potencia específica mayor de forma que la planta es más pequeña para una potencia determinada.

En la figura 2 se muestra en forma de diagrama

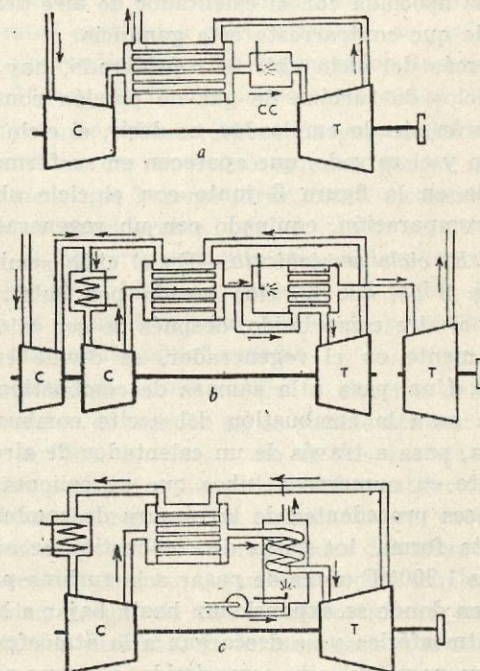


Fig. 2

ma los ciclos mencionados junto con los rendimientos térmicos calculados en el supuesto de que la temperatura de aire de admisión es 60° F; la temperatura de gas en las admisiones de la turbina, 1.200° F; el rendimiento del compresor, 85 por 100;

el rendimiento de la turbina, 90 por 100; el del regenerador, 70 por 100; el del refrigerador intermedio, 70 por 100, y la relación de las presiones de la turbina, 4/1.

Se obtiene una considerable mejora en el rendimiento incorporando en el circuito un regenerador. El ahorro de combustible debido al calentamiento previo del aire del regenerador encierra algunos inconvenientes, siendo los principales un aumento en la pérdida de carga en el circuito y, desde luego, aumento de peso, tamaño y coste de construcción de la planta. El tamaño y peso del regenerador puede reducirse proyectándolo para altas velocidades de aire y gas, lo que daría mejores coeficientes de transmisión de calor, pero las velocidades altas producen graves pérdidas de carga. También con una superficie determinada de un regenerador tubular puede reducirse el peso y el tamaño empleando un número mayor de tubos de poco diámetro. En el ciclo abierto, sin embargo, los gases de combustión pasan a través de los tubos del regenerador, y, por lo tanto, su diámetro no puede reducirse por debajo de un tamaño determinado por consideraciones de limpieza.

La mejora que se obtiene en el rendimiento con los tubos pequeños y alta presión no se consigue por completo en el ciclo cerrado, porque hay una pérdida asociada con el calentador de aire del ciclo cerrado que contrarresta esta ganancia.

Además del ciclo abierto considerado, hay otros dos ciclos de turbina de gas de presión constante que están siendo empleados, es decir, el ciclo semiabierto y el cerrado, que aparecen en su forma más sencilla en la figura 3 junto con el ciclo abierto, para comparación, equipado con un regenerador.

a) *El ciclo semiabierto.*—En el ciclo semiabierto (fig. 3 b), que ha sido creado por Sulzer Brothers, el aire comprimido, después de ser calentado previamente en el regenerador, se divide en dos partes. Una, pasa a la cámara de combustión y se utiliza para la combustión del aceite combustible; la otra, pasa a través de un calentador de aire, que consiste en numerosos tubos que se calientan con los gases procedentes de la cámara de combustión. De esta forma, los gases de combustión se enfrían a unos 1.200° F antes de pasar a la turbina propulsora, en donde se expansionan hasta bajar a la presión atmosférica y se descargan a la atmósfera. La primera parte del aire comprimido, al pasar por encima de los tubos del calentador de aire, sube también a la misma temperatura de 1.200° F. Este aire no se ensucia con los gases de combustión y se expansiona en una turbina hasta una presión media y luego pasa por un regenerador. Finalmente, se enfría a una baja temperatura en un enfriador de agua y luego entra en el segundo compresor, termi-

nándose con esto la parte cerrada del ciclo. El primer compresor toma bastante aire de la atmósfera para compensar la cantidad que se emplea para la combustión y que se descarga a través de la turbina propulsora.

b) *El ciclo cerrado.*—El ciclo cerrado (fig. 3) ha sido desarrollado por Escher Wyss y se conoce por la Planta A-K.

En este ciclo el aire comprimido, después de pasar por el regenerador, se calienta indirectamente

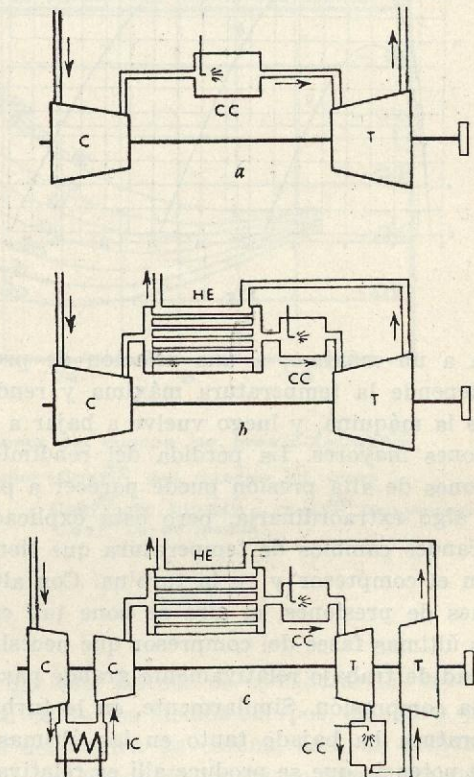


Fig. 3

en el calentador de aire, que en principio es similar al recalentador de una caldera de vapor. El aire queda completamente libre de impurezas del gas de combustión y las turbinas y el regenerador quedarán, por lo tanto, limpias y libres de corrosión durante un periodo indefinido. Después de que el aire ha salido de la turbina y ha pasado por el regenerador, se enfría a una baja temperatura en el enfriador de agua antes de entrar en los compresores, que lo devuelven de nuevo a través del regenerador al calentador de aire. El ciclo cerrado se termina, por lo tanto, sin comunicar con la atmósfera, y si bien la planta funciona a una carga constante, solamente tiene que suministrarse una pequeña cantidad de aire para compensar las pérdidas ocasionadas. Este aire de compensación está debidamente filtrado de forma que en el circuito no puede entrar

polvo o partículas de sal que perjudiquen las paletas de los compresores o de las turbinas. En operación normal, el ciclo cerrado se sobrealimenta de manera que incluso en la región de baja presión ésta es algo mayor que la atmosférica, con el resultado de que los compresores y las turbinas son extraordinariamente pequeños para una determinada potencia. Por esta razón, la turbina de gas de ciclo cerrado está especialmente indicada para instalaciones de gran potencia y pueden obtenerse 100.000 h. p. en un solo eje.

Estos tres tipos de turbina de gas son todos apropiados para propulsión marina y tienen similitudes básicas. Los tres operan con el mismo ciclo de presión constante, y en todos puede aumentarse el rendimiento ampliando el regenerador, mediante la incorporación de enfriadores intermedios entre las fases de compresión y el recalentamiento entre las de expansión.

Sin embargo, el mayor interés consiste en sus diferencias, especialmente en el método de calentar el aire de trabajo, en el proyecto de los regeneradores, en el control de la potencia y en varios otros detalles.

Calentador de aire.—En el ciclo abierto, el aire se calienta simplemente con la combustión del combustible dentro de su masa, una sencilla forma ideal que requiere el empleo de una cámara de combustión pequeña y ligera, en la que la intensidad de combustión puede ser más de 1.000.000 B. Th. U. por pie cúbico por hora en las plantas marinas. Esta sencillez va acompañada, sin embargo, por el inconveniente de que los gases de la combustión pasan a través de la turbina y del regenerador y pueden formar depósitos que reducen el rendimiento de la turbina y el coeficiente de transmisión de calor en el regenerador, especialmente con los combustibles baratos como petróleo de calderas. Por lo tanto, estas partes de la planta necesitan limpiarse periódicamente.

En el ciclo semicerrado, el calentador de aire aumenta el tamaño y peso de la planta, y lo mismo ocurre con el enfriador instalado en la parte cerrada del ciclo.

Para calentar el aire indirectamente en el ciclo cerrado hace falta un calentador de aire relativamente voluminoso y pesado, con tubos de poco diámetro calentados a una temperatura algo superior a la máxima del aire de trabajo.

Tipos de regenerador.—El tamaño y características del regenerador varía en los distintos ciclos. El tipo tubular de contracorriente es el preferido por su sencillez y seguridad, si bien se están realizando trabajos de perfeccionamiento relacionados con el tipo regenerativo rotativo.

En el ciclo abierto, el regenerador se compone de

tubos que no pueden ser más pequeños de unos 19 mm. de diámetro debido a la posibilidad a que se obturen por depósitos procedentes de los gases de combustión y necesitar con ello que se limpien interiormente.

En el ciclo semicerrado, el regenerador opera con aire puro en los dos lados de los tubos, de forma que pueden utilizarse tubos de poco diámetro sin ningún temor a que se obturen. Esto proporciona un área de superficie muy grande para una determinada capacidad cúbica de regenerador, y puesto que el aire, incluso en la región de baja presión, está muy por encima de la presión atmosférica, el coeficiente de transmisión de calor es relativamente alto. El aire, comprimido, sin embargo, no puede ser precalentado a una temperatura que se aproxima a la del aire calentado que sale de la turbina y pasa al regenerador, puesto que la cantidad de aire de exhaustación es del 40 por 100 menos aproximadamente que la cantidad de aire comprimido que se calienta previamente al pasar al calentador de aire.

En el ciclo cerrado, los tubos son también muy pequeños y pueden ser hasta de 1/8 de diámetro, puesto que tanto dentro como fuera de ellos solamente hay aire puro. Además, las presiones de aire son normalmente de unas seis o siete veces las del ciclo abierto, con una consiguiente mejora en el coeficiente de transmisión de calor. Como resultado de estas excelentes características, es posible obtener un rendimiento del regenerador de más del 90 por 100 en las instalaciones comerciales.

Arranque.—Una turbina de gas, a diferencia de la turbina de vapor, no arranca por sí sola, sino que tiene que hacerse girar, hasta alcanzar una velocidad considerable, por un motor auxiliar hasta que el compresor suministre suficiente aire para operar la turbina. La potencia del motor de arranque es de un 4 ó 5 por 100 de la potencia neta de las plantas de tamaño medio.

Cambio de marcha.—En la elección del sistema de cambio de marcha no es posible utilizar una simple turbina de ciar, como en las instalaciones de vapor, puesto que las pérdidas de ventilación en una turbina de gas que va marchando en vacío serían excesivas y ocasionarían grandes dificultades debido al recalentamiento. Solamente podría emplearse una turbina de gas de ciar si se instalaran embragues a las dos turbinas, de forma que la que no se utilizara pudiera desconectarse de los engranajes de reducción.

Sin embargo, hay cuatro medios satisfactorios de obtener la reversión sin tener que cambiar la marcha de las turbinas, y éstos son: 1) Hélices de palas orientables. 2) Propulsión eléctrica. 3) Engranajes de reversión, y 4) Acoplamientos hidráulicos de reversión del tipo Fottinger.

La hélice de palas orientables es interesante en muchos sentidos, puesto que no solamente proporciona un método rápido y sencillo de maniobrar, sino que también permite obtener altos rendimientos de la hélice cuando el barco opera fuera de sus condiciones proyectadas. Por ejemplo, cuando la re-

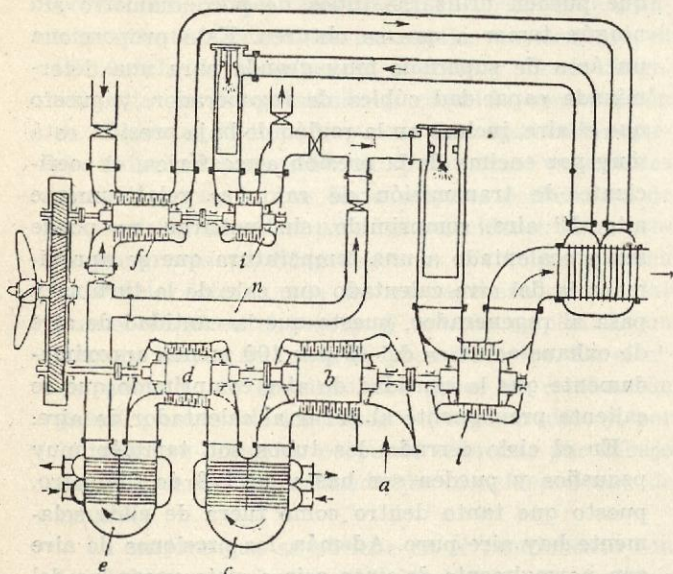


Fig. 4

sistencia del barco ha aumentado, debido al mal tiempo o al casco sucio, el paso de las palas puede ajustarse para acomodarse a la velocidad reducida del barco.

No hay razón para suponer que la hélice de palas orientables no será apropiada para las potencias máximas que pueden adoptarse en el servicio marino.

La propulsión eléctrica es un sistema de control reconocido y ya se ha dado a conocer lo que se ha progresado durante los últimos años en su desarrollo y aplicación. El rendimiento de este tipo de transmisión es de un 93 por 100 frente a un 97 por 100 de la propulsión con engranajes, y el coste total de la maquinaria de un barco turbo-eléctrico es de un 5-6 por 100 más.

Aunque no se han hecho engranajes de reversión para las grandes potencias que se emplean en el servicio marino, Modern Wheel Drive, Ltd., ha creado proyectos interesantes.

En cuanto al mecanismo de reversión hidráulico, éste puede instalarse entre la turbina y los engranajes de reducción o entre éstos y la hélice, según donde sean más convenientes las condiciones de torsión y velocidad. La acción para marcha avante se transmite directamente a través del embrague de peine, admitiéndose aceite a presión para este fin entre los dos discos que forman los peines. Estos se

enchavetan al eje propulsor y la presión del aceite les obliga a moverse en contacto con el miembro accionado, bloqueando de esta forma los dos ejes. La acción para marcha atrás se obtiene soltando el embrague y llenando el embrague hidráulico Fottinger.

Brown Boveri ha propuesto una planta de ciclo abierto que comprende dos unidades de 7.000 s. h. p. para un barco mixto de carga y pasaje. La potencia se transmite a través de engranajes de doble reducción y la maniobra se efectúa mediante hélices de palas orientables.

Con la disposición Compound Brown Boveri, que aparece en forma simplificada en la figura 4, puede obtenerse un alto rendimiento. En este caso, hay dos ejes: uno, que comprende la turbina de baja presión (l) y dos compresores (b) y (d), mientras que el otro comprende la turbina de alta presión (i) y el compresor (f). Los dos están engranados al eje de la hélice, y en la posición normal el aire entra en (a) y pasa sucesivamente por los tres compresores, estando enfriado cada uno en los enfriadores intermedios (c) y (e). Se ha adoptado el recalentamiento entre las turbinas. Se emplea la derivación (n) para evitar una contrapresión en los compresores (b) y (d) cuando las velocidades de la hélice y turbinas han descendido a cargas parciales. Este conducto puede utilizarse también para dejar fuera de servicio la turbina de alta presión si se desea, y esta turbina puede desconectarse entonces del engranaje quitando el piñón. Además, si se produjera alguna dificultad en la turbina de baja presión, puede utilizarse la de alta, solamente dando la cuarta parte, aproximadamente, de toda la potencia.

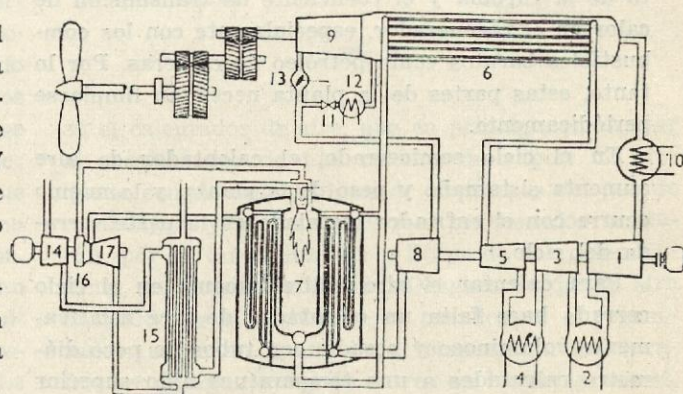


Fig. 5

Planta semicerrada Sulzer.—Se está construyendo una planta Sulzer semicerrada de 7.500 s. h. p. para una instalación marina y operará con el ciclo que se ha presentado en la figura 3, excepto en que el compresor principal será dividido en dos fases

con un enfriador intermedio. El rendimiento de esta planta se calcula en 30 por 100, basado en el alto poder calorífico del combustible, y podría aumentarse al 32 por 100 con la introducción de algunas mejoras termodinámicas, como por ejemplo, el recalentamiento.

La planta de ciclo cerrado John Brown-Escher Wyss.—La figura 5 muestra un esquema de una planta de ciclo cerrado de 6.000 s. h. p. El rendimiento térmico de esta planta se calcula en 31 por 100, con un consumo de combustible, para propulsión solamente, de 0,19 kgs. de combustible de caldera C. por s. h. p. hora.

En las instalaciones marinas la combustión en el calentador de aire se efectúa a una alta presión, comprimiendo el aire de combustión a unos 2,17 kilogramos por cm². De esta forma, el tamaño y peso del calentador de aire se reduce considerablemente debido al alto coeficiente de transmisión de calor obtenido. El coste es menor también, puesto que la reducción en la cantidad de tubos de acero especial compensa de sobra el coste extra de la unidad de sobrealimentación.

Es esencial que la turbina de gas tenga un consumo de combustible parecido al del motor Diesel y sea capaz de quemar petróleos de calderas baratos. Las plantas experimentales han demostrado que esto es posible y que en un futuro no muy lejano la experiencia práctica demostrará la seguridad de esta nueva fuerza motriz. No hay duda alguna de que en unos pocos años obtendrá la confianza de los armadores y conseguirá un lugar fundamental en el campo de la propulsión marina.

MOTORES

EL MOTOR BURMEISTER & WAIN DE DOS TIEMPOS Y SIMPLE EFECTO CON CRUCETA. RESULTADOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL ÚLTIMO TIPO, por Soren Hansen (*The Motor Ship*, enero 1948).

En el número de febrero de 1939 de "The Motor Ship" se hizo una breve descripción de un nuevo tipo de motor Burmeister & Wain con cruceta de dos tiempos y simple efecto, y el número de diciembre de 1939 se ocupó de la motonave *Fernplant*, que, construida en Copenhague para Fernley & Eger, Oslo, fué el primer barco propulsado con esta nueva clase de motor.

A pesar de la guerra, el motor despertó considerable interés en los círculos navieros, porque introdujo un nuevo tipo en la construcción de motores marinos en cuanto a la simplificación del proyecto

del cilindro, reducción de altura y su bajo consumo de aceite lubricante. El proyecto fué el resultado de más de veinte años de experiencia con tipos de motores B. & W. de dos ciclos, con los que tienen en común las siguientes principales características:

1. El principal de barrido uniflujo, que da un máximo de aire puro para combustión y un mínimo de trabajo en el soplante, resultando con esto una gran presión media indicada con una combustión limpia y sin humo, consumo de combustible específico bajo y coste de entretenimiento favorable.

2. La reducida longitud total, debida a la disposición de los soplantes instalados detrás del motor.

3. El sencillo sistema de reversión que, sin la necesidad de esperar a que se pare el motor o el empleo de un medio complicado para frenar, permite un cumplimiento de las órdenes rápido y seguro desde el puente con el barco a toda velocidad.

DESCRIPCIÓN GENERAL.

El motor, del que puede verse una sección transversal en la figura 1, tiene nueve cilindros, con un diámetro de 620 mm. y una carrera de pistón de 1.150 mm. Las partes estructurales se diferencian poco de otros motores B. & W. En la placa de asiento y los batientes A, con los patines, está instalado el tronco de aire de barrido, que constituye una viga de refuerzo rígida, que se extiende por toda la longitud del motor, formando una cubierta superior para todo el carter del cigüeñal, totalmente cerrado.

La tapa del cilindro es de un acero especial y está sujeta por pernos al bloque de cilindro. Las fuerzas del gas se transmiten por medio de tirantes al tronco de aire de barrido, y de aquí a la placa de asiento. Los camones, cuyo eje, accionado por cadena, está situado en el lado de delante de la caja de aire de barrido, accionan las bombas de combustible y las válvulas de exhaustación, dispuestas centralmente en las tapas de los cilindros. En torno de ellas están agrupadas las válvulas de combustible, las de arranque y las de seguridad.

Esta disposición de las válvulas se emplea en motores de funcionamiento lento; los construídos para altas velocidades tienen cabezas de varias válvulas con dos o más válvulas, de conformidad con la práctica de B. & W. establecidas hace años para motores submarinos de dos tiempos.

El proyecto especial del pistón y la camisa del cilindro, que fué realizado primeramente por B. & W. en 1938 para el motor del *Fernplant*, ha hecho posible reducir la altura de este motor a la misma aproximadamente que la del llamado motor de semicruceta. Con la completa separación de los cilindros y pistones del carter del cigüeñal el consumo del aceite de los cojinetes ha sido reducido a un mínimo.

Esto se ha hecho al ver que en un motor uniflujo no es necesario tener las lumbreras de barrido cubiertas por la faldilla del pistón durante toda la carrera de éste, y esta faldilla se ha hecho, por lo tanto, solamente de la longitud suficiente para instalar los segmentos de los pistones y los aros de bronce al plomo que guían el pistón en la camisa.

El extremo superior de esta camisa del cilindro está sujeto con brida a la tapa del cilindro, y su extremo inferior abierto llega hasta el tronco de aire de barrido. Un prensaestopas con empaquetadura de goma asegura la estanqueidad entre el tronco de aire de barrido y el carter, y un aro flexible colocado en el exterior de la camisa del cilindro impide que el aire se escape del tronco de aire de barrido.

Una fila de lumbreras de aire de barrido está distribuída uniformemente en torno a toda la circunferencia del cilindro, y la abertura y cierre de las lumbreras está controlado por el canto superior del pistón. El aire de barrido se mueve con un movimiento rotatorio hacia la cámara de combustión y fuerza los gases de exhaustación hacia afuera a través de la válvula de exhaustación.

El vástago del pistón pasa a través de una caja de prensaestopas instalada en la parte inferior de la caja de aire de barrido. La caja de prensaestopas, que contiene un par de aros rascadores y un aro obturador, impide el paso del aceite de los cojinetes y la pérdida de aire de barrido.

La inspección y recorrida de los pistones y camisas de los cilindros es muy fácil. El pistón permanece en su sitio, sin soltarse de la cruceta, mientras que el elemento cilindro se levanta después de soltar cuatro tuercas y unas conexiones de tubos fácilmente accesibles.

El aire de barrido está suministrado por soplantes rotatorios de desplazamiento positivo. Los soplantes están accionados por cadenas de rodillos a través de acoplamientos flexibles, y en conformidad con la práctica B. & W., están colocados detrás del motor. Por lo tanto, no aumentan su longitud.

El sistema de inyección consiste en una bomba de alta presión y dos válvulas de inyección automáticas para cada cilindro. Las toberas del inyector están enfriadas por aceite, impidiendo con ello la formación de cok en torno a los agujeros del atomizador.

Las partes de trabajo tienen lubricación forzada y el pistón, que consiste en una faldilla de hierro fundido en la que van los segmentos del pistón y una parte alta de acero especial, está enfriado con aceite. El aceite se lleva al pistón a través de conductos telescópicos y el conducto central, instalado en el vástago del pistón. El retorno se hace a través del espacio anular del vástago del pistón a un conducto con ranuras del carter, de donde se lleva a

un tanque de retorno de aceite lubricante, pasando por soplantes de flujo de aceite colocados en el frente del motor.

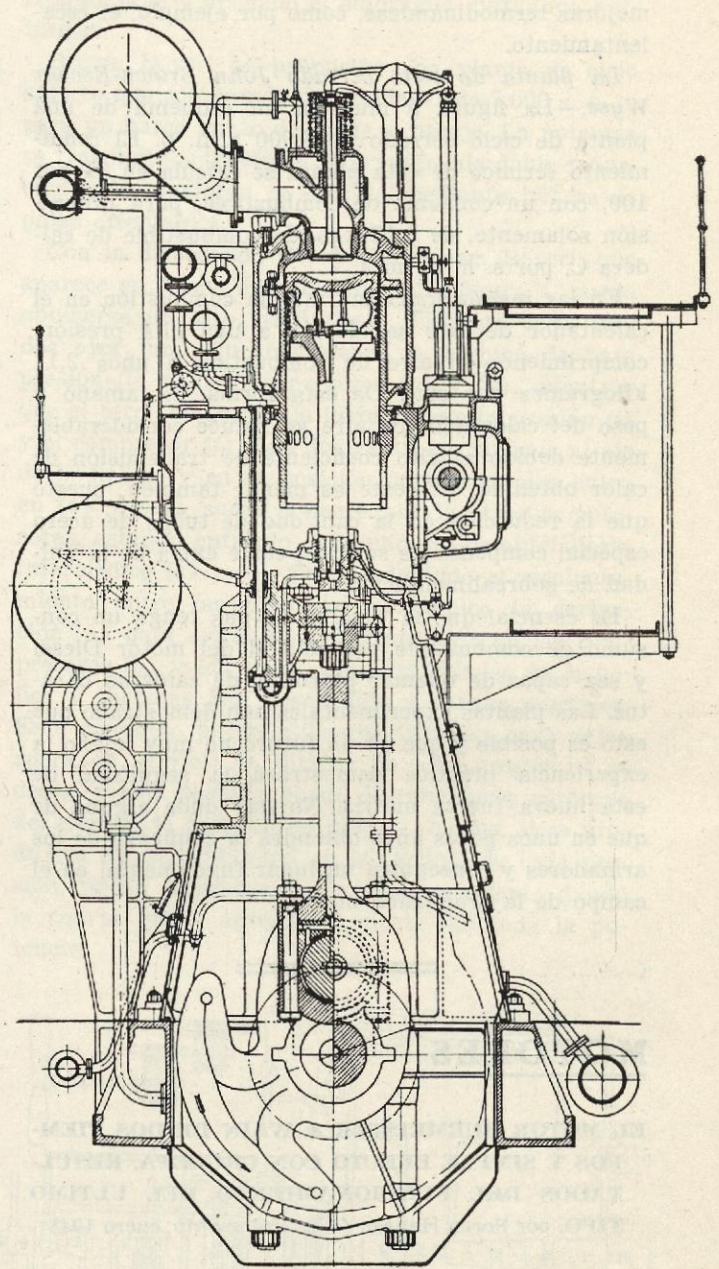


Fig. 1

POTENCIAS Y RESULTADOS DE LA PRUEBA

La potencia continuada del motor de nueve cilindros del *Fernplant* es de 5.500 i. h. p. a 122 revoluciones por minuto, con una presión media indicada de 6,5 kg/cm². La potencia proyectada para este tipo de motor es 6.750 i. h. p. o 750 i. h. p. por cilindro a 150 r. p. m. Con estas moderadas potencias continuadas se obtienen costes de entretenimiento re-

ducidos, y pueden efectuarse sobrecargas correspondientes a 7,5 kg/cm² o más durante un tiempo considerable. Sin ninguna modificación en el sistema de

tores de proyecto standard los hacen especialmente apropiados para aumentar la potencia específica por medio de la sobrealimentación, conservando, sin embargo, su buena economía.

Uno de los interesantes resultados obtenidos es que aumentando la capacidad del soplante y con ligeras modificaciones en la regulación ha sido posible aumentar la presión indicada a más de 10 kg/cm², con una exhaustación clara. Además se ha visto que la presión media puede aumentarse de 6,5 o 7,7-8,5 kilogramos/cm² solamente con un ligero aumento en el consumo de combustible y el mismo flujo de calor a través de los componentes del motor, de forma que las fatigas térmicas del material y las temperaturas de las superficies de fricción no varían prácticamente.

RESULTADO EN SERVICIO DE LA MOTONAVE "FERNPLANT"

Este barco salió de Copenhague en su viaje inaugural en octubre de 1939, y durante la mayor parte del período de la guerra ha operado en ultramar desconectado por completo de sus armadores y constructores. Por los informes de Mr. Hagan (el primer maquinista), que cubren el período de seis años y más de treinta mil horas en la mar, parece ser que se han obtenido los resultados que se esperaban del funcionamiento de este nuevo tipo de motor.

En los primeros años el consumo de aceite lubricante que circula por todo el motor, aparte del aceite de los cilindros, fué demasiado bajo para medirlo, pero posteriormente el consumo fué de una media de cuatro kilogramos cada veinticuatro horas.

El total de aceite lubricante empleado por el motor principal cada veinticuatro horas es el siguiente: aceite de los cilindros, unos 10 kg.; aceite de circulación, unos 4 kg. Total, 34 kg.

Es decir, 0,31 gramos por b. h. p./hora.

Con el fin de obtener más aceite nuevo en el sistema de lubricación, el aceite que circula en los motores auxiliares se tomaba del tanque de aceite lubricante del motor principal y se le añadía aceite nuevo.

Cada veinticuatro horas se recogen de 7 a 10 kilogramos de aceite lubricante de los troncos de aire de barrido. Este aceite se purifica repetidamente y se mezcla con otro aceite para obtener la debida viscosidad. Esta mezcla se empleaba como aceite de circulación en los motores auxiliares y para lubricación a mano, pero no antes de haber sido analizado y ver que era bueno para emplearlo en los auxiliares. Se recomienda esta precaución.

Las primeras camisas de los cilindros, tapas y pistones están todavía en uso. Durante seis años se han reemplazado 77 segmentos de pistón. Cuando en noviembre de 1945 se inspeccionó el espacio de refri-

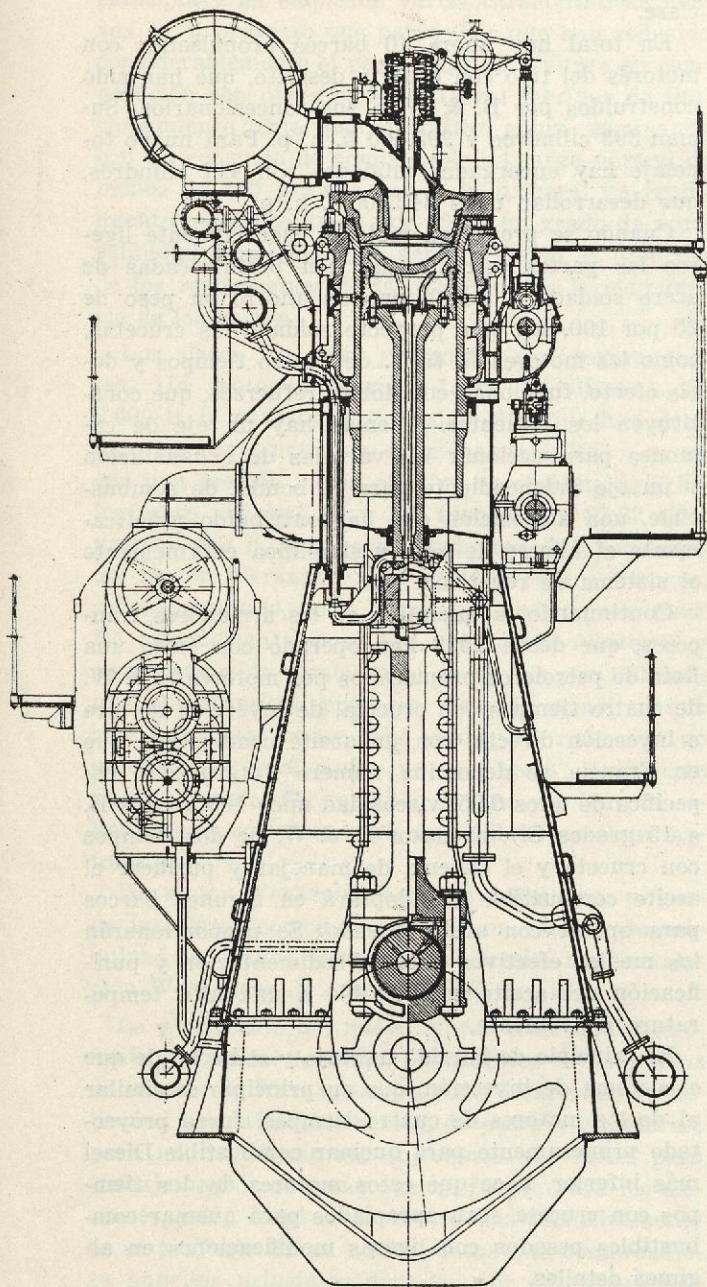


Fig. 2

inyección de combustible o en la capacidad de soplante de barrido, el motor conserva una exhaustación limpia a una presión media indicada de 8 a 8,5 kg/cm².

El consumo de combustible a la potencia normal es de 158 gramos por b. h. p. hora.

El sencillo proyecto y el consumo de aire de barrido relativamente bajo que caracterizan estos mo-

geración del aceite de pistón, la parte alta estaba limpia y solamente había un depósito muy fino de escorias en la parte baja.

También es interesante conocer a través del informe la capacidad de este tipo de motor para efectuar grandes sobrecargas, como está confirmado por su funcionamiento en la mar. En febrero de 1942 el barco fué atacado por submarinos, y las revoluciones por minutos fueron aumentadas a 135 durante cuarenta y cinco minutos. Esto corresponde a una presión media indicada de 7,75 kg/cm² y 7.300 i. h. p. Después se redujeron las revoluciones por minuto a 128 durante ochenta y cuatro minutos, correspondiendo a una presión media indicada de 7,1 kg/cm² y 6.300 i. h. p. Las cifras representan sobrecargas de 33 por 100 y 15 por 100, respectivamente, y el motor funcionó de una forma continuada y con seguridad durante la sobrecarga.

En un informe del 30 de junio de 1940 el maquinista de garantía manifestó que la válvula de exhaustación número 1, después de tres mil cien horas, y la número 4, después de tres mil quinientas cincuenta horas de servicio, fueron desmontadas para su inspección y solamente dieron un ligero roce en el asiento de la válvula. Esto da una idea de la pequeña cantidad de vigilancia que necesitan las válvulas.

Después de la terminación del motor del *Fernplant* era evidente que habría una gran demanda para un motor mayor de simple efecto con una potencia de 1.000 a 1.200 i. h. p. por cilindro. En 1939 se proyectó un motor con un diámetro de cilindro de 740 milímetros y una carrera de 1.400 mm, desarrollando 1.090 i. h. p. en servicio continuo y 125 revoluciones por minuto, y después se proyectó otro con un diámetro de cilindro de 740 mm. y una carrera de 1.600 mm., desarrollando 1.150 i. h. p. por cilindro y 115 r. p. m.

El motor de la figura 2 se diferencia del tipo instalado en el *Fernplant* solamente en el proyecto de las camisas y tapas de los cilindros. Un collarín que lleva la camisa del cilindro descansa sobre la superficie superior del bloque del cilindro y la camisa está sujeta entre el bloque del cilindro y la tapa del mismo con espárragos instalados en el bloque del cilindro, donde se transmiten las presiones de la combustión a la placa de asiento por medio de tirantes.

Para la inspección del pistón y la camisa del cilindro se levanta la tapa, el vástago del pistón se suelta de la cabeza de la cruceta y se levanta el pistón y su vástago. Este procedimiento es el más conveniente para el motor grande, debido a los grandes pesos que hay que manejar al levantar el elemento del cilindro.

Recientemente se ha proyectado un motor con

un diámetro de cilindro de 500 mm. y una carrera de 1.100 mm., con una potencia continuada de 530 i. h. p. y 170 r. p. m., y ya se están construyendo las primeras unidades propulsoras de esta clase.

En total hay ahora 40 barcos propulsados con motores del tipo con cruceta descrito, que han sido construidos por B. & W. o sus concesionarios. Suman 393 cilindros y 292.400 b. h. p. Para nuevo tonelaje hay encargadas unidades con 414 cilindros, que desarrollan unos 342.000 i. h. p.

Cuando se proyectan motores especialmente ligeros las partes estructurales son prefabricadas de acero soldado, y se obtiene un ahorro en peso de 25 por 100. En este proyecto soldado las crucetas, como los motores B. & W. de cuatro tiempos y doble efecto, funcionan con dobles refuerzos, que constituyen los batientes. Además hay un eje de camones para accionar las válvulas de exhaustación y un eje independiente para la bomba de combustible, una disposición que ha contribuido prácticamente al ahorro de peso y simplifica enormemente el sistema de reversión.

Continuando la iniciativa de los armadores franceses, que desde 1939 han operado con éxito una flota de petroleros propulsados por motores B. & W. de cuatro tiempos con cruceta, de inyección de aire e inyección directa, con un aceite combustible que en Francia se denomina número 2 (gravedad específica de unos 0,95, viscosidad unos 100 grados E. a 15 grados C.), el motor B. & W. de dos tiempos con cruceta y el sistema de manejar y purificar el aceite combustible se adoptará en algunos barcos para operar con aceite pesado. Se proporcionarán los medios efectivos para la sedimentación y purificación del aceite combustible a una alta temperatura conveniente.

El principio de barrido uniflujo y el hecho de que el sistema de inyección, que en principio es similar al de los motores de cuatro tiempos, fuera proyectado primeramente para quemar combustible Diesel más inferior, hace que estos motores de dos tiempos con cruceta sean apropiados para quemar combustibles pesados con ligeras modificaciones en algunos detalles.

EL NUEVO MOTOR WERKSPoor-LUGT. Proyecto de dos tiempos sobrealimentado. Poco peso y tamaño reducido. Resultados obtenidos con una unidad experimental de dos cilindros de 1.200 b. h. p. (*The Motor Ship*, enero 1948).

Durante mucho tiempo se ha creído que el primer paso práctico en el desarrollo del motor de dos tiempos y simple efecto consistiría en la adopción

de la sobrealimentación, y parece ser que en este terreno se ha efectuado ya gran cantidad de trabajo. En este nuevo motor, Mr. G. J. Lugt, ingeniero jefe de Werkspoor (Amsterdam), ha adoptado este principio y ha empleado varias características nuevas en el proyecto que parece ser que han reducido considerablemente el peso, longitud y altura en comparación con otros motores Diesel marinos de funcionamiento lento que se utilizan ahora, cambiando con un consumo de combustible de carga normal de menos de 160 gramos por b. h. p. hora, un rendimiento mecánico de 88 por 100 y un grado de accesibilidad y sencillez que debería llamar la atención de los responsables de la operación de la maquinaria de los barcos.

Los datos de peso y tamaño son sorprendentes. Un motor Werkspoor-Lugt, 6 cilindros, de 3.600 b. h. p. (ésta es la designación que han decidido los constructores), funcionando a 125 r. p. m. con una presión media efectiva en el freno de 7 kilogramos por cm^2 , pesa 135 toneladas o 37,22 kilogramos por b. h. p. comparado con 315 toneladas del motor Werkspoor standard de cuatro tiempos, sobrealimentado, de la misma potencia y velocidad. De este último tipo se han construido veintenas y su consumo de combustible es un 10 por 100 más que el del nuevo proyecto. Debería añadirse que este poco peso no se debe a ninguna reducción de escantillones y el motor no es "ligero" desde este punto de vista. En realidad, el peso por litro de cilindrada es completamente igual al de los otros motores.

Un motor Werkspoor-Lugt de 4.800 b. h. p. puede instalarse cómodamente en una cámara de máquinas del mismo tamaño, que necesita una instalación Werkspoor de cuatro de 3.600 b. h. p.

La producción del nuevo motor tiene una interesante y original historia. Durante los últimos años de la guerra, Werkspoor no pudo desarrollar su actividad normal debido a falta de energía y material, para no mencionar las objeciones que había para trabajar en otras cosas que no fueran para los alemanes, y Mr. Lugt se concentró casi exclusivamente en el proyecto de un nuevo motor que comprendiera aquellos principios dictados por su experiencia de proyectista de los motores diesel marinos Werkspoor durante un período de más de un cuarto de siglo.

Cuando cesaron las hostilidades, el proyecto estaba terminado y en seguida se emprendió la construcción. Se decidió que lo mejor sería empezar con la construcción de una planta experimental de dos cilindros de dimensiones iguales a las que se emplearían en un motor de producción standard en caso de que los resultados fueran satisfactorios. Se consideró que una potencia de 600 b. h. p. (conti-

nuada) por cilindro sería adecuada de forma que un motor de seis cilindros podría construirse de igual potencia a la unidad standard de ocho cilindros Werkspoor de cuatro tiempos sobrealimentada. Se vió que un diámetro de cilindro de 600 mm., con una carrera de pistón de 1.100 mm., llenaría las condiciones basadas en la presión media efectiva en el freno que se deseaba alcanzar y en el rendimiento mecánico previsto. La sobrealimentación añadía el 30 por 100 a la potencia en comparación con una unidad no sobrealimentada, si bien esto no tiene que considerarse como el límite máximo si se desea ir más lejos en este sentido.

El motor experimental de dos cilindros de 1.200 b. h. p. (fig. 1.) comenzó la prueba hace más de un año. Se han efectuado pruebas prolongadas y se han hecho varias mejoras como resultado de éstas, llegándose a la etapa en que los constructores consideran que este tipo de motor puede ser instalado en los barcos con toda confianza desde el punto de vista de la seguridad y economía en la operación.

Antes de describir el motor detalladamente hay que observar que el proyectista adoptó dos principios de importancia en relación con los motores de dos tiempos: uno, la instalación de una bomba de barrido para cada cilindro, y otro, la adopción del sistema de barrido vertical, con válvulas de exhaustación en la tapa del cilindro. La interesante forma con que se pusieron en práctica estos principios se tratará más adelante en este artículo, especialmente en lo que se refiere a la realización de un tercer principio: la eliminación en el grado máximo permisible de las complicaciones del mecanismo de reversión.

DETALLES DEL PROYECTO.

La figura 1 muestra una sección transversal del motor de dos cilindros. El cilindro de trabajo es A; C, es el pistón; D, el vástago de pistón, y E, la cruceta, por lo que se observará que el motor puede denominarse del tipo bajo con cruceta. Si se construye del proyecto de cruceta normal, se espera que el peso aumentará en un 10 por 100 y la altura será algo mayor. El cilindro de la bomba de barrido es B, y J, es el vástago del pistón de la bomba, que está accionada por las palanquillas (F y H) y dos palancas (G) huecas. Una, suministra el aceite lubricante de refrigeración a la cabeza del pistón, y la otra, es para su descarga. Los puntos de apoyo de estas dos palancas están situados en P; el sistema de palancas forma un pantógrafo, de forma que el movimiento del vástago de la bomba de barrido sigue al del vástago de pistón de expansión, y, por lo tanto, el mecanismo del indicador puede disponerse en la extensión del vástago de

pistón de la bomba de barrido en la parte alta del motor.

La cabeza del cilindro está unida a la parte superior del mismo por medio de espárragos (N); R, es

estas lumbreras de barrido, que se les ha dado una forma especial para proporcionar una entrada directa del aire al cilindro en ángulo recto, se obtiene la mejor combustión. No se se hecho nada para dar-

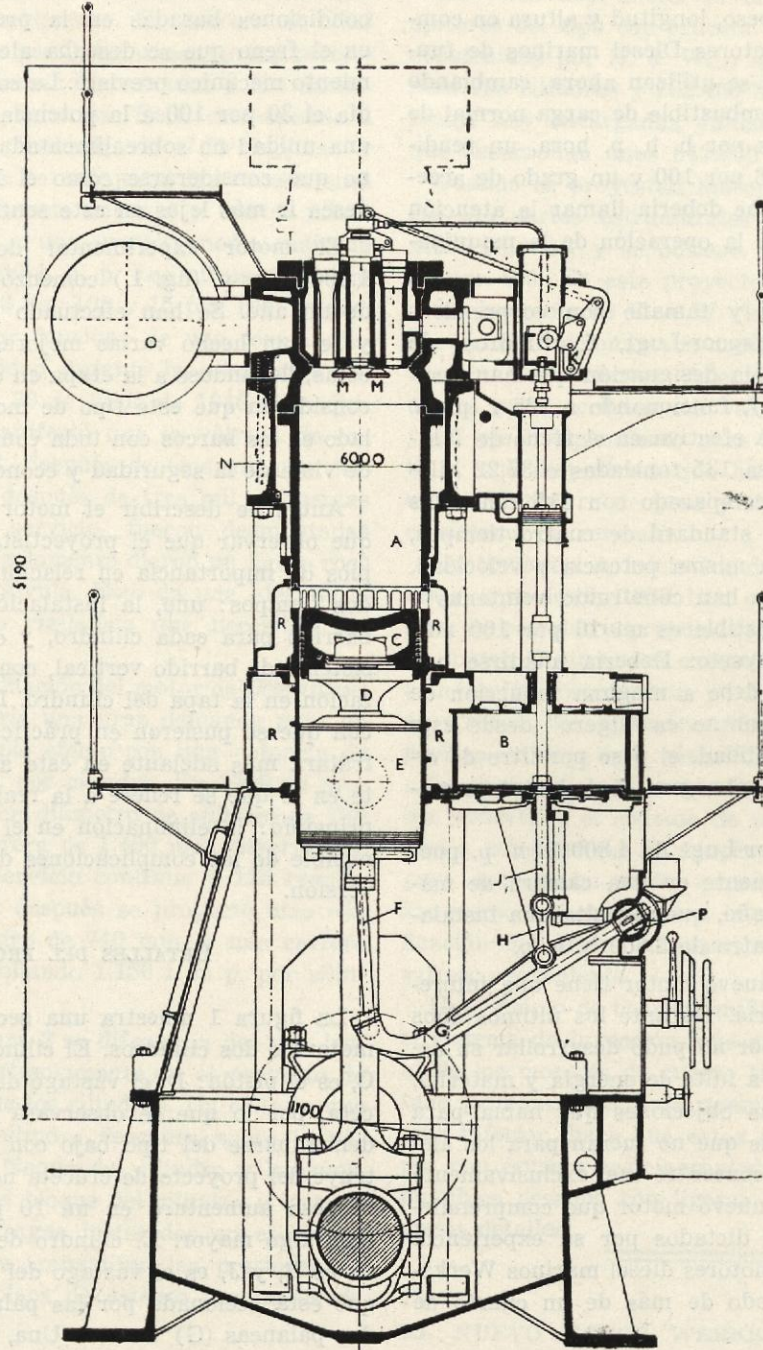


Fig. 1

el tronco de barrido, y O, el colector de exhaustación. Hay cuatro válvulas de exhaustación (M) por cilindro, simétricamente dispuestas en torno a la válvula de inyección de combustible que está colocada en el centro, y a este respecto se ha visto que con

les una forma que produjera un efecto de remolino, lo que sería más ventajoso con dos válvulas de inyección, una a cada lado de la válvula central de exhaustación.

Las válvulas de exhaustación están operadas a

pares por dos vástagos (L), y para este movimiento se ha ideado un mecanismo especial interesante en la parte superior de la extensión del vástago de pistón de la bomba de barrido.

El aire procedente de la atmósfera se comprime en la bomba a una presión de 0,45 atmósferas, o sea, unos 0,49 kgs. por cm^2 , y a esta presión se lleva al tronco el aire de barrido, en el que también se descarga el aire de sobrealimentación. Este se obtiene de un turbo-compresor accionado por gas de exhaustación; los gases de exhaustación del cilindro de trabajo se llevan directamente a la turbina que acciona el compresor (a una velocidad de 13.000 r. p. m.) y el turbo-compresor puede colocarse en cualquier lugar de la cámara de máquinas: en un compartimiento que no deja pasar los ruidos o en la chimenea si se desea. Todos los gases pasan a través de la turbina y, desde luego, puede instalarse una caldera para utilizar parte de los gases de exhaustación para la producción de vapor. Debe observarse que el aire procedente del turbo-compresor puede ser enfriado antes de que sea suministrado al tronco de aire de barrido, bajando de esta forma el nivel de temperatura del ciclo completo.

Deberá llamarse la atención sobre los motores de cuatro tiempos alimentados con turbinas de exhaustación: el peso de los gases de exhaustación que pasan a través de la turbina es igual al del aire suministrado por el compresor, aparte del peso despreciable del combustible. En el caso de este motor de dos tiempos, el peso del aire de sobrealimentación que se necesita es solamente la tercera parte de los gases de exhaustación y el compresor está proyectado en conformidad. La presión a la que los gases llegan a la turbina es de unas 0,35 atmósferas, o sea, 0,35 kgs. por cm^2 , y son descargados a la presión atmosférica.

CAMBIO DE MARCHA.

Como el movimiento del vástago de pistón de la bomba de barrido corresponde al del pistón de trabajo, y las válvulas de exhaustación son accionadas desde el primero, y lo mismo ocurre con la bomba de combustible, para la reversión, solamente se necesita hacer arrancar el motor en la dirección que se desee. El único mecanismo de reversión que se necesita es el de las válvulas piloto de arranque, que pueden ser accionadas fácilmente a mano y no se necesita ningún servomotor ni siquiera en los motores más grandes.

En el control hay una pequeña palanca (T) para accionar el telégrafo y así bloquear el volante de maniobras (S), de forma que solamente pueda moverse en conformidad con las órdenes del telégrafo. El primer movimiento del volante (derecha o iz-

quierda) permite que el aire sea admitido en los cilindros y la velocidad se controla por movimiento continuado del volante a la dirección deseada. Por medio de una segunda palanca se ajusta el regulador para cualquier velocidad máxima que se desee, y puede también desconectar el combustible y parar el motor en caso de urgencia.

Con la disposición descrita, y prescindiendo de la placa de asiento y cigüeñal, cada motor es completamente autónomo, con propia bomba de barrido, y los cilindros pueden distribuirse en serie y los motores pueden tener cualquier número de cilindros standard que sean necesarios para la potencia deseada.

Para quitar el pistón se emplea el sistema que ha sido utilizado por Werkspoor durante muchos años. Hay una pieza suelta de extensión con tornillos a la parte baja del cilindro, y si éste se baja pueden examinarse los segmentos de pistón, si es necesario, y reemplazarlos.

Los que han examinado con cuidado todos los detalles del proyecto de este motor y lo han visto funcionando, están muy bien impresionados por sus posibilidades, más especialmente por ser el resultado de un intenso estudio ininterrumpido, como se ha dicho antes por parte de un proyectista con experiencia en el desarrollo de los motores marinos Diesel de los primeros días, y, por lo tanto, con un completo conocimiento de todos los problemas que encierran. Las nuevas características que han llevado a los resultados mencionados no exigen ninguna forma nueva de construcción en la que no se haya obtenido experiencia todavía, de forma que el motor puede instalarse en barcos sin temor a que elementos sin probar sean la causa de preocupación.

Parece ser que ya se están realizando las pruebas con el aceite de calderas que ha sido utilizado en el petrolero *Auricula*, de la Anglo-Saxon, que tiene instalado un motor Werkspoor standard de cuatro tiempos sobrealimentado.

MISCELANEO

LA CONSTRUCCION NAVAL Y LA MARINA MERCANTE NORTEAMERICANA, por A. P. Chalkley
(*The Motor Ship*, diciembre 1947).

La incertidumbre que existe ahora en los Estados Unidos del futuro en la Marina mercante y la construcción naval es todavía más marcada que en Inglaterra. Esto se demostró claramente durante una reciente visita a Norteamérica, cuando tuvieron lugar las discusiones con los principales constructores y armadores, de los que ninguno podría contes-

tar la pregunta: "¿Cuál va a ser el futuro desarrollo de la construcción naval militar y mercante norteamericana?"

La resistencia que existe a expresar una opinión definida es incomprensible. Una industria que durante la guerra estaba tan desarrollada que cada mes entregaba un promedio de 100 barcos, con un total de 1.600 toneladas de p. m., y que ahora prácticamente no tiene ninguna construcción entre manos, tiene necesariamente que considerar su futuro con cierta desconfianza. Y los armadores norteamericanos, convencidos como están (con muy pocas excepciones) de que la Marina mercante norteamericana no tiene ninguna esperanza de sobrevivir en competencia con otros países, a menos que esté subvencionada, no pueden mirar muy lejos, sabiendo como saben que la cuestión de las subvenciones para la construcción y explotación está en el crisol y que no es probable que se tome una decisión durante algún tiempo.

El Presidente nombró un Comité para asesorarlo sobre el futuro de la Marina mercante norteamericana. El cargo directivo de este Comité ha recaído en el jefe de una importante casa constructora de automóviles, y los demás miembros que lo componen son hombres que no tienen ningún interés en la construcción naval ni en la Marina mercante, aparte del almirante Cochrans. Se han hecho declaraciones por parte de los constructores de barcos, fabricantes de máquinas, armadores y otros relacionados con la Marina mercante, y el informe se presentará dentro de poco, si es que no se ha presentado ya. Se supone que el Presidente puede enviar el informe al Congreso, pidiendo que sea atendido. Sin embargo, antes de que esto pueda llevarse a cabo será examinado por el Congreso Shipping Committee, y con todas las preocupaciones presentes y futuras del Congreso, por no hablar de las preparaciones para las elecciones presidenciales del próximo año (cuyo resultado podría tener una marcada influencia sobre la Marina mercante norteamericana), es probable que pase un año antes de que llegue a hacerse alguna cosa.

Los constructores de barcos y los armadores pueden, por lo tanto, sentirse inseguros. No obstante, no parece todavía que se hayan inquietado, y esta paradoja no es difícil de explicar, puesto que parece ser que se cree que el tiempo está de su parte. La Marina mercante norteamericana está prosperando. Los armadores están explotando sus propias flotas, en su mayoría barcos buenos, y han tomado en arriendo muchas unidades del Gobierno de los Estados Unidos. En casi todos los casos los barcos en arriendo son muchos más que los de las flotas de las Compañías navieras; por ejemplo, un armador tiene 40 barcos en propiedad y 60 en arriendo;

otra 17 y 40 en arriendo, y una tercera parece ser que explota 250 barcos, de los cuales no son suyos más que 40. Con los fletes a los niveles actuales los barcos en arriendo poco económico producen beneficios, pero los armadores están en una situación favorable, ya que cuando los fletes bajan los barcos en arriendo pueden ser abandonados cuando ya no producen beneficios, y como su número es tan grande este proceso llevará mucho tiempo de todas formas. Los armadores, por lo tanto, pueden mirar el futuro con ecuanimidad por lo menos durante un año o dos. Además, aunque las exportaciones han ido descendiendo un 6 por 100 aproximadamente cada mes y muchas personas entendidas consideran que, aparte de las circunstancias especiales, una gran proporción de los barcos arrendados deberán amarrarse pronto, estas circunstancias especiales tienen la probabilidad de surgir en la forma de los envíos comprendidos en el plan Marshall. Esto, sin embargo, trae consigo otro problema.

Pero si bien los armadores están dispuestos a esperar los acontecimientos, no precisamente de una forma pasiva, pues la propaganda en pro de la Marina mercante norteamericana, razonablemente grande, es muy efectiva y persistente, están los constructores igualmente resignados, teniendo presente la ausencia completa de encargos de barcos mercantes y la casi completa paralización de nuevas construcciones para la Armada. La contestación descansa en el hecho de que hay una gran cantidad de trabajo de reparación y se están efectuando conversiones de todos los tipos de embarcaciones para numerosos servicios, que junto con la pequeña cantidad de nuevas construcciones está manteniendo la industria de construcción naval norteamericana con un número de brazos igual al de antes de la guerra, y esto continuará probablemente mientras la Marina mercante esté boyante, de forma que aunque Mr. Gerrish Smith, presidente del Consejo de Construcciones Navales de Norteamérica, haya dicho recientemente que las perspectivas inmediatas de la construcción naval son muy sombrías, esto se refiere solamente a las construcciones nuevas. Los constructores de barcos, lo mismo que los armadores, tienen confianza, por lo tanto, de que a la larga el problema será solucionado satisfactoriamente, mientras tanto existe, sin embargo, la dificultad de conservar el personal de proyectistas y otros interesados principalmente en la nueva construcción, especialmente debido a que las perspectivas para obreros competentes son muy halagüeñas.

Es sorprendente ver cómo los astilleros se han reducido de su inmensa actividad de tiempo de guerra a un personal y equipo similar al de antes de la guerra. En el astillero y talleres de motores de Chester de la Shipbuilding and Dry Dock Co., por

ejemplo, el número de obreros empleados subió desde unos 4.000 a 37.000, y el astillero se amplió de seis gradas a 28, con toda la maquinaria y talleres necesarios, y especialmente equipo de soldadura eléctrica. En este astillero fué donde tuvo origen el petrolero T2 de 16.000 toneladas y 14-16 nudos, y en él se construyeron más de 250 barcos de esta clase y muchos más en otros astilleros; ahora todas las gradas excepto las seis primeras están vacías y sus máquinas y equipos han sido vendidos en su mayor parte. Las gradas no se conservarán, todos los edificios se derribarán o serán utilizados para otros fines y el astillero tiene ahora el mismo número de empleados que antes de la guerra.

Esto ocurre en todo el país con los astilleros antiguos, mientras que los que fueron construidos durante la guerra han sido abandonados en muchos casos por completo, después de haber vendido todo el equipo. Parece ser que la mayoría de la maquinaria se ha pagado al contado, de forma que al Gobierno no le ha ido tan mal. Una sección del astillero Sun., construida durante la guerra, comprendía media docena de varaderos y era completamente autónoma, con todos los talleres y maquinaria necesarios. El personal que tenía era principalmente gente de color que antes no tenía ningún conocimiento de construcción de barcos, pero que fué enseñado allí mismo. En resumen, la mano de obra de la industria de construcción naval norteamericana ha descendido de más de 1.000.000 de hombres a menos de 100.000, y podría pensarse que esta disminución tendría que dar lugar a problemas de trabajo. Pero los obreros han sido absorbidos en seguida en otras industrias y en el campo.

En los Estados Unidos se construye el mismo volumen de toneladas para armadores extranjeros que para los norteamericanos, incluyendo los barcos para la Argentina y para Francia. Es algo sorprendente saber que se han recibido encargos por parte de armadores europeos, y en particular de los noruegos, y hay probabilidades de que se hagan más encargos. La razón de esto es que se dan plazos de entrega muy cortos, y por ejemplo, un barco de 10.000 toneladas y 16 nudos podría ser construido y entregado por muchos de los astilleros en nueve o doce meses. El coste de la construcción naval norteamericana es todavía casi el doble que el de los astilleros europeos, y se debe principalmente a que el salario medio para el obrero del astillero es aproximadamente 1,4 dólares la hora, o sea siete chelines, en lugar de tres chelines la hora, que es el salario medio de los astilleros y talleres de maquinaria británicos. En los astilleros la semana es de cuarenta horas, y en realidad generalmente en toda Norteamérica está siendo normal.

Todos los astilleros o fábricas de Norteamérica

solucionan sus propios asuntos en lo que se refiere a sus problemas de la mano de obra, y los patronos se las arreglan con sus empleados, cualquiera que sea la clase de industria que manejan. Esto puede llevar a distintas tarifas de salarios en diferentes partes del país, pero en la práctica se han alcanzado generalmente los mismos niveles, de forma que las tarifas horarias en cualquier rama en todos los Estados Unidos no varían en ningún grado.

Tiene que admitirse, sin embargo, y el hecho no debe ser pasado por alto por la industria de construcción naval británica, que hay constructores norteamericanos que, con razón o sin ella, consideran que con una debida organización, y a pesar de los altos salarios, podrían construir barcos en competencia con los astilleros europeos. Por ejemplo, se tienen noticias de que en el astillero Gulf Shipbuilding de Mobile, en donde durante la guerra se construyeron 40 barcos de 10.000 toneladas en un año con solamente 2.000 hombres, se han construido recientemente barcos rápidos refrigerados a un coste que no es mayor al que hubiera hecho falta para construirlos en Inglaterra.

Los patronos de la construcción de barcos y construcción de maquinaria marina, lo mismo que los de todas las demás industrias de los Estados Unidos, tienen esperanzas de que con la mayoría republicana en el Congreso—aunque pequeña—y la presentación del proyecto de ley Taft Hartey, las exigencias de los obreros no serán tan disparatadas y que esto tendrá una influencia sobre los costes de construcción y conducirá a la paz general dentro de las industrias. Los patronos dicen que esta ley no hace más que revestir la evidente injusticia de la antigua legislación, y probablemente tienen razón, aunque en algunos centros de trabajadores se dice que la ley va demasiado lejos en la represión de las ambiciones de los trabajadores. Pero por lo menos los patronos dicen que ahora ha quedado establecido que las Trade Unions tienen que atenerse a sus acuerdos, lo que no ocurría antes, a pesar de que los patronos tenían siempre que adherirse a los de ellos. Esta es la forma en que la situación está presentada casi unánimemente por los patronos responsables.

Sin embargo, incluso ahora, la terminación del trabajo de armamento de los importantes cargueros ha sido retrasada en un astillero en tres o cuatro meses por causa de las dificultades de mano de obra, en donde se manifestó que si bien los patronos accedían a la demanda de un salario mayor, no podían dar su conformidad a la petición de las Trade Unions de que la elección del capataz estuviera en manos de los trabajadores.

Las aspiraciones norteamericanas en Marina mercante y los medios que están siendo empleados para

lograrlas contribuyen una historia interesante. Estas aspiraciones comprenden desde la encumbración de los Estados Unidos en el mundo de la Marina mercante hasta una modesta igualdad con el tonelaje de la preguerra. Ahora está haciendo su aparición una opinión modesta, y sin duda alguna obtendrá, por último, la aceptación general, y es que es conveniente y necesario efectuar un aumento razonable sobre la Marina mercante de la preguerra, en consideración de la nueva posición de Norteamérica en los asuntos del mundo. En resumen, los armadores británicos y los del Continente europeo, teniendo presente la influencia del volumen definitivo de la Marina mercante norteamericana sobre sus propios asuntos, pueden hacer sus planes sobre la base de esta moderada aspiración, en medio del tumulto de propuestas, que sin duda alguna se darán a conocer antes de que se tomen decisiones definitivas.

Conviene también examinar la situación a través de los hechos, si bien parece ser que no se dispone de cifras, puede decirse que en la actualidad hay más barcos mercantes norteamericanos en la mar que en ningún otro país. El tonelaje total norteamericano a fines del último año era de 35,2 millones de toneladas de r. b., y hasta el 1 de septiembre se habían vendido 8,65 millones de toneladas de r. b. y se calcula que aproximadamente el mismo volumen de tonelaje fué amarrado o utilizado para servicios militares.

A primeros de noviembre fueron arrendados unos 1.300 barcos por la Comisión Marítima de los Estados Unidos a armadores privados, con un total de 13.000.000 de toneladas de p. m. o 9.000.000 de toneladas de r. b., y se verá que este tonelaje, añadido al de los barcos de propiedad privada en servicio, hace subir la cifra de la Marina mercante norteamericana a más del doble que la de los días de la preguerra.

Con este gran número de barcos amarrados y con su probable aumento a medida que los barcos arrendados son devueltos por la Comisión Marítima a sus armadores particulares, se comprende lo cuidadosamente que ha de prepararse el terreno para persuadir a un público norteamericano sin un conocimiento de los asuntos referentes a la Marina mercante que hay que llevar a cabo un programa de construcción de barcos nuevos durante un período de diez años, tanto desde el punto de vista de defensa como de la prosperidad comercial de los Estados Unidos. Esto es tanto más difícil cuando es necesario hacer saber que hay que proporcionar una gran subvención para explotar estos barcos. Como es natural, un público no enterado diría que no hay necesidad de construir nuevos barcos cuando hay cientos amarrados de los construídos hace poco relati-

vamente. Por estos argumentos fué por lo que la industria de construcción naval norteamericana sufrió prácticamente un colapso a fines de la guerra 1914-18, y por lo que la Marina mercante fué decayendo entre las dos guerras hasta que se formó la Comisión Marítima.

Se hace evidente, por lo tanto, la necesidad de una cuidadosa educación de los norteamericanos, y esto es la explicación de las grandes organizaciones que están llevando a cabo este trabajo educativo. Los norteamericanos, e incluso aquellos que se encuentran en el inexpugnable Occidente Medio, están más dispuestos que en 1920 a prestar un oído favorable a las propuestas de una Marina mercante de tamaño razonable. Ahora apenas existe el aislamiento en el amplio sentido de la palabra: gran número de norteamericanos han servido en la mar durante la guerra, de forma que la educación marinera del público como un todo ha sido ya iniciada. El argumento de que Norteamérica sufrió grandes dificultades al estallar la guerra debido a su pequeña Marina mercante se acepta fácilmente, con el corolario de que, puramente desde el punto de vista de defensa nacional, se necesita un buen volumen de tonelaje mercante. Por lo tanto, solamente tiene que probarse que el tonelaje amarrado no es apropiado para el comercio, con el fin de llegar a un acuerdo de que debe emprenderse un programa de construcción y que deben proporcionarse subvenciones para la construcción y para la explotación.

Este punto es el que se está explicando en el país por todas partes y de todas las formas posibles, no solamente por los armadores y a través de sus organizaciones, sino por los hombres del Congreso y otros, quienes atentos a los acontecimientos reconocen que esta cuestión de la Marina mercante norteamericana es una cuestión en que el elector norteamericano se irá interesando cada vez más. El Propeller Club está desempeñando un papel vital en esta cuestión. Representa todos los aspectos de la Marina mercante e industrias asociadas, así como la construcción naval; tiene secciones en 120 ciudades y en Nueva York solamente hay 1.200 miembros. Su fin principal es interesar a la joven generación en las actividades navieras, y en muchos colegios hay grupos de la Marina mercante patrocinados por el Propeller Club, que organizan conferencias, visitas a los barcos y puertos y generalmente inculcan un interés, si no un amor a la mar, entre los jóvenes norteamericanos. Cada grupo del Propeller Club da un *lunch* mensual, con un conferenciante conocido en la Marina mercante, al que están invitadas todas las personalidades locales.

Las actividades de este Club están formando, sin duda alguna, la opinión norteamericana hacia la convicción de que deben tener una Marina mercante

grande, con el resultado de que se cree que no será difícil persuadir incluso a los electores más tercos del Occidente Medio de que las subvenciones son necesarias para la Marina mercante norteamericana. Un ejemplo de la labor que desarrolla Propeller Club es la Conferencia anual de la Marina mercante norteamericana, que dura tres días, que se celebra todos los años en Nueva York. El autor de este artículo asistió a la Conferencia que tuvo lugar el pasado octubre, en donde había más de 2.000 miembros invitados y en la que se dieron a conocer a todos los Estados Unidos los discursos de las personalidades que apoyan la Marina mercante norteamericana.

Es bastante significativo que Mr. W. A. Harriman, ministro de Comercio, autor del informe Harriman sobre el plan Marshall, fuera uno de los conferenciantes, e hizo la declaración inequívoca de "Haré todo lo que pueda para apoyar una Marina mercante norteamericana fuerte". Uno de los miembros del Comité, el Presidente, almirante Cochran, hizo prácticamente la misma promesa, y el almirante Smith, presidente de la Comisión Marítima de los Estados Unidos, hizo un análisis muy cuidadoso de lo que denominó una "Marina mercante equilibrada", que subrayó como una necesidad urgente de Norteamérica, y que exige la construcción de un número considerable de barcos mercantes durante un período de diez años.

Discursos como estos son dados a conocer en toda las ciudades de los Estados Unidos, y si añadimos a ellos el empleo de la radio por parte de algunas de las importantes firmas de construcción de maquinaria para radiar a Norteamérica la necesidad de mantener una gran flota mercante, así como los artículos precisos, informativos e inteligentes sobre este asunto que son una característica de algunos diarios norteamericanos, no es difícil darse cuenta de que el terreno está siendo bien preparado para que el público acepte las propuestas sin aquella oposición que llevó a la decadencia de la Marina mercante entre las dos guerras. Sería conveniente que estos hechos fueran reconocidos en aquellos centros marítimos europeos que son aptos para comparar las dos situaciones.

Sin embargo, añadido a todo esto existe un terminante hecho que probablemente sería definitivo de todas formas. Con la parte que desempeña en la reciente guerra, la provisión del préstamo anglo-norteamericano y el próximo plan Marshall, Norteamérica ocupa una posición, ocupa una situación en los asuntos mundiales que nunca ha tenido y que le compromete tan profundamente que tiene que asumir responsabilidades no concebidas hace veinticinco o treinta años. Y estas responsabilidades encierran factores materiales que a su vez se relacionan

muy estrechamente con la Marina mercante. En realidad dependen mucho de ésta. Por lo tanto, no sería razonable creer que este aspecto del futuro mundial debiera ser pasado por alto, y probablemente en los centros gubernamentales se está extendiendo la opinión de que la importancia norteamericana como país marítimo tiene que ser mayor que cuando no existían tales responsabilidades.

Sin embargo, todavía no se sabe qué es lo que todo esto sumará al final en lo que respecta a los verdaderos números y tamaños de los barcos. La mayoría de los armadores manifiestan que necesitan una subvención para la construcción que les permita adquirir barcos a los precios europeos y una subvención para salvar la diferencia de precio de explotación que existe entre sus barcos y los de los europeos, y que se refieren solamente a aquellas diferencias que están fuera de su control. Manifiesta, por ejemplo, que no puede hablarse de rendimiento o no rendimiento cuando un armador norteamericano tiene que pagar a sus tripulaciones unos salarios dos veces y media más que sus competidores europeos.

La segunda aspiración de los armadores norteamericanos es que ellos deberían llevar el 50 por 100 de las exportaciones o importaciones norteamericanas, y puede decirse que esta posición se ha alcanzado ya prácticamente.

Parece probable que las recomendaciones para el futuro programa de la construcción naval y la flota mercante norteamericana estabilizada de la postguerra, que será presentado al Congreso a través del Comité del Presidente, se basarán sobre las propuestas de la Comisión Marítima de los Estados Unidos, y que las cifras serán razonables, consideradas desapasionadamente, desde el punto de vista de la Marina mercante y construcción naval europea.

En 1939 la flota mercante de altura norteamericana totalizaba unos 8,9 millones de toneladas de registro bruto, incluyendo barcos de altura y un número y tonelaje mucho mayores de barcos de gran cabotaje, pero sin contar el tonelaje de los Grandes Lagos. Según plan de la Comisión Marítima de los Estados Unidos, la flota de la postguerra comprendería 1.044 barcos de altura, con un tonelaje de 11,4 millones de toneladas de p. m. o unos ocho millones de toneladas de r. b. (en vista de la gran producción de tonelaje de barcos de pasaje y carga), y de esto 5,14 millones de toneladas de p. m. en el comercio costero. Los barcos de carga contarían con 6,45 millones de toneladas de p. m.; los petroleros, con 4,17 millones de toneladas de p. m., y los barcos mixtos de carga y pasaje con 0,78 millones de toneladas de p. m. Se calcula que hay ahora 900 barcos de 10,3 millones de toneladas de p. m. apropiados para servicio, de forma que la nueva cons-

trucción exigiría 144 barcos, con 1,1 millones de toneladas de p. m. Con una capacidad de astilleros y una mano de obra equivalentes a la de los días de la preguerra, y teniendo presente la gran cantidad de trabajo de reparación que hay que hacer todavía, este programa estaría terminado entre 1954 y 1957, de forma que la producción anual de los astilleros sería muy moderada. Pero hay que recordar que desde 1936 a 1939 la producción media en los astilleros norteamericanos fué un poco más de 150.000 toneladas de p. m. Los barcos propuestos, por otra parte, son de alta categoría, y por ejemplo, los 41 barcos mixtos de pasaje y carga proyectados para servicios extranjeros están calculados a un precio de 10.000.000 de dólares cada uno, o sea 2.500.000 libras, mientras que los barcos de carga costarían más de 1.000.000 de libras cada año. Se cree que la subvención para la construcción de este tonelaje exigiría del Gobierno de los Estados Unidos el desembolso de unos 45.000.000 millones de libras. Hay también una propuesta para la construcción de dos o posiblemente cuatro barcos de pasajeros trasatlánticos y transpacíficos.

En líneas generales, es probable que el Congreso dé su conformidad a un plan—que el público norteamericano aceptará sin dificultad—para mantener la flota mercante norteamericana al nivel de la preguerra en lo que se refiere al tonelaje, pero compuesta de barcos de mucha mejor calidad y mayores velocidades, de forma que su capacidad efectiva de transporte sea mucho mayor. La velocidad media de la flota de altura norteamericana de la preguerra era de 10,9 nudos, y la flota de la postguerra tendrá una velocidad media de 15,5 nudos. La capacidad efectiva de los barcos será aumentada, por lo tanto, en un 50 por 100. En vista de la eliminación temporal de Alemania y Japón como países marítimos, las aspiraciones norteamericanas, si se realizan sobre la base expuesta, no se opondrán a la determinación de Inglaterra de los demás países europeos de explotar una flota igual por lo menos a la de los países de la preguerra.

En Norteamérica se adoptará probablemente un programa de construcción que permitirá que la industria de construcción de barcos funcione como en la preguerra también en lo que al tonelaje se refiere, pero exigiendo mucho más trabajo en los astilleros y talleres de motores, como consecuencia de la adopción de barcos más rápidos y demás rendimiento en todos los sentidos. Con esta política no hay duda que los organismos navieros y la industria de construcción naval estarán satisfechos y exigirán subvenciones para la construcción del 33 por 100 del coste total y otros similares para la explotación, aunque éstas no harán falta hasta que los fletes no empiecen a bajar.

LA ESCASEZ DE COMBUSTIBLE Y LAS MOTONAVES (*The Motor Ship*, enero 1948).

En el número de noviembre de esta Revista se dijo que había escasez de combustible, pero se indicó que sobre una base de largo plazo las perspectivas no eran desfavorables. Esto es verdad; pero la situación inmediata en lo que se refiere a 1948, y y posiblemente a 1949, es peor que lo que se había previsto, y algunos armadores serán afectados sin duda alguna y encontrarán dificultades para obtener el combustible que necesitan para sus barcos.

Fundamentalmente, el actual déficit de combustible deberá hacer que se emplee de la forma más eficaz y su utilización en las motonaves es un corolario, puesto que un vapor que quema aceite necesita por lo menos el 50 por 100 más de combustible que una motonave similar, y probablemente el 75 por 100 más en un promedio durante toda su vida. El problema está complicado lo mismo que todos los demás problemas del aceite: por el precio inferior del fuel-oil y las variaciones en las existencias relativas de petróleo de calderas y Diesel-oil. No obstante, es un hecho básico que para la futura abundancia de aceite en el mundo hay que procurar utilizarlo de la forma más económica y eficaz.

La escasez actual está producida por una creciente demanda mundial (debida principalmente a la falta de carbón y a las conversiones de los sistemas de combustión de aceite), combinado con una insuficiencia de petroleros para transportar el aceite que se necesita, y una falta de capacidad de refinería producida por la situación desfavorable del acero. En principio, no falta aceite; la flota de petroleros se está aumentando constantemente y se van a construir refinerías cuando se disponga de acero, lo que depende en gran parte de la producción de carbón. No se puede decir cuánto tiempo durará esta escasez, e incluso los más experimentados en la industria del aceite no pueden calcularlo. Sin embargo, será muy probable que no sea menos de dos años.

El hecho de que en 1948 el aceite combustible disponible será menor que en 1947 y la demanda mucho mayor, será la causa de que los armadores de algunos barcos—especialmente los de aquellos que han sido convertidos de combustión de carbón a combustión de aceite—no consigan los suministros de combustibles, por lo menos con facilidad; sin embargo, no se cree que afecte a los barcos de flotas que hasta ahora han empleado aceite ni, en términos generales, a ningún barco que dependa por completo del combustible líquido y no pueda ser convertido para quemar carbón. La situación se aliviará en cierto modo poniendo en servicio un número adicional de petroleros turbo-eléctricos T-2 de 16.000 toneladas, de los que hay todavía muchos amarrados, pero esto

exige el desfavorable desembolso de dólares. El suministro de aceite va mejorando a medida que los petroleros T-2 y los muchos barcos Liberty que hay en servicio sean reemplazados por barcos a motor, representando cada reemplazo un ahorro de 3.000 toneladas de aceite por año. Un aumento constante en la producción mundial de carbón que se espera ha de desarrollarse, tendrá resultados beneficiosos sobre las existencias de aceite, y la conversión poco económica del equipo de combustión de carbón a combustión de aceite no solamente no se detendrá, sino que se hará a la inversa cuando haya más carbón disponible.

Un aspecto importante de la situación desde el punto de vista del armador es el grado en que serán afectados el petróleo de calderas y el Diesel-oil en lo que se refiere al precio y existencias en uno o dos años hasta que desaparezca la escasez. Al discutir este problema se está, como siempre, en un mundo de incertidumbres, y solamente se puede observar las tendencias que existen sin determinar demasiado rígidamente lo que tiene que suceder.

En los Estados Unidos el creciente empleo de combustible destilado para la calefacción doméstica es un factor perjudicial para la situación del Diesel-oil. Se está haciendo frente a esto mediante la distribución de gas natural para el mismo fin, pero esto es un proceso lento. Por otra parte, la extendida conversión en todo el mundo de los sistemas de combus-

ión de carbón para combustión de aceite ha producido la gran demanda de petróleo de caldera, y lo mismo ha ocurrido en la mar con la puesta en servicio de un gran número de vapores norteamericanos que queman aceite, especialmente de las clases Liberty y T-2.

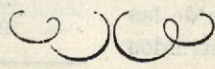
De hecho, los cambios registrados durante los últimos años han sido favorables al Diesel-oil. Como lo indica el cuadro que se da más abajo, la diferencia entre los precios medios de petróleo de caldera y Diesel-oil (basado en un gran número de puertos) ha bajado del 48 por 100 en 1939 al 30 por 100 en la actualidad, y el último aumento en los precios del combustible en los puertos británicos fué el mismo en el combustible de calderas que en el Diesel, reduciéndose con ello el porcentaje de la diferencia de precios. Estos son los hechos, e incluso los más íntimamente asociados con la industria de los motores Diesel encontrarían dificultad para predecir si esta tendencia continuará. Como resultado de la situación actual, los precios del aceite subirán y el aumento del mes pasado en el coste del aceite sin refinar se reflejará en precios más altos.

El año empieza con una situación muy poco satisfactoria desde el punto de vista del suministro de combustible de aceite, pero por lo menos hay un destello de esperanza para el futuro debido a que se registran hechos naturales que llevarán a la reducción de demandas.

LOS PRECIOS DEL DIESEL-OIL Y PETROLEO DE CALDERA

(Precios en chelines por tonelada excepto (1) Estados Unidos, \$ por barrel).

PUERTOS	Petróleo de caldera			Diesel-oil		
	3-9-39	12-46	12-47	3-9-39	12-46	12-47
Aden	36/6		82/2	48/6		103/6
Buenos Aires (2).....	45/	\$ 18,60	\$ 23,45	85/	\$ 24,30	\$ 30,16
Capetown	45/	92/6	102/6	58/	115/	125/
Colombo	52/6	77/	87/	63/	99/	109/
Freemantle	67/6	99/	109/	75/6	121/	131/
Halifax (1)	\$ 1,30	\$ 1,84	\$ 2,65	\$ 2,60	\$ 2,66	\$ 3,50
London	37/6	84/6	97/	50/	106/	118/6
New York (1).....	\$ 1,10	\$ 1,92	\$ 2,54	\$ 1,72	\$ 2,73	\$ 3,32
San Francisco (1).....	\$ 0,90	\$ 1,30	\$ 1,85	\$ 1,50	\$ 2,25	\$ 2,89
Singapore	46/6	88/6	98/6	57/	110/	120/
Trinidad (1)	\$ 0,95	\$ 1,43	\$ 2,05	\$ 1,90	\$ 2,06	\$ 2,83
Vancouver	\$ 1,15	\$ 1,77	\$ 2,18	\$ 1,85	\$ 2,35	\$ 3,10
PROMEDIO.....	42/6		89/6	63/		115/6



Información General

EXTRANJERO

LA CONSTRUCCION DE MOTONAVES EN 1947 Y 1948

Con todos los astilleros disponibles en el mundo completamente ocupados, el tonelaje terminado fué menos de la mitad del de 1930, año en que se registró un récord en la producción. Esto se refiere tanto a los vapores como a las motonaves, y en lo que respecta a esta última clase, en el cuadro que se da a continuación pueden verse las cifras de producción desde 1930:

MOTONAVES CONSTRUIDAS EN TODO EL MUNDO DESDE 1930

(Barcos de más de 1.000 toneladas de r. b.).

AÑO	Número	Tonelaje de r. b.	I. H. P. de maquinaria
1930.....	240	1.640.290	1.307.050
1931.....	176	1.184.160	844.200
1932.....	50	358.910	266.950
1933.....	63	353.000	323.350
1934.....	87	483.730	480.300
1935.....	131	782.360	622.380
1936.....	167	1.075.480	848.860
1937.....	190	1.169.000	984.000
1938.....	223	1.461.000	1.198.000
1946.....	110	625.000	572.000
1947.....	168	810.000	879.000

En Gran Bretaña se terminaron 92 motonaves con 460.000 toneladas, y en 1930 estas cifras fueron de 109 barcos con 746.000 toneladas de r. b. Hubo un aumento sobre las cifras de 1946, cuando la producción de motonaves británicas sumó 398.000 toneladas de r. b.; pero los resultados totales pueden considerarse como un fracaso. Aunque no se dispone de las cifras referentes al tonelaje de vapores construídos

en Inglaterra en 1947, se calcula que es algo inferior al de motonaves y que el tonelaje total de todos los barcos (vapores y motonaves) construídos en los astilleros británicos en 1947 no excedió a 900.000 toneladas de r. b. Esto puede compararse con la meta optimista de 1.250.000 toneladas de r. b. anunciada por el Ministerio de Transportes en los primeros días de 1947, y es quizá sintomático de la precisión de muchos de los cálculos oficiales de producción. Se desconoce todavía cuál será la producción de tonelaje británico en 1948, debido a la situación del acero y mano de obra; pero es dudoso que exceda al millón de toneladas de r. b., y de éste los armadores británicos no recibirán más del 80 por 100.

El tonelaje a motor encargado no representa solamente una cifra récord, sino que sobrepasa en un 20 por 100 al de hace un año. Los datos que se dan no han sido calculados, sino que son los totales de los contratos. En el cuadro siguiente se dan los datos de las motonaves encargadas desde 1927, y este cuadro destaca las fluctuaciones que han tenido lugar en la construcción naval en los últimos veinte años.

FECHA	Número	Toneladas de r. b.
Enero 1927.....	308	1.970.000
— 1928.....	270	1.763.000
— 1929.....	263	1.700.000
— 1930.....	361	2.289.000
— 1931.....	253	1.620.000
— 1932.....	100	700.000
— 1933.....	82	460.000
— 1934.....	103	592.000
— 1935.....	131	816.000
— 1936.....	226	1.325.000
— 1937.....	348	1.800.000
— 1938.....	411	2.831.000
— 1939.....	397	2.800.000
— 1947.....	676	3.400.000
— 1948.....	804	4.460.000

Un 43 por 100 de los encargos efectuados en todo el mundo para barcos propulsados con motores Diesel han sido hechos en los astilleros británicos, y de éstos, un 25 por 100 son para armadores extranjeros. Los datos se dan en el cuadro siguiente:

MOTONAVES ENCARGADAS EN 1 DE ENERO DE 1948

	Número	Capacidad de p. m.	Tonelaje de r. b.
En Inglaterra.....	328	2.813.000	1.920.000
En el extranjero...	476	3.725.000	2.540.000
TOTAL.....	804	6.538.000	4.460.000

No se dispone de estadísticas que den el número y tonelaje de vapores encargados en todo el mundo. El 30 de septiembre, según los informes del Lloyd Register of Shipping, había en construcción 340 vapores con algo menos de 1.500.000 toneladas de r. b., y el total encargado ahora es seguramente algo más de 2.500.000, debido a que muchos barcos no han sido entregados todavía, resultando un volumen total de barcos mercantes contratados en todo el mundo de unos siete millones de toneladas de r. b.

Hay alguna posibilidad de que la producción de barcos se acelere en un cierto grado en los próximos dos o tres años, pero la decepción de 1947 da lugar a que se tenga más cuidado al hacer los cálculos en este sentido. Si el ritmo actual de construcción no se mejora, se tardará más de cuatro años en terminar todos los contratos que se tienen entre manos, si bien esto no se refiere por igual a todo el mundo. Sobre la base de las circunstancias existentes, incluyendo la falta de acero y la situación de la mano de obra, hay pocas probabilidades de que los barcos mercantes que hay encargados sean terminados antes de finales de 1950, y pudiesen no terminarse si sobreviniese un desastre económico, peor todavía que el que estamos sufriendo, y lleve a las cancelaciones en masa de los contratos de construcción de barcos.

Esto ha ocurrido ya antes y no deberá excluirse la posibilidad de que vuelva a ocurrir. Tampoco se debe confiar demasiado en una secuencia lógica de acontecimientos en Marina mercante y construcción naval en un mundo que sufre un gran déficit de barcos, y especialmente de petroleros, teniendo sin embargo un gran superávit de barcos de carga y un gran número de petroleros amarrados. La razón puede explicarse, desde luego; pero la existencia de estos barcos puede desbaratar los cálculos. Como quiera que sea, todo esto debiera hacer que la industria de construcción naval reconozca que no es prudente estar demasiado seguro del futuro.

LOS ALTOS PRECIOS DE LA CONSTRUCCION NAVAL NORTEAMERICANA

Los precios de la construcción naval norteamericana parecen ser tan altos, en comparación con los ingleses, como antes de la guerra. La primera información fehaciente sobre este asunto está contenida en las ofertas que han sido presentadas a la Comisión Marítima de los Estados Unidos por parte de cuatro astilleros para la construcción de cuatro barcos de pasaje de 152 metros de eslora para el servicio que tiene la American President Line alrededor del mundo desde San Francisco. Estos barcos tendrán alojamiento para 189 pasajeros y con maquinaria de 12.500 s. h. p.; sostendrán una velocidad de 18 nudos. Llevarán 162 tripulantes.

La oferta más baja, que da un precio fijo para un solo barco, la de la Newport News Shipbuilding & Dry Dock C.º, fué de 12.350.000 dólares, es decir, casi 3.100.000 libras. Las otras tres ofertas llegan hasta 17.500.000 dólares. La oferta más baja para la construcción de tres barcos similares es de unas 3.000.000 libras por barco, menos cuando solamente se construya un barco. Sobre la base de un precio que es susceptible de ajuste, según el aumento de salarios y coste de materiales, la oferta más baja fué de unas 400.000 libras menos que cuando se dió un precio fijo.

Los barcos construidos a estos precios serán una carga para los armadores, de tal forma que les sería imposible explotarlos con provecho en circunstancias normales. Por lo tanto, el Gobierno de los Estados Unidos concederá a la Comisión Marítima una subvención a la construcción equivalente, según se cree, a la diferencia que existe entre el coste de construcción en Norteamérica y el del extranjero. Probablemente, esta subvención será del 50 por 100, aproximadamente.

GRANDES ENCARGOS DE PETROLEROS

En conformidad con el informe Harriman sobre el Plan Marshall (el título oficial es "Informe del Comité del Presidente sobre la recuperación europea y la ayuda norteamericana"), se esperaba que se hicieran numerosos encargos de petroleros a motor a pesar del gran volumen de contratos que se tiene ya entre manos.

Durante el pasado mes, los encargos suman 52 barcos a motor con 718.000 toneladas de p. m., o casi 500.000 toneladas de r. b., además de unos cuantos barcos a vapor. Los astilleros europeos tie-

nen contratos para petroleros a motor con 2.000.000 de toneladas de r. b. y vapores con 200.000 toneladas de r. b., sumando un total de 2.200.000 toneladas de r. b.

De los barcos recientemente encargados, 39, con 400.000 toneladas de r. b., se construirán en los astilleros británicos y el resto en Suecia. Unos 34, con 290.000 toneladas de r. b., son para armadores británicos y el resto se construirán por encargo de Compañías noruegas.

LA PRODUCCION BRITANICA DE BUQUES MERCANTES

La situación de la construcción naval británica, en relación con la extranjera, es mucho más favorable que hace muchos años. La participación inglesa en el tonelaje mercante ahora en construcción es del 55 por 100, del 50 por 100 en los barcos terminados el año pasado y del 59 por 100 en los barcos botados. Esto no significa, desde luego, que la situación sea satisfactoria en un sentido absoluto, pero sí que la enfermedad mundial que padece la industria no es más grave en Inglaterra que en los demás países, sino quizá menos.

El cuadro que se da más abajo muestra los datos del tonelaje terminado en 1946 y en 1947 en Inglaterra y en el extranjero:

AÑO	Reino Unido	Otros países	En el mundo
1946.....	1.046.000	820.000	1.666.000
1947.....	944.601	945.260	1.889.861

La forma en que ha progresado la construcción de barcos durante el año puede verse en el siguiente cuadro:

TRIMESTRE	Reino Unido	Otros países	En el mundo
Enero-marzo 1947	197.000	197.000	394.000
Abril-junio 1947	240.469	175.176	415.645
Julio-septiembre 1947	224.303	249.526	473.829
Octubre-diciembre 1947 ...	282.829	323.558	606.387

En comparación con la situación de hace un año, en Inglaterra hay un aumento de 236.000 toneladas de r. b. de barcos en construcción. El tonelaje de motonaves ha aumentado 251.000 toneladas de r. b. y el de vapores ha bajado 17.000 toneladas.

BARCOS NORTEAMERICANOS CONSTRUIDOS EN INGLA- TERRA

En la actualidad, es probablemente más beneficioso para Inglaterra construir barcos para Norteamérica que para ningún otro país; de aquí que los encargos efectuados para cuatro de estos barcos tenga algo más que un interés pasajero. Son los primeros contratos de su clase desde la guerra, si bien Inglaterra está ya construyendo para otros 16 países. En el caso de dos de las Compañías navieras que han efectuado estos encargos, los nuevos barcos representan sus primeras motonaves: una la "Alcoa Steamship, que tiene 16 barcos de turbinas engranadas (todos menos tres construidos desde que empezó la guerra), y y la "Atlantic Maritime Co. Inc., que tiene 10 vapores.

No se ha manifestado la razón que puede existir para comprar barcos en Inglaterra, ya que encierra el inconveniente de que los armadores no podrán obtener la subvención a la construcción y, desde luego, el plazo de entrega será mayor que si los encargos se hubieran hecho en un astillero norteamericano. Existe, desde luego, la diferencia de precios, que tiene que ser considerable, y se calcula, generalmente, en un 50 por 100. Por otra parte, no hay duda de que la pronta entrega de un barco en las condiciones actuales representa una gran cantidad de dinero para el armador, debido a los altos fletes que se están obteniendo ahora.

Este es otro ejemplo de la extraña situación a que hemos llegado en Marina mercante: los armadores norteamericanos compran barcos en Inglaterra, mientras que los armadores norteamericanos compran barcos en Norteamérica, que han sido rehusados por los norteamericanos.

NACIONAL

SALVAMENTO DEL VAPOR "CASTILLO MONTJUICH"

El vapor *Castillo Montjuich*, propiedad de la Empresa Nacional Elcano, de la Marina mercante, embarrancó junto a la carretera del Musel (Gijón) hace unos meses como consecuencia de un violentísimo temporal que motivó la rotura de las cadenas de las anclas. Como recordarán nuestros lectores, se trata del mayor buque de carga de la flota española, pues tiene 8.200 toneladas de peso muerto y 6.581 toneladas de registro bruto.

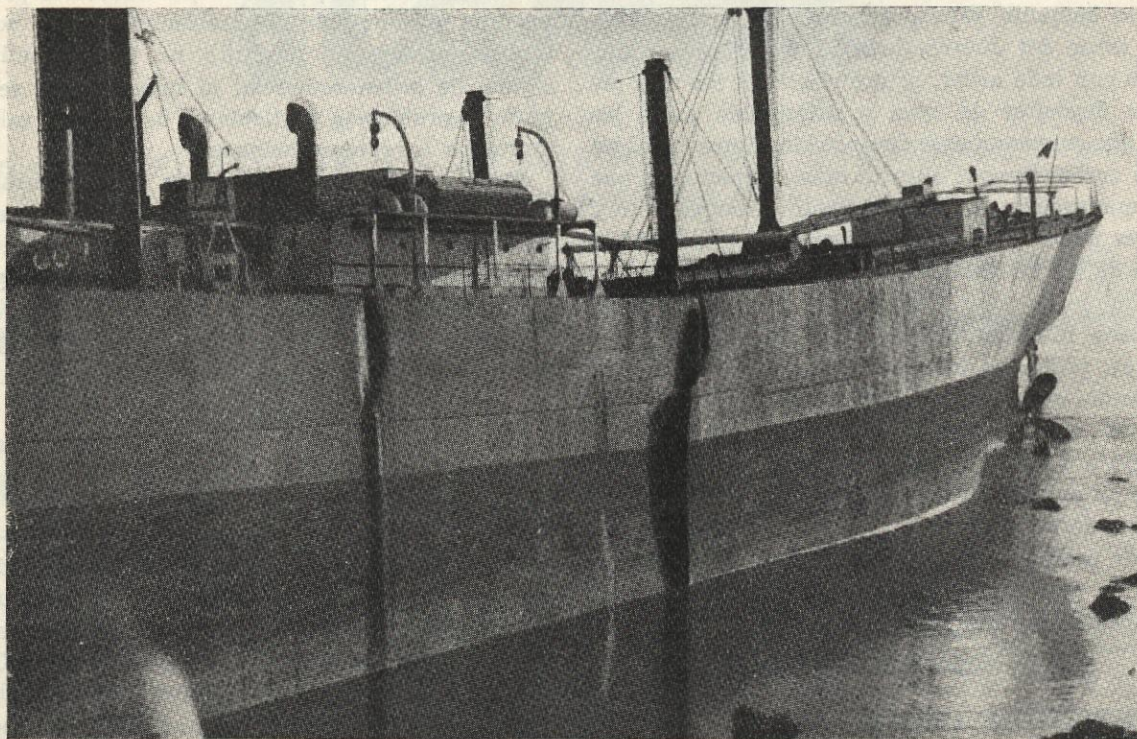
El buque se encontraba con la proa pegada al paramento del muelle que constituye la carretera. En

las bajamares quedaba en seco toda la parte de proa y buena parte del cajón central.

El buque al embarrancar había sufrido averías de cierta consideración en los fondos y el agua entraba libremente dentro de las bodegas y dentro de la cámara de máquinas a través de los agujeros de hombre del doble fondo, cuyas tapas habían sido quitadas antes del siniestro con el fin de inundar

las superestructuras en aquellas partes en donde había refuerzos locales con un coeficiente de esbeltez mayor que el de la cubierta. Pero las ondulaciones continuaban por los mamparos de la superestructura al encontrar zonas localmente más débiles.

El personal técnico de Elcano, y especialmente los ingenieros navales señores Tortosa y Campa, tomaron a su cargo el salvamento del buque hace



El "Castillo Montjuich", varado. Pueden verse las arrugas de colapso por el arrufo.

las bodegas, obteniendo así mejor defensa contra el temporal, puesto que cuando éste atacó al *Castillo Montjuich* estaba el buque en lastre.

Lo peor de todo era que el buque había quedado apoyado solamente por la proa y la popa, con lo cual, al desaparecer en las bajamares el empuje del cajón central o al inundarse las bodegas centrales, el buque tomó un arrufo extraordinario. Consiguientemente, al efecto del momento flector de arrufo, la cubierta trabajó extraordinariamente a la compresión, produciéndose un colapso en dos regiones con las ondulaciones que, según nos demuestra la resistencia de materiales, sirve para colapsar una cubierta. La inspección del buque siniestrado era extraordinariamente importante para un ingeniero naval, pues las deformaciones, los colapsos de las cubiertas y las ondulaciones que se prolongaban por los costados estaban producidas exactamente en el lugar, intensidad y forma que el cálculo de resistencia de materiales dictamina. Las ondulaciones de cubierta se desviaban al tropezar con los casetones de

unas semanas. Las obras consistieron principalmente en el refuerzo de la cubierta, a fin de impedir que al flotar el buque forzosamente en momento de quebranto por desplazar el cajón central mucho más que los extremos en comparación del peso por metros, pudieran romperse las chapas colapsadas, cuyo material había pasado su límite elástico ya una vez, y además que pudieran continuar algunas grietas de escasa importancia que se habían producido en las trancañiles y en las tracas de cinta de ambas bandas. Después se procedió a tapar todos los salideros del casco. Los desgarramientos de los fondos, como es natural no pudieron taparse, pero en cambio se soplaron éstos tanto para obtener el menor peso posible.

Una vez así preparado el buque, se esperó la marea más viva de la primavera, que correspondía a la noche del Miércoles al Jueves Santo.

En efecto, al llegar esta marea viva el buque flotó y quedó en disposición para haber sido remolcado. Sin embargo, por una negligencia del perso-

nal de Prácticos, que no se encontraba en el lugar del suceso a la hora que había sido citado, el *Castillo Montjuich* no pudo ser remolcado y la marejada lo abatió contra la costa, dejándolo al descender la marea en condiciones todavía más precarias que las anteriores, es decir, con menor calado que tenía cuando se iniciaron las operaciones de salvamento.

En estas condiciones se procedió a aligerar todo lo más posible al *Castillo Montjuich*, pero no pudo serlo lo bastante para poder reflotar en la marea de la tarde del Jueves Santo. Los trabajos continuaron con todo ardor, achicando hasta los más pequeños depósitos de agua y extrayendo todos los pesos que humanamente fué posible. Estos trabajos fueron coronados por el éxito más completo, ya que en la madrugada del Viernes Santo el buque flotó y esta vez pudo ser remolcado, quedando amarrado al muelle de los trasatlánticos del Musel.

El buque ha sido remolcado a Bilbao, donde se procederá inmediatamente a su varada en dique seco. Es probable que aprovechando las obras de reparación, cuya envergadura tiene que ser bastante grande, se proceda a una modernización de la maquinaria a fin de aumentar la velocidad del buque, que en la actualidad es algo escasa, y disminuir el consumo de singladura.

Desde estas páginas de INGENIERÍA NAVAL felicitamos al personal técnico, que tan brillantemente ha trabajado en este salvamento.

EL INSTITUTO INTERNACIONAL DE LA SOLDADURA

Del 8 al 13 del próximo mes de junio se celebrarán en Bruselas varias reuniones a fin de constituir el Instituto Internacional de la Soldadura. Para tomar parte en ellas, y en calidad de Miembro Fundador de la nueva Organización Internacional ha sido invitado el Instituto de la Soldadura, del Patronato "Juan de la Cuerva Codorniu", que enviará a las mismas como representantes suyos al Ingeniero don Francisco Bustelo, director del Instituto, y a don Manuel Miró, Ingeniero jefe de la Sección de Investigación y Laboratorios.

La iniciativa de establecer una organización Internacional de Soldadura, que partió de una reunión de la Sociedad Holandesa de Soldadura, celebrada en junio de 1947, dió por resultado la reunión en Londres, en el mes de septiembre último, de un Comité Provisional, en el que colaboraron representantes de Bélgica, Francia, Gran Bretaña, Países Bajos, Suiza y los Países Escandinavos, Dinamarca, Noruega y Suecia conjuntamente.

Existe el propósito de que el nuevo Instituto Internacional quede debidamente constituido en la re-

unión del día 11 de junio, durante la cual se someterá a la aprobación de los representantes que asistan al acto el proyecto de Estatutos, invitándose a dichos representantes a que inscriban a sus respectivos Organismos como Miembros Fundadores del Instituto.

En el proyecto de Estatutos de la nueva Organización se indica que su finalidad es la de estimular el desarrollo de la soldadura por todos los procedimientos y contribuir al establecimiento de normas internacionales. El Instituto no tendrá actividad alguna de orden comercial ni industrial ni se ocupará de problemas particulares de precios, salarios, mercados o representaciones.

Pueden adherirse a la nueva Organización las Asociaciones, Sociedades, Organismos sin fines lucrativos, cuya actividad se consagre por completo o, en su mayor parte, a los aspectos científicos y técnicos de la Soldadura. No serán admitidas como Miembros las Sociedades cuya actividad tenga un carácter total o principalmente comercial.

CURSILLO ORGANIZADO POR EL INSTITUTO DE LA SOLDADURA

El día 10 de mayo comenzó en la Escuela de Ingenieros Industriales, de Madrid, el primer Cursillo organizado por el Instituto de la Soldadura, del Patronato "Juan de la Cierva". Se trata de un Cursillo teórico-práctico de soldadura oxiacetilénica y eléctrica de especialización para Técnicos que posean como mínimo una preparación análoga a la de los Peritos Industriales. El Cursillo en cuestión ocupará dos meses de trabajo intenso, con cuatro horas diarias de clases prácticas y otras tres también diarias de clases teóricas. Las peticiones recibidas para la inscripción en el Cursillo han superado, en mucho, al número máximo de alumnos que era posible admitir por razones de espacio y de material.

El desarrollo del Curso está a cargo del propio personal del Instituto de la Soldadura y de varios profesores de la Escuela de Ingenieros Industriales, que muy amablemente han aportado su colaboración, complementando así la de la propia Escuela al facilitar los locales y algunos de los elementos utilizados. Varios fabricantes de material para soldadura han contribuido al mejor desarrollo del Cursillo, proporcionando desinteresadamente parte del material preciso.

El Instituto de la Soldadura, en vista de la buena acogida que ha encontrado este primer Cursillo, se propone intensificar su labor en materia de enseñanza, y oportunamente anunciará la organización de nuevos Cursillos.