Ingeniería Naval

REVISTA TÉCNICA DE LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS NAVALES

FUNDADOR: **AUREO FERNANDEZ AVILA**, ING. NAV.
DIRECTOR: FERNANDO COROMINAS GISPERT, ING. NAV.
COMITE DE REDACCION: JOSE MANUEL CAVANILLES, CARLOS LAGO, AUGUSTO RIQUELME, INGS. NAVS.

AÑO VII — MADRID, 15 MAYO 1936 — NÚM. 60

Sumario

Páginas

Nuestro fundador D. AUREO FERNÁNDEZ AVILA 2
A nuestros lectores 5
Sobre el cálculo del casco resistente de un submarino, por AUREO FERNÁNDEZ AVILA, Ingeniero naval. (Conclusión.) 6
La fabricación del agua dulce a bordo por destilación de agua de mar, por CHARLES PRACHE, Ingenieur de Arts et Manufactures 12

INFORMACION GENERAL

El paquebote "Queen Mary" 23
Presupuesto de la Marina Mercante Francesa para 1936 26
El proteccionismo marítimo en Inglaterra 27
Japón 28
La conferencia Norteatlántica se ha puesto de acuerdo para no conservar más que tres clases de pasajeros 28

LIBROS Y PUBLICACIONES

Schiffbau Kalender 1935 29
Annali della vasca nazionale per le esperience di architettura navale in Roma 29
Revista de Revistas.—Fichero de información profesional 31

Redacción y Administración: Avenida de Pi y Margall, número 9, piso A. número 15. — Apartado de Correos 456. — Teléfono 20581

Precio de suscripción (año): España y América, 30 Ptas. Demás países 40 Ptas. Número suelto 3 Ptas., en España y América, y 4 Ptas. en los demás países.

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

Nuestro fundador D. Aureo Fernández Avila

Al iniciarse esta segunda etapa de INGENIERIA NAVAL, deseamos rendir unas líneas de homenaje y cariño al insigne Ingeniero naval D. Aureo Fernández Avila, fundador de esta revista profesional y paladín de todo lo que ha representado entusiasmo por el progreso de la técnica naval.

Muchas veces se había intentado llevar a término la publicación de una revista en la que los Ingenieros navales pudieran verter la teoría y la práctica de sus actividades; pero dificultades sin cuento impidieron ver realizado ese ideal, hasta que, un día del otoño de 1929, la decisión animosa de D. Aureo Fernández Avila hizo cristalizar aquella aspiración en una modesta revista, que a los pocos meses tomaba el incremento que una profesión como la del Ingeniero naval merecía. En sus páginas vertió muchas, muchísimas veces el Sr. Fernández Avila las concepciones luminosas de su inteligencia, cultivando con esa peculiar competencia que le caracteriza temas de una originalidad muchas veces brillante y siempre destacados por lo profundo de su estudio y la elegancia en la exposición.

Cultivó de manera muy especial el estudio de la resistencia del casco de los submarinos, en cuya especialidad adquirió un relieve no igualado, del que son pruebas fehacientes sus magníficas comunicaciones presentadas en los Congresos, de los cuales fué el principal y más entusiasta promotor.

Del valor que a los trabajos del Sr. Fernández Avila se concede entre las autoridades extranjeras de la Arquitectura naval, puede servir de botón de muestra el párrafo que a continuación transcribimos, tomado de una carta del eminente Dr. Techel, proyectista alemán de submarinos, de renombre universal:

«El trabajo que durante mi estancia en Cartagena me regaló usted sobre resistencia de submarinos lo he estudiado muy detenidamente. Lo considero de mucho valor para la teoría de resistencia de submarinos. En un punto, sin embargo, no estoy completamente de acuerdo con el autor, y es precisamente en lo que se refiere a la superposición de la flexión del casco exterior y de las cuadernas. Quizá no he llegado a comprender exactamente el asunto, por lo que pienso estudiar este punto todavía con más detenimiento, aunque no puedo especificar cuándo podrá ser, por la enorme cantidad de trabajo que sobre mí pesa en este momento. He podido apreciar el valor que tienen las investigaciones de mis colegas españoles, ya que han conseguido un cuadro cuantitativo de la influencia de los mamparos, de los cuales hasta ahora en nuestras construcciones solamente hemos considerado sensiblemente cuando de construcciones ligeras se trataba...»

Estas investigaciones de los «colegas españoles» a que alude el Dr. Techel son personales de D. Aureo Fernández Avila, que en su modestia oculta la valía profunda del investigador, unida a unas relevantes dotes de constructor, probadas en sus muchos años de experiencia.

Con el caudal de todas estas cualidades formó una que destaca sobremanera. La de ser el paladín de la independencia de la técnica naval española. Por esta aspiración ha luchado con toda su energía, y aunque, desgraciadamente, la resistencia enorme que semejante ideal ha encontrado impidiera ver realizado su anhelo, no hay duda de que su noble y desinteresado sacrificio ha de ser fructífero algún día.

Una de las facetas de tal sacrificio es su alejamiento, «que deseamos sea temporal», de la profesión a la que dedicó todos sus amores. En ello está la causa principal de su separación de las tareas directivas de INGENIERIA NAVAL, ya que otras ajenas actividades absorben grandemente su tiempo. Ello no obsta para que todos esperemos confiadamente que las enseñanzas del maestro sigan honrando las páginas de nuestra publicación, para avalorar la técnica española y deleitar a todos los que hemos puesto nuestros afanes en las intrincadas actividades de la Ingeniería naval.

Aureo Fernandez

D. AUREO FERNANDEZ AVILA

Ingeniero Naval

Fundador de «Ingeniería Naval»

A nuestros Lectores:

A consecuencia de la dimisión presentada por D. Aureo Fernández Avila, la última junta general de la Asociación de Ingenieros Navales acordó elevar a la Dirección de la Revista «Ingeniería Naval» a nuestro querido compañero Fernando Corominas Gispert, dictándole ciertas normas y orientaciones, dentro de las cuales la Revista debe desenvolverse, dejando a su elección la persona o personas que han de ayudarle en la publicación de la misma.

La nueva Dirección envía en este número un saludo cordial a todos sus compañeros y lectores, suplicándoles la indulgencia, siempre tan necesaria para quien sin más arma que su entusiasmo intenta continuar labor tan felizmente desarrollada por nuestro antiguo director y fundador, y espera de todos ellos que presten a esta obra el apoyo y la colaboración—tan necesarios como estimados—con que siempre asistieron a esta Revista, colaboraración que ha de redundar necesariamente en beneficio de nuestra profesión, de la técnica y de la ciencia en general.

Sobre el cálculo del casco resistente de un submarino

(Comunicación leída en el II Congreso de Ingeniería Naval el 9 de Junio de 1933)

(Conclusión)

Por **AUREO FERNÁNDEZ**, Ingeniero Naval

APÉNDICE I

VAMOS a empezar por estudiar el caso más general posible. Supondremos que la presión axial que tiene que soportar el casco interior es una fracción ζ, de la total $p\pi r^2$, y que los apoyos A y B son desiguales (fig. 4).

Sea primeramente un anillo de longitud unidad, radio r y espesor s, sometido a una presión exterior uniforme p' y a una fatiga axial $\alpha = \zeta \frac{p' r}{25}$. El radio del anillo, que era primitivamente r, disminuirá en una cantidad y, dada por la expresión

$$\frac{y}{r} = \frac{p' r}{ES} - \frac{\alpha}{Em},$$

de donde

$$p' = \frac{ES}{r^2}\left[y + \frac{\alpha r}{Em}\right],$$

siendo m la inversa del coeficiente Poisson.

Esto quiere decir que, inversamente, todo anillo que sufra una disminución de radio y, en estas condiciones, originará una reacción p' por unidad de longitud.

Consideremos ahora de nuevo el tubo representado en la figura. Por efecto de la presión exterior p, se producirá una disminución general del radio, que llevará la cuaderna A a A' y la B a B', transformándose el tubo en una superficie de revolución cuya sección meridiana será una curva tal como $A'C'B'$; esto dará lugar a una flexión longitudinal que se combinará con la compresión transversal debida a la disminución de diámetro citada.

Para hallar la ecuación de la curva $A'C'B'$, observaremos que la fuerza que tiende a flexar la plancha, en cada sección, vale

$$\Delta p = p' - p = \frac{ES}{r^2}\left[y - \frac{pr^2}{ES}\left(1 - \frac{\zeta}{2m}\right)\right].$$

La ecuación de la elástica $A'C'B'$ será, pues,

$$EI \frac{m^2}{m^2 - 1} \frac{d^4 y}{dx^4} = \Delta p,$$

El coeficiente de elasticidad E viene multiplicado por el factor $\frac{m^2}{m^2 - 1}$, para tener en cuenta que está impedida toda contracción transversal. De aquí se deduce

$$\frac{d^4 y}{dx^4} + \frac{m^2 - 1}{m^2} \cdot \frac{12}{s^2 r^2}(y - y_1) = 0$$

con

$$y^1 = \frac{pr^2}{ES}\left(1 - \frac{\zeta}{2m}\right).$$

Si hacemos $y - y_1 = z$, llegaremos finalmente a

$$\frac{d^4 z}{dx^4} + 4a^4 z = 0. \qquad [1]$$

Para resolver esta ecuación haremos $z = e^{\lambda x}$, que nos da la condición $\lambda^4 + 4a^4 = 0$; las raíces de esta ecuación son $\lambda = \pm a(1 \pm i)$, y la solución general de la ecuación [1] será

$$z = C_1 e^{a(1+i)x} + C_2 e^{a(1-i)x} + C_3 e^{-a(1+i)x} + C_4 e^{-a(1-i)x} \qquad [2]$$

siendo C_1, C_2, C_3, C_4, las constantes de la integración.

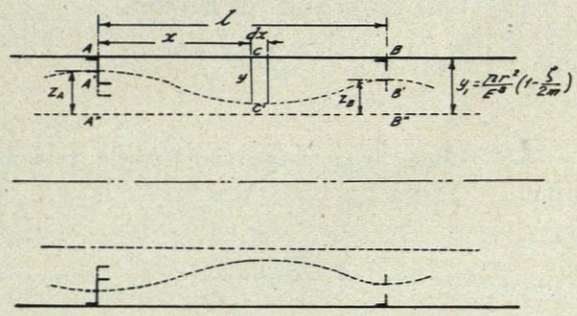


Fig. 4

Esta ecuación puede simplificarse suponiendo que la tangente a la elástica sea horizontal en los extremos A y B, es decir, que sea $\frac{dz}{dx}=0$ para $x=0$ y $x=l$, teniéndose entonces

$$Ez=K_1\left[sh\ ax\cos a(l-x)+\right.$$
$$\left.+ch\ ax\ \text{sen}\ a(l-x)\right]+K_2\left[\text{sen}\ ax\ ch\ a(l-x)+\right.$$
$$\left.+\cos ax\ sh\ a(l-x)\right] \qquad [3]$$

viéndose que, en efecto,

$$E\frac{dz}{dx}=2a\left[K_1\ sh\ ax\ \text{sen}\ a(l-x)-\right.$$
$$\left.-K_2\ \text{sen}\ ax\ sh\ a(l-x)\right] \qquad [4]$$

se anula para $x=0$ y $x=l$. Esto equivale a admitir que la plancha está encastrada a la cuaderna, lo que no diferirá mucho de la realidad, y especialmente cuando los refuerzos A y B no sean muy diferentes.

El valor del momento de flexión en un punto será

$$M=\frac{m^2E}{m^2-1}\frac{s^3}{12}\frac{d^2z}{dx^2}$$

o sea

$$M=\frac{m^2}{m^2-1}\frac{s^3a^2}{6}\left[K_1\left[ch\ ax\ \text{sen}\ a(l-x)-\right.\right.$$
$$\left.sh\ ax\cos a(l-x)\right]-K^2\left[\cos ax\ sh\ a(l-x)-\right.$$
$$\left.\left.-\text{sen}\ ax\ ch\ a(l-x)\right]\right]. \qquad [5]$$

El esfuerzo cortante tendrá por valor

$$V=\frac{m^2E}{m^2-1}\frac{s^3}{12}\frac{d^3y}{dx^3},$$

esto es

$$V=-\frac{m^2}{3(m^2-1)}S^3a^3\left[K_1\ ch\ a\ x\cos a(l-x)-\right.$$
$$\left.-K_2\cos ax\ ch\ a(l-x)\right]. \qquad [6]$$

Las constantes K_1 y K_2, que figuran en todas las anteriores expresiones, se determinan en cuanto se conozcan los valores de z correspondientes a los extremos del tramo, que designaremos por z_A y z_B; bastará para ello hacer en [3] $x=0$ y $x=l$, lo que da

$$Ez_A=K_1\ \text{sen}\ al+K_2\ sh\ al\ ,$$
$$Ez_B=K_1\ sh\ al+K_2\ \text{sen}\ al\ . \qquad [7]$$

De aquí

$$\frac{2K_2}{E}=\frac{z_A+z_B}{\text{sen}\ al+sh\ al}+\frac{z_A-z_B}{sh\ al-\text{sen}\ al}$$
$$\frac{2K_1}{E}=\frac{z_A+z_B}{\text{sen}\ al+sh\ al}-\frac{z_A-z_B}{sh\ al-\text{sen}\ al}, \qquad [8]$$

que nos dan K_1 y K_2.

La determinación del punto en que la flecha es máxima será, en general, una operación muy laboriosa; nosotros vamos a limitarnos a determinar el valor de z_C en el punto medio de la clara, lo que nos da

$$z_C=\frac{sh\frac{al}{2}\cos\frac{al}{2}+ch\frac{al}{2}\text{sen}\frac{al}{2}}{\text{sen}\ al+sh\ al}(z_A+z_B)\ , \qquad [9]$$

$$z_C=Q(al)(z_A+z_B)\ . \qquad [10]$$

El momento de flexión lo vamos a determinar por la misma razón en los extremos y en el punto medio, obteniendo los siguientes valores con $m=\frac{10}{3}$:

$$M_A=-\frac{1{,}815}{r}\frac{Es^2}{12}\left[L(al)(z_A+z_B)+\right.$$
$$\left.+\frac{z_A-z_B}{L(al)}\right], \qquad [11]$$

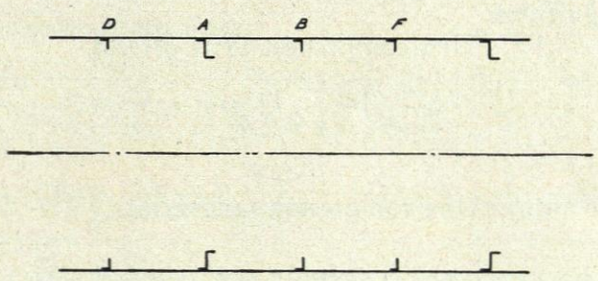


Fig. 13

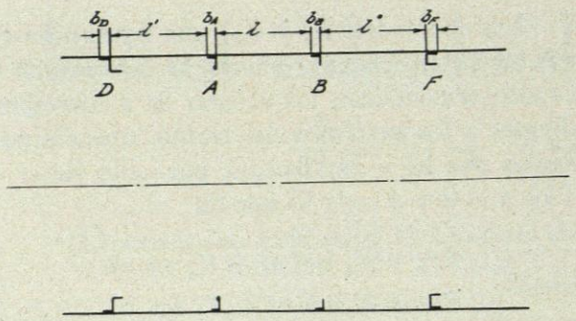


Fig. 14

$$M_B = -\frac{1{,}815}{r}\,\frac{Es^2}{12}\left[L(al)\,(z_A + z_B) - \frac{z_A - z_B}{L(al)}\right], \qquad [12]$$

$$M_C = \frac{1{,}815}{r}\,\frac{Es^2}{6}\,R(al)\,(z_A + z_B) \qquad [13]$$

con

$$R(al) = \frac{ch\,\frac{al}{2}\,\text{sen}\,\frac{al}{2} - sh\,\frac{al}{2}\cos\frac{al}{2}}{sh\,al + \text{sen}\,al}.$$

Los esfuerzos cortantes en los extremos serán

$$V_A = -0{,}4995\,\frac{Es}{r^2 a}\left[N(al)\,(z_A + z_B) + M(al)\,z_A - z_B)\right] \qquad [14]$$

$$V_B = 0{,}4995\,\frac{Es}{r^2 a}\left[N(al)\,(z_A + z_B) - M(al)\,(z_A - z_B)\right] \qquad [15]$$

haciendo

$$M(al) = \frac{ch\,al + \cos al}{sh\,al - \text{sen}\,al} \qquad [16]$$

Las cargas que el material sufre son las siguientes:

1.ª Una compresión axial directa,

$$\sigma'_L = \alpha = \zeta\,\frac{pr}{2s}.$$

2.ª Una compresión tangencial,

$$\sigma'_T = E\,\frac{y}{r} + \frac{\alpha}{m}.$$

3.ª Una carga axial de flexión,

$$\sigma''_L = M : \frac{s^2}{6}.$$

4.ª Una carga tangencial debida a la flexión,

$$\sigma''_T = \frac{\sigma''_L}{m}.$$

Las fatigas totales en cada punto serán:

Fatiga longitudinal,

$$\sigma_L = \sigma'_L + \sigma''_L.$$

Fatiga transversal,

$$\sigma_T = \sigma'_T + \sigma''_T.$$

La fatiga longitudinal máxima tendrá lugar en los extremos A y B, y la transversal, en la región central de la clara; esta última la calcularemos únicamente para el punto medio, $x = \frac{l}{2}$, aunque su máximo no coincidirá con él más que en el caso de que haya simetría en la flexión ($z_A = z_B$); pero esta fatiga es generalmente la menos interesante de las dos, y en los casos prácticos la diferencia entre la fatiga transversal máxima y la correspondiente al punto medio suele ser pequeña. Los valores a que se llega son los siguientes para el extremo A:

$$x = 0 \quad \sigma_L = \zeta\,\frac{pr}{2s} - \frac{1{,}815\,E}{2r}\left[L(al)\,(z_A + z_B) + \frac{z_A - z_B}{L(al)}\right] \qquad [17]$$

$$x = \frac{l}{2} \quad \sigma_T = \frac{E(z_C + y)}{r} + \zeta\,\frac{pr}{2sm}\,\frac{6M_C}{ms^2}$$

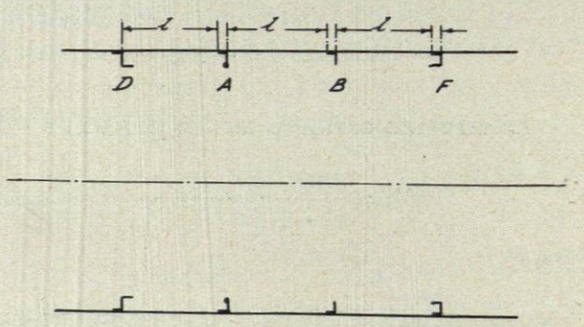


Fig. 15

ó

$$\sigma_T = \frac{pr}{s} + \frac{E}{r}(z_A + z_B)\,P(al) \qquad [18]$$

con

$$P(al) = Q(al) + \frac{1.815}{m} R(al)$$

$$\frac{1.815}{m} = 0{,}545 \quad . \qquad [19]$$

Acabamos de deducir el valor de la disminución de radio en la sección central de la clara, dado por la fórmula [10], y las fatigas, longitudinal en las cuadernas A y B y transversal en el centro de la clara, dadas por las fórmulas [17] y [18]. Estas fórmulas son generales, y todas las magnitudes que intervienen en ellas son conocidas por cada clara, a excepción de z_A y z_B, de cuya determinación vamos a ocuparnos ahora.

Para ello examinaremos la influencia de las dos claras DA y BF (fig. 14), adyacentes a la que se considera, lo que nos permitirá encontrar una relación que ligue los valores de z_D, z_A y z_B, relativos a tres cuadernas consecutivas.

Designaremos por l, como anteriormente, la longitud de la clara AB, y por l' y l'' las de las situadas, respectivamente, a popa y a proa de la misma.

La cuaderna A se halla sometida a la acción de una presión directa sobre su ala, que vale por unidad de longitud $p\,b_A$, y a la de dos esfuerzos cortantes, uno, V'_A, procedente de la clara DA, y otro, V_A, relativo a la clara AB, cuyos valores por unidad de longitud pueden determinarse por las fórmulas [14] y [15]. Tendremos, pues,

$$y_A = y_1 + z_A = \frac{p\,b_A + V_A - V'_A}{F_A + b_A s}\,\frac{r^2}{E} \qquad [20]$$

con

$$V_A - V'_A = -0{,}4995\,\frac{Es}{r^2 a}\Big[z_A\,[N(al') + M(al') + N(al) + M(al)] - z_B\,[M(al) - N(al)] - z_D\,[M(al') - N(al')]\Big] \qquad [21]$$

o, para abreviar,

$$V_A - V'_A = -0{,}4995\,\frac{Es}{r^2 a}\,[J_1 z_A + J_2 z_B + J_3 z_D]\,.$$

Reemplazando este valor en [20] se llega a

$$\frac{pr^2}{Es}\left(\frac{\zeta}{2m} - \frac{F_A}{F_A + b_A s}\right) = 0{,}4995\,\frac{s}{a\,F_A + b_A s}\,(J_1 z_A + J_2 z_B + J_3 z_D) + z_A \qquad [22]$$

Para simplificar esta fórmula, designemos por z'_A el valor que toma z cuando todas las cuadernas son iguales a la A y equidistantes, en cuyo caso, $z_A = z_B = z_D = z'_A$ y $l = l' = l''$. Se tendrá entonces

$$J_1 + J_2 + J_3 = 4\,N(al)$$

y

$$z'_A = \frac{pr^2}{Es}\cdot\frac{1}{1+\beta_A}\left(\frac{\zeta}{2m} - \frac{F_A}{F_A + b_A s}\right). \qquad [23]$$

Este valor de z'_A variará según que la equidistancia de las claras, sea tomada igual a l o a l', y para tener esto en cuenta deberá tomarse β_A con respecto a la longitud de clara que se considere. Nosotros supondremos que ésta es l, o sea la situada a proa de la cuaderna que se estudia.

Reemplazando este valor en [22], tendremos

$$z'_A\,(1+\beta_A) = \frac{\beta_A}{4\,N(al)}\,(J_1 z_A + J_2 z_B + J_3 z_D) + z_A \qquad [24]$$

Para simplificar más esta fórmula, vamos a introducir un coeficiente

$$\delta_A = 1 - \frac{N(al')}{N(al)}$$

que se anula cuando $l = l'$, y del que se deduce otro, que designaremos por ε_A y que vale

$$\frac{1}{\varepsilon_A} = 1 - \frac{1}{2}\,\frac{\beta_A}{\beta_A + 1}\,\delta_A\,.$$

Con esta notación, la ecuación [24] puede escribirse como sigue:

$$z'_A = \frac{z_A}{\varepsilon_A} + \frac{1}{4}\,\frac{\beta_A}{\beta_A + 1}\left[\left(\frac{M(al')}{N(al')} - 1\right)(z_A - z_D)\,(1 - \delta_A) + \left(\frac{M(al)}{N(al)} - 1\right)(z_A - z_B)\right]. \qquad [25]$$

Esta fórmula, que recuerda el teorema de los tres momentos, nos da una relación entre los va-

lores de z correspondientes a tres cuadernas consecutivas, y aplicándola reiteradamente se pueden deducir los valores de las z en cualquier caso, los que, emplazados en las fórmulas antes dadas, nos permiten conocer las fatigas, deformaciones, ecuación de la elástica y demás características de la flexión en todas las claras.

La fórmula [25], en unión de las [10], [17] y [18], son las fundamentales para la resolución de cualquier problema de este género. En la aplicación de la fórmula [25] conviene repetir que los valores de z'_A, ε_A y β_A deben estar referidos a la misma clara, que igual puede ser l o l', aunque por conveniencia hemos tomado l en lo que sigue.

Los valores de $\frac{M(al)}{N(al)}$ vienen dados por la curva de la figura 11. De su examen se deduce que $\frac{M(al)}{N(al)} = 1$, para $al = 2{,}35$, 5, ..., viéndose que la curva desciende al principio, hasta terminar en una especie de oscilación amortiguada alrededor de la unidad. En la práctica, en cuanto sea $al > 2{,}1$, condición a la que satisfacen ampliamente los submarinos existentes, podrá tomarse con suficiente aproximación $\frac{M(al)}{N(al)} = 1$, y entonces la fórmula [25] se simplifica, reduciéndose a

$$z_A = \xi_A z'_A \,. \qquad [26]$$

CASOS PARTICULARES

1.° Estudiaremos primeramente el caso más sencillo de que todas las claras y cuadernas sean iguales. Sea l el valor común de la eslora de las claras. Ya hemos visto anteriormente que z'_A venía dado por la fórmula [23]. Reemplazándole en las [10], [17] y [18], tendremos:

Fatiga axial máxima en A,

$$\sigma'_{LA} = \zeta \frac{pr}{2s} - 1{,}815 \frac{pr}{s}\left(\frac{\zeta}{2m} - \frac{F_A}{F_A + b_A s}\right)\frac{L(al)}{1+\beta_A} \,. \qquad [27]$$

Fatiga tangencial máxima en la sección media de la clara,

$$\sigma'_{TA} = \frac{pr}{s} + \frac{2pr}{s}\left(\frac{\zeta}{2m} - \frac{F_A}{F_A + b_A s}\right)\frac{P(al)}{1+\beta_A} \,. \qquad [28]$$

Contracción máxima en la sección media de la clara,

$$y'_{CA} = \frac{pr^2}{ES}\left[\left(1 - \frac{\zeta}{2m}\right) + 2\left(\frac{\zeta}{2m} - \frac{F_A}{F_A + b_A s}\right)\frac{Q(al)}{1+\beta_A}\right] \,. \qquad [29]$$

2.° Siempre que se pueda admitir que $\frac{M(al)}{N(al)} = 1$, y que, por tanto, se satisface la ecuación [26], se pueden obtener unas fórmulas, relativamente sencillas, que nos den las fatigas y contracciones correspondientes. Si designamos por σ'_{LA}, σ'_{TA}, z'_{CA}, y'_{CA}, los valores de dichas magnitudes, relativos al caso de que todas las cuadernas sean iguales a la A y equidisten l, y por σ'_{LB}, σ'_{TB}, z'_{CB}, y'_{CB}, los referentes a la hipótesis de que todas las cuadernas fuesen iguales a la B, es claro que éstos podrán ser determinados en cada caso por las fórmulas [27], [28] y [29], que acabamos de encontrar.

Reemplazando el valor de z_A dado por [26] en las fórmulas [10], [17] y [18], se llega, con las notaciones anteriores, a

$$\sigma_{LA} = \frac{\sigma'_{LA} + \sigma'_{LB}}{2} + \frac{\sigma'_{LA} - \sigma'_{LB}}{2L^2(al)} - \frac{1-\varepsilon_A}{2}\left(1 + \frac{1}{L^2(al)}\right)\left(\sigma'_{LA} - \zeta\frac{pr}{2s}\right) + \frac{1-\varepsilon_B}{2}\left(\frac{1}{L^2(al)} - 1\right)\left(\sigma'_{LB} - \zeta\frac{pr}{2s}\right), \qquad [30]$$

$$\sigma_{TA} = \frac{\sigma'_{TA}\varepsilon_A + \sigma'_{TB}\varepsilon_B}{2} + \frac{pr}{s}\left(1 - \frac{\varepsilon_A + \varepsilon_B}{2}\right), \qquad [31]$$

$$z_C = \frac{1}{2}(\varepsilon_A z'_{CA} + \varepsilon_B z'_{CB}) \,, \qquad [32]$$

$$y_C = y_1 + z_C \,. \qquad [33]$$

En el caso particular de que las cuadernas fuesen equidistantes, sería $\varepsilon_A = \varepsilon_B = 1$, reducién-

dose las fórmulas anteriores a las siguientes:

$$\sigma_{LA} = \frac{\sigma'_{LA} + \sigma'_{LB}}{2} + \frac{\sigma'_{LA} - \sigma'_{LB}}{2\,L^2\,(al)}\,, \qquad [34]$$

$$\sigma_{TA} = \frac{\sigma'_{TA} + \sigma'_{TB}}{2}\,, \qquad [35]$$

$$z_{CA} = \frac{z'_{CA} + z'_{CB}}{2}\,, \qquad [36]$$

$$y_{CA} = \frac{y'_{CA} + y'_{CB}}{2}\,. \qquad [37]$$

3.° Consideremos el caso de que no haya más que dos tipos de cuadernas diferentes, que vayan alternando indefinidamente, lo que corresponde al esquema indicado en la figura 12.

Se tendrá, por simetría, $z_D = z_B$ y $z_A = z_F$, valores que, reemplazados en [25], nos darán:

En A,

$$z'_A = z_A + \frac{1}{2}\,\frac{\beta_A}{\beta_A + 1}\left(\frac{M(al)}{N(al)} - 1\right)(z_A - z_B)\,,$$

En B,

$$z'_B = z_B + \frac{1}{2}\,\frac{\beta_A}{\beta_B + 1}\left(\frac{M(al)}{N(al)} - 1\right)(z_B - z_A)\,.$$

Haciendo, para simplificar,

$$\frac{\beta_A}{\beta_A + 1}\left(\frac{M(al)}{N(al)} - 1\right) = \mu_A - 1$$

y

$$\frac{\beta_B}{\beta_B + 1}\left(\frac{M(al)}{N(al)} - 1\right) = \mu_B - 1\,,$$

resultará

$$z'_A = z_A + \frac{1}{2}(\mu_A - 1)(z_A - z_B)\,,$$
$$z'_B = z_B - \frac{1}{2}(\mu_B - 1)(z_A - z_B)\,, \qquad [38]$$

que nos dan

$$z_A + z_B = 2\left(\frac{\mu_B}{\mu_A + \mu_B}\,z'_A + \frac{\mu_A}{\mu_A + \mu_B}\,z'_B\right) \qquad [39]$$

y

$$z_A - z_B = \frac{2}{\mu_A + \mu_B}(z'_A - z'_B)\,, \qquad [40]$$

valores que, reemplazados en las fórmulas [10], [17] y [18], nos dan:

Fatiga longitudinal en A,

$$\sigma_L = \sigma'_{LA}\,\frac{\mu_B}{\mu_A + \mu_B} + \sigma'_{LB}\,\frac{\mu_A}{\mu_A + \mu_B} + \frac{\sigma'_{LA} - \sigma'_{LB}}{L^2\,(al)\,(\mu_A + \mu_B)}\,. \qquad [41]$$

Fatiga longitudinal en B (basta permutar A y B),

$$\sigma_{LB} = \sigma'_{LA}\,\frac{\mu_B}{\mu_A + \mu_B} + \sigma'_{LB}\,\frac{\mu_A}{\mu_A + \mu_B} - \frac{\sigma'_{LA} - \sigma'_{LB}}{L^2\,(al)\,(\mu_A + \mu_B)}\,. \qquad [42]$$

Fatiga transversal en el punto medio,

$$\sigma_{TA} = \sigma'_{TA}\,\frac{\mu_B}{\mu_A + \mu_B} + \sigma'_{TB}\,\frac{\mu_A}{\mu_A + \mu_B}\,, \qquad [43]$$

$$z_C = \frac{\mu_B}{\mu_A + \mu_B}\,z'_{CA} + \frac{\mu_A}{\mu_A + \mu_B}\,z'_{CB}\,, \qquad [44]$$

y, por tanto,

$$y'_C = \frac{\mu_B}{\mu_A + \mu_B}\,y'_{CA} + \frac{\mu_A}{\mu_A + \mu_B}\,y'_{CB}\,. \qquad [45]$$

4.° Vamos a considerar el caso representado en el esquema de la figura 13. Se tendrá, por simetría, $z_D = z_B = z_F$.

La ecuación [25] nos dará:

En A,

$$z'_A = z_A + \frac{1}{2}(\mu_A - 1)(z_A - z_B)\,.$$

En B,

$$z'_B = z_B - \frac{1}{4}(\mu_B - 1)(z_A - z_B)\,,$$

que se reducen a las [37] del caso anterior reemplazando en aquéllas μ_B por un coeficiente μ'_B, tal que

$$\mu'_B - 1 = \frac{\mu_B - 1}{2} \quad \text{o} \quad \mu'_B = \frac{\mu_B + 1}{2}\,.$$

Todas las fórmulas [40] a [45] servirán, pues, para este caso sustituyendo μ_B por μ'_B.

5.° El último caso que vamos a estudiar es el correspondiente al esquema de la figura 15, en que la longitud de la clara ya no es constante, como ocurría en los dos casos precedentes. Se tendrá, por simetría, $z_D = z_B = z_F$:

La ecuación [25] nos dará:

En A,

$$(\varepsilon_A = 1\ ,\ l = l')\, z'_A = z_A + \frac{1}{2}(\mu_A - 1)(z_A - z_B)\ .$$

En B,

$$\varepsilon_B z'_B = z_B - \frac{\varepsilon_B}{4}(\mu_B - 1)(z_A - z_B)\ ,$$

estando β_A, β_B, y, por tanto, ε_B, z'_B, referidos a la clara l'.

Haciendo, por comodidad,

$$\mu''_B = 1 + \frac{1}{2}(\mu_B - 1)\,\varepsilon_B\ ,$$

tendremos

$$\varepsilon_B z'_B = z_B - \frac{1}{2}(\mu''_B - 1)(z_A - z_B)\ ,$$

de donde se deduce

$$z_A + z_B = 2\left(\frac{\mu''_B}{\mu_A + \mu''_B} z'_A + \frac{\mu_A}{\mu_A + \mu''_B} z'_B\,\varepsilon_B\right), \quad [46]$$

$$z_A - z_B = \frac{2}{\mu_A + \mu''_B}(z'_A - z'_B\,\varepsilon_B)\ . \quad [47]$$

Reemplazados estos valores en las [10], [17] y [18], nos dan, finalmente, para la clara AB,

$$\sigma_{LA} = \frac{\mu''_B}{\mu_A + \mu''_B}\sigma'_{LA} + \frac{\mu_A}{\mu_A + \mu''_B}\sigma'_{LB} + \frac{\sigma'_{LA} - \sigma'_{LB}}{L^2(al')(\mu_A + \mu''_B)} + \frac{1 - \varepsilon_B}{\mu_A + \mu''_B}\left(\frac{1}{L^2(al')} - \mu_A\right)\left(\sigma'_{LB} - \zeta\frac{pr}{2s}\right), \quad [48]$$

$$\sigma_{TA} = \frac{\mu''_B}{\mu_A + \mu''_B}\sigma'_{TA} + \frac{\mu_A}{\mu_A + \mu''_B}\sigma'_{TB} + \frac{\mu_A(1 - \varepsilon_B)}{\mu_A + \mu''_B}\left(\frac{pr}{s} - \sigma'_{TB}\right), \quad [49]$$

$$y_C = \frac{\mu''_B}{\mu_A + \mu''_B} y'_{CA} + \frac{\mu_A}{\mu_A + \mu''_B} y'_{CB} - \frac{\mu_A(1 - \varepsilon_B)}{\mu_A + \mu''_B}(y'_{CB} - y_1)\ . \quad [50]$$

La fabricación del agua dulce a bordo, por destilación de agua de mar

Por CHARLES PRACHE, Ingenieur de Arts et Manufactures

El problema de la obtención del agua dulce necesaria a bordo de los buques, bien para las necesidades humanas, o bien para la alimentación de las calderas, no es nuevo, y si la solución de este problema no se consideraba más que en los casos de gran necesidad y los barcos preferían embarcar agua de tierra, era porque los aparatos de que se disponía presentaban tantos inconvenientes, que hacían muy difícil su empleo.

Tales aparatos, llamados comúnmente *hervidores*, eran recipientes cilíndricos, llenos de agua de mar, que se hacía hervir por medio de un serpentín sumergido en el agua y calentado con vapor a alta presión. Los recipientes quedaban unidos, por otra parte, al vacío del condensador principal o de un condensador auxiliar que condensaba el vapor obtenido por la ebullición de agua de mar.

Dada la gran diferencia de temperatura que existía entre el vapor calentador y el agua de mar, la cual estaba próximamente a la temperatura del vapor en el interior del condensador, la ebullición dentro de tales aparatos era tumultuosa, y las dimensiones insuficientes de los cilindros de ebullición daban lugar a importantes arrastres de agua de mar al condensador.

Por otra parte, toda variación, fuera en el vacío del condensador, fuera en la presión del vapor utilizado, creaba variaciones violentas en

el régimen de ebullición, aumentando todavía más los arrastres al condensador y haciendo muy difícil el mantenimiento del nivel conveniente dentro del aparato.

Los arrastres de agua de mar al condensador principal, cuando el hervidor estaba directamente acoplado a él, eran accidentes tanto más nefastos cuanto que el hervidor no destilaba más que 1/10 del agua en circuito a bordo, y, por tanto, aquellos accidentes no se hacían sensibles hasta que su repetición no había contaminado lo suficientemente el conjunto del agua en circuito, para que el salinómetro intercalado en el de alimentación pudiese acusar tal contaminación. El momento era tardío para avisar; el mal estaba hecho, y ya interesaba a la totalidad del agua de a bordo.

Otro inconveniente, aún mayor, del hervidor de serpentín son las incrustaciones que rápidamente impiden su funcionamiento, que apenas puede pasar de setenta y dos horas sin necesidad de un picado enérgico.

En fin, el hervidor de serpentín era un continuo dispendio de vapor de alta presión, puesto que consumía 1.250 kg de vapor por kilogramo de agua destilada, en el caso de ser de simple efecto, y de 0,765 kg siendo de doble efecto. Casi nunca se funcionaba a doble efecto, por razón de la casi imposibilidad de realizar un régimen estable.

Semejante gasto de vapor de alta presión está tanto menos indicado cuanto que existe a bordo, generalmente, un exceso de vapor de escape de auxiliares de baja presión, del cual es lógico servirse al máximo.

Los nuevos hervidores-destiladores "Prache & Bouillon", de baja presión, que aportan grandes perfeccionamientos a los citados defectos, son muy interesantes. Estos aparatos producen agua destilada de una pureza de 0,006 Cl por litro.

Funcionan casi automáticamente, pues las variaciones de vacío no pueden influenciar su marcha y las variaciones de presión de vapor son frenadas automáticamente.

La condensación de su vapor secundario tiene lugar en un condensador auxiliar especial y a la presión atmosférica o un poco superior a ella. El control de la pureza del agua producida es, pues, inmediato, y permite evitar la contaminación del conjunto.

Puede funcionar trescientas horas sin necesidad de limpieza y sin que el descenso de producción pase de un 10 por 100.

Marchan con el vapor de escape de las auxiliares, a una presión absoluta de 1,533 kg/cm², y en el caso de que tal vapor no existiera, o lo hubiese en cantidad insuficiente, pueden funcionar en termocompresor, utilizando solamente un kilogramo de vapor de alta presión para producir, según los casos, de 2,5 a 5 kg de agua destilada.

DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE UN HERVIDOR-DESTILADOR "PRACHE & BOUILLON"

Este aparato (fig. 1) se compone de dos superficies de caldeo tubulares, *A*, *A*, y de dos separadores de agua y vapor de ebullición, *C* y *D*. Estos elementos son recorridos en serie por el agua de mar que hay que destilar, mediante una bomba de circulación, *J*. La instalación se completa con un condensador-recalentador, *G*; un regulador de nivel, *F*; un decantador de fango, *H*; un termocompresor, *B*, y diversos accesorios.

El agua de mar a destilar es primeramente llevada al recalentador *G* por una bomba de alimentación, que debe gastar el doble de la producción de agua destilada del aparato.

Este agua de mar es así recalentada a 96-98° y entra en el depósito *C*, donde se mezcla al agua de circulación en el conjunto *CDJHAAC*.

La cantidad de agua de mar introducida para la alimentación del aparato representa próximamente el 1/100 del gasto de la bomba *J*. La mitad de esta cantidad de agua introducida será vaporizada en el aparato productor de agua destilada, y la otra mitad se evacuará al mar con los fangos y las sales que provienen de la mitad que ha sido vaporizada.

Para ello, la cantidad introducida, mezclada a la masa de agua en circulación, pasa a *D*; después atraviesa *J*; entra en *H*, donde los fangos contenidos en la masa de agua en circulación se decantan y son evacuados al mar por la parte baja de *H*, con el agua a evacuar, es decir, la mitad del agua introducida.

Esta evacuación está regulada por la válvula *R*, mandada por el regulador *F*, que mantiene constante el nivel en el aparato.

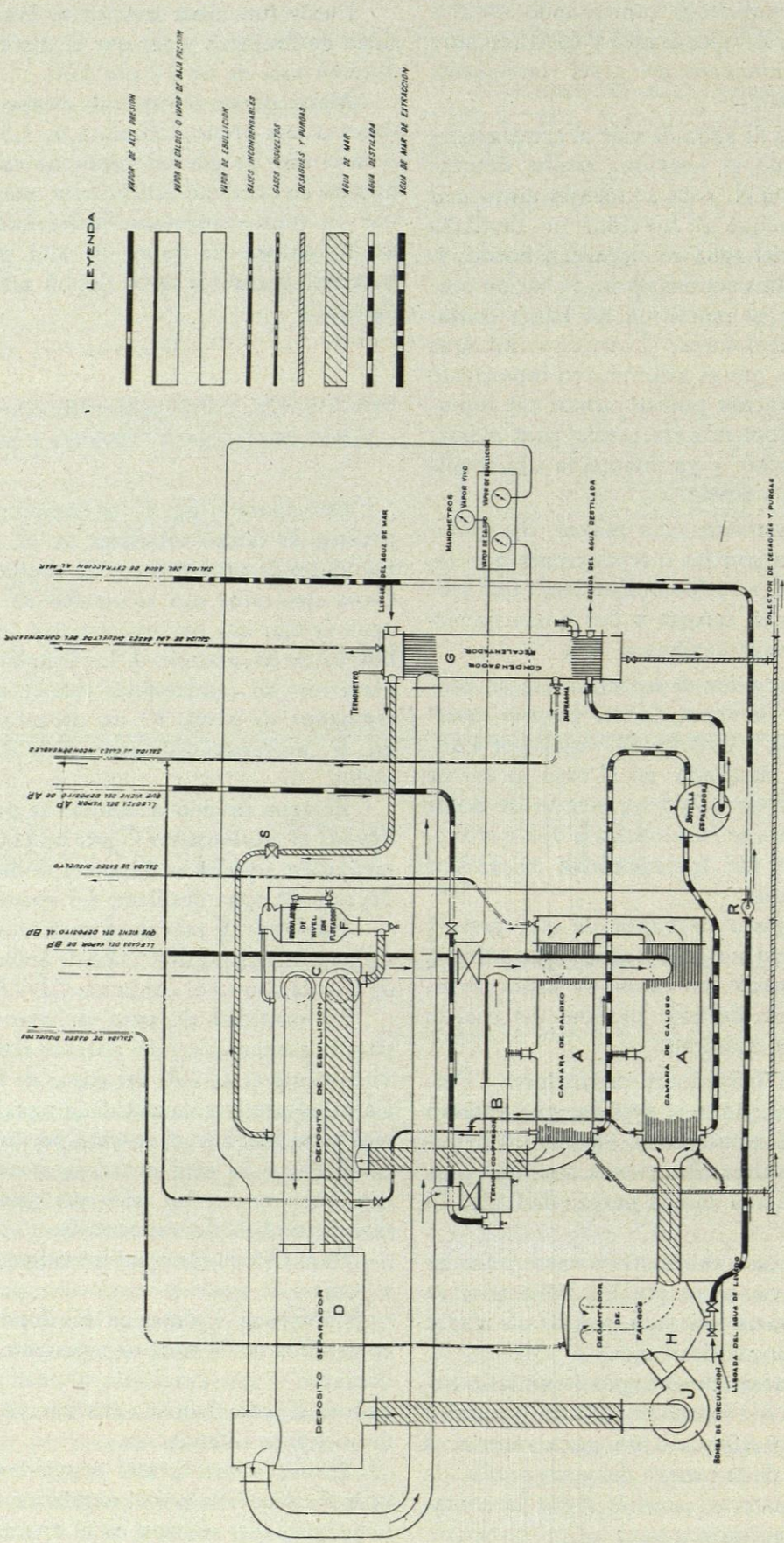


Fig. 1.—Hervidor destilador de agua de mar, producción de 40 Tns. de agua destilada. Conjunto del hervidor.

La masa de agua en circulación pasa inmediatamente al interior de los tubos de los haces tubulares *A*, en donde circula a una velocidad del orden de 1,5 a 2 m/seg. El exterior de estos tubos está bañado por el vapor de caldeo a 1,533 kg/cm² de presión absoluta.

Las superficies de transmisión son calculadas de manera que no permitan introducir en la masa en circulación más que la cantidad de calorías necesaria para la evaporación que se quiere realizar, es decir, para la producción de agua destilada deseada.

Dado que el gasto de la bomba *J* es 100 veces superior, por lo menos, a la evaporación a realizar, se ve que la temperatura de la masa de agua en circulación no sube más que algunos grados (alrededor de 5 ó 6), al pasar a través de los haces *A*. Esta masa de agua es además mantenida a una presión suficiente para que la extracción hecha por la parte baja de *H* pueda evacuarse al mar sin necesidad de una nueva bomba. Esta presión impide, por otra parte, toda ebullición en los tubos *A*, y baja bruscamente a la presión que tenía en *C* (presión atmosférica o ligeramente superior) por paso a través de un estrangulamiento, y la masa de agua en circulación, así recalentada a presión en *A*, se vaporiza bruscamente en *C*, abandonando por esta vaporización sus calorías de recalentado y volviendo a su temperatura normal de ebullición a la presión atmosférica (o sea alrededor de 101°, puesto que esta masa representa agua de mar concentrada casi dos veces).

El peso del vapor así formado corresponde, pues, a las calorías transmitidas a *A*, es decir, a la evaporación que se deseaba, o sea a la mitad del agua de alimentación, cuya otra mitad ha sido evacuada.

Y el circuito vuelve a repetirse.

El vapor formado en el depósito *C* recorre en toda su longitud los depósitos *C* y *D*, caminando en el mismo sentido que el agua de circulación.

A la salida de *C* el agua ha terminado casi por completo su evaporación, y no hace más que recibir en el depósito *D* la decantación del vapor, que camina sobre ella. Este vapor va a condensarse en seguida en el recalentador-condensador *G*, para producir el agua destilada que se desea.

El vapor, condensado alrededor de los tubos de los haces *A*, puede recogerse separadamente para ser enviado directamente a la alimentación de los generadores, o bien puede ser mezclado al agua destilada producida, si esta última debe servir únicamente a la alimentación de los generadores.

El agua condensada en *A* pasará, en este último caso, con ventaja, a través de *G*, que llevará su temperatura a 100°.

En el caso de que la instalación funcione en termocompresión, una parte del vapor, que a la presión atmosférica sale de *D*, será aspirada por el termocompresor *B*, que lo comprimirá a la presión de 1,533 kg/cm² absolutos para calentar los haces *A*.

Este trabajo de compresión será realizado por la entrada de vapor vivo en la tubería de expansión del termocompresor.

CONSIDERACIONES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DESCRITO

a) *Pureza del agua destilada producida.*

El hervidor de serpentín producía el agua impura, porque la superficie del agua de evaporación era muy débil y porque las gotitas del escurrido no podían decantarse en el vapor producido, a causa de la gran velocidad del mismo y del corto camino que recorría antes de desembocar, a una velocidad mucho mayor aún, en la tubería que le conducía al condensador.

La superficie del agua de ebullición del hervidor-destilador "Prache & Bouillon" está, por el contrario, espaciada en los depósitos horizontales *C* y *D*, en los cuales el vapor formado describe un recorrido largo a una pequeña velocidad.

b) *Funcionamiento automático del hervidor-destilador "Prache & Bouillon".*

Hemos visto que un hervidor de serpentín era de conducción difícil porque funcionaba entre dos presiones variables.

El hervidor-destilador "Prache & Bouillon" suprime una de esas variables. Su baja presión es la presión atmosférica, y si alguna vez se eleva ligeramente por encima de esa presión, es para frenar toda tentativa de arrastre que pu-

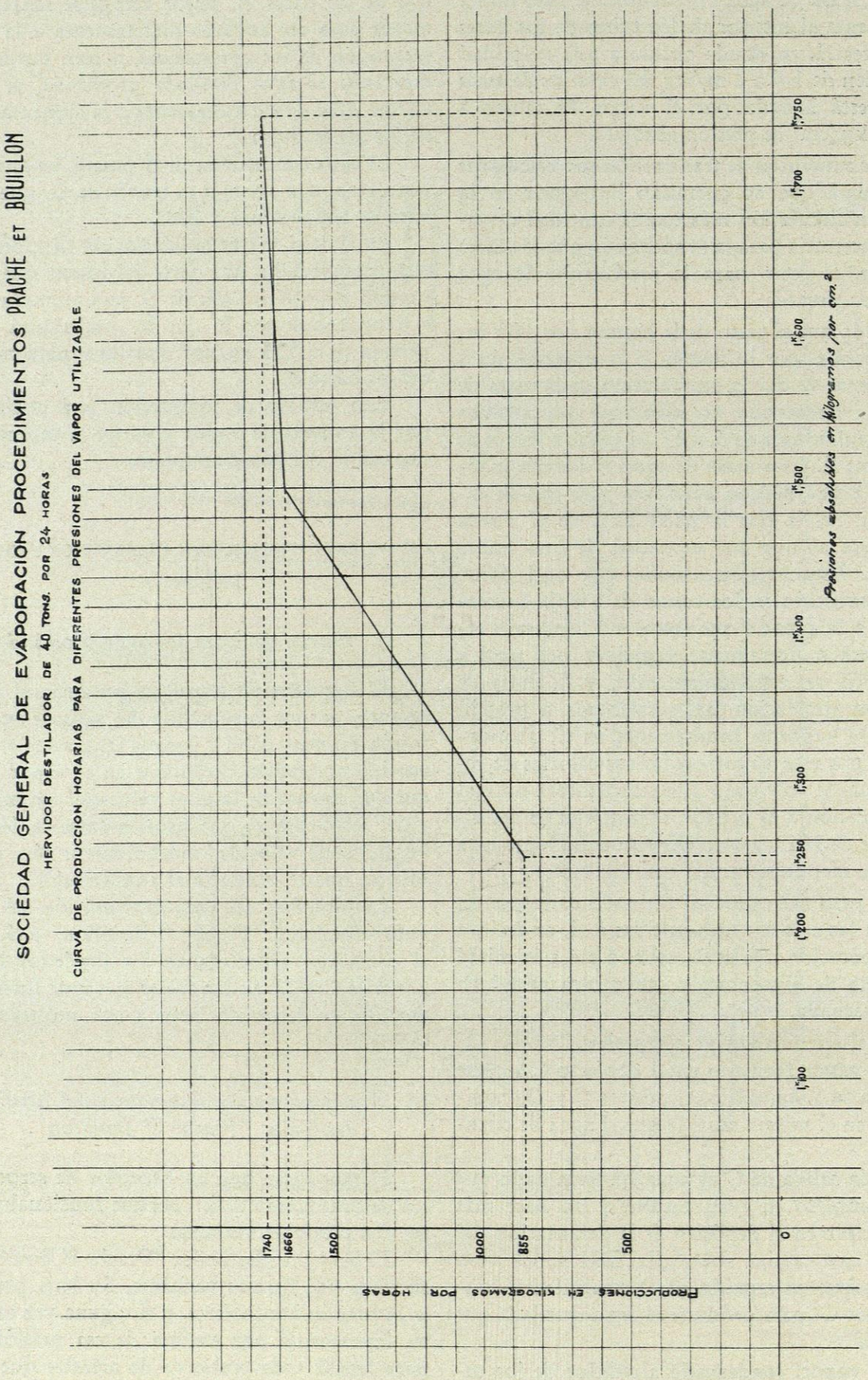

SOCIEDAD GENERAL DE EVAPORACION PROCEDIMIENTOS PRACHE ET BOUILLON
HERVIDOR DESTILADOR DE 40 TONS. POR 24 HORAS
CURVA DE PRODUCCION HORARIAS PARA DIFERENTES PRESIONES DEL VAPOR UTILIZABLE
Presiones absolutas en kilogramos por cm.²
1,100
1,200
1,250
1,300
1,400
1,500
1,600
1,700
1,750
PRODUCCIONES EN KILOGRAMOS POR HORAS
1740
1666
1500
1000
855
500
0

Fig. 2

diera producir una elevación brusca de la presión del vapor de caldeo, como explicaremos más adelante.

Las variaciones de presión que sufre un hervidor de serpentín se ejercen sobre una débil masa de agua que no tiene ninguna circulación organizada, y por ello esta pequeña masa reacciona tan pronto como sufre una de aquellas variaciones bruscas de presión, bien deteniéndose bruscamente la evaporación, bien haciéndose tumultuosa, arrastrando cantidades importantes de agua de mar al condensador, vaciando el hervidor con todas sus consecuencias.

En el hervidor-destilador "Prache & Bouillon" toda variación de presión en el vapor de caldeo (la única variación posible) va a hacer sentir su efecto sobre una enorme masa de agua en circulación. La temperatura de esta masa puede variar, como máximo, 1° en más o en menos; esto no hará más tumultuosa la evaporación en C. Sin embargo, es evidente que si la presión de caldeo aumenta, mientras que la presión del vapor de ebullición permanece constante, la cantidad de calorías transmitidas por *A* va a aumentar, y también la evaporación.

Para evitar que aquélla no pase el límite para el cual se han dimensionado los depósitos de vapor *C* y *D*, el hervidor-destilador "Prache & Bouillon" lleva en el extremo de su circuito de vapor, sobre el recalentador-condensador *G*, un diafragma, calculado de tal manera, que para la marcha normal solamente los gases incondensables, mezclados a un débil peso de vapor, puedan escaparse por este diafragma, sin crear contrapresión en el aparato.

Regulado de una vez para siempre el gasto de agua de mar a través del condensador *C*, si la evaporación aumenta, a consecuencia de una elevación de la presión del vapor de caldeo, la presión subirá en el condensador *G*, para permitir la evacuación, a través de su diafragma, del exceso de evaporación.

Tal contrapresión repercute sobre los depósitos *C* y *D*, y compensa, en gran parte, el aumento de la presión del vapor de caldeo, para mantener próximamente constante la diferencia de las dos temperaturas del vapor de caldeo y del vapor de ebullición, que determina la potencia evaporatoria del aparato.

La curva *2* corresponde a un destilador "Prache & Bouillon" que produce normalmente 1,660 kg de agua destilada por hora, con una presión de caldeo de 1,500 kg/cm² absoluta; da las variaciones de producción con las variaciones de la presión de caldeo. Se ve que el destilador "Prache Bouillon" no puede dispararse por las variaciones de la única variable que asegura su funcionamiento.

Si la presión del vapor de caldeo aumentase exageradamente, las válvulas de seguridad llevarían aquella presión al máximo compatible con el funcionamiento del aparato.

c) *Facilidad de entretenimiento.*

Si el hervidor de serpentín, calentado con valor de alta presión, se obstruye muy rápidamente por las sales, la circulación del agua de mar en tal aparato se hará casi nula, y de aquí que haya un recalentamiento importante del agua de mar en contacto con el serpentín, llegando a alcanzar temperaturas de 150° y hasta de 170°. Ahora bien: en la curva 3 se puede comprobar que la solubilidad del sulfato de cal disminuye mucho al aumentar la temperatura.

Por encima de 123° el agua de mar normal deposita su sulfato de cal, siendo esta sal la que produce las inscrustaciones en los serpentines de los antiguos hervidores.

Es un destilador de baja presión "Prache & Bouillon" el agua de mar jamás llega a tener temperaturas superiores a 105° ó 110°. No hay que temer ningún recalentamiento local, debido a la gran velocidad de circulación del agua de mar en ebullición y a causa de la débil presión del vapor de caldeo.

Además, una extracción importante limita la concentración del agua de mar en estos aparatos a 2', y como la solubilidad del sulfato de cal aumenta con la cencentración del cloruro de sodio, se puede apreciar en la curva *3* la zona importante de seguridad que se ha tomado en los destiladores de baja presión "Prache & Bouillon".

Si se limita a trescientas horas el intervalo de marcha entre dos limpiezas del aparato, se observa que el cloruro de magnesio que lleva el agua de mar se descompone por el calor en magnesia, que precipita, y en ácido clorhídrico. Este último es fijado fácilmente por una pequeña cantidad de carbonato de cal que hay siempre en el agua de mar. Se forma, por tanto, cloruro

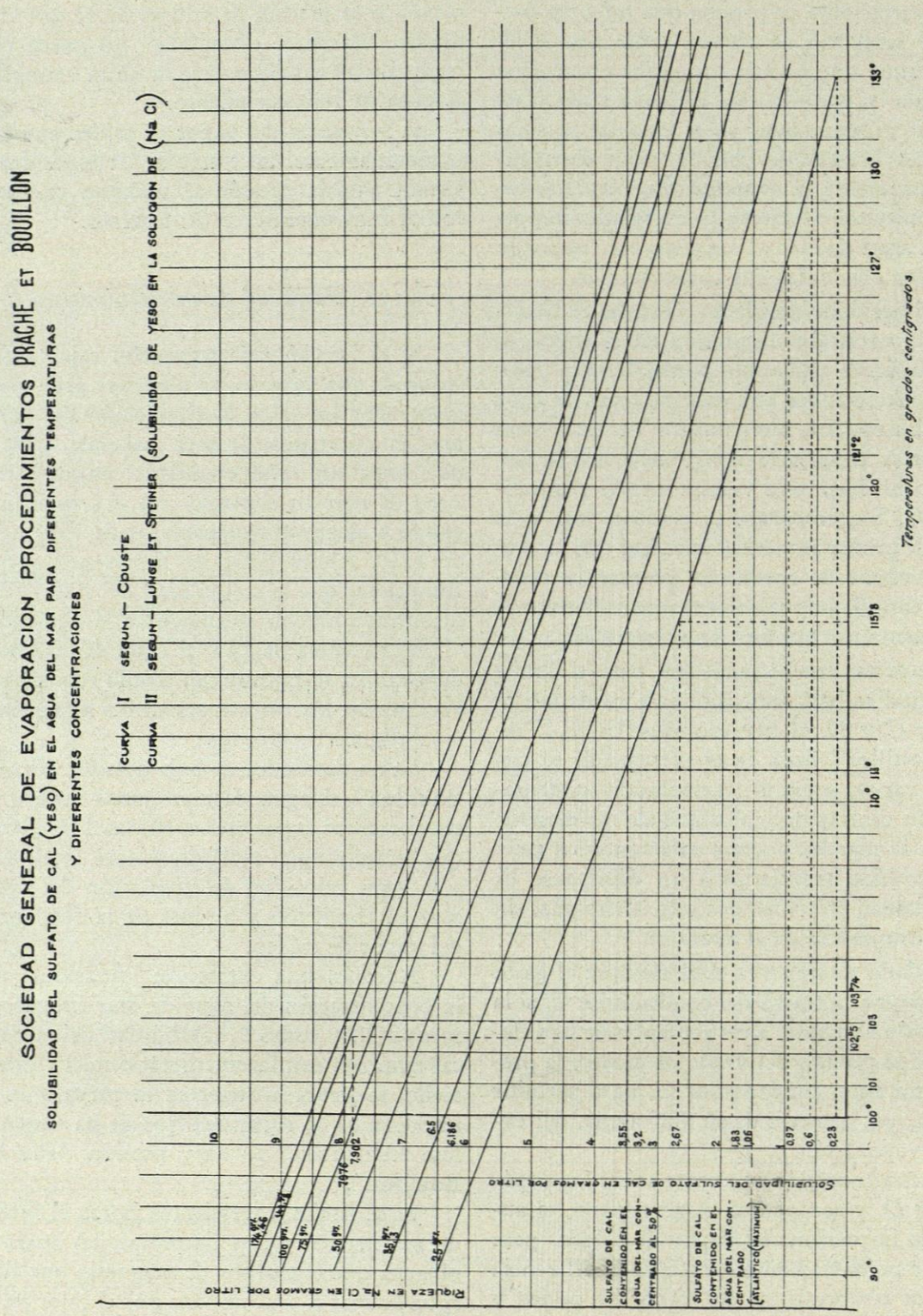

SOCIEDAD GENERAL DE EVAPORACION PROCEDIMIENTOS PRACHE ET BOUILLON
SOLUBILIDAD DEL SULFATO DE CAL (YESO) EN EL AGUA DEL MAR PARA DIFERENTES TEMPERATURAS
Y DIFERENTES CONCENTRACIONES
CURVA I SEGUN — COUSTE
CURVA II SEGUN — LUNGE ET STEINER (SOLUBILIDAD DE YESO EN LA SOLUCION DE (Na Cl)
RIQUEZA EN Na Cl EN GRAMOS POR LITRO
SOLUBILIDAD DEL SULFATO DE CAL EN GRAMOS POR LITRO
SULFATO DE CAL CONTENIDO EN EL AGUA DEL MAR CONCENTRADO AL 50%
SULFATO DE CAL CONTENIDO EN EL AGUA DEL MAR CONCENTRADO (ATLANTICO MAXIMUM)
Temperaturas en grados centigrados

Fig. 3

de cal soluble, en tanto que el anhidrido carbónico se evacua con los gases incondensables.

La magnesia que precipita no es incrustante, pero forma un fango, del que conviene desembarazarse lo antes posible, porque acaba por ensuciar las paredes del aparato, y en particular las de caldeo, haciendo que disminuya el coeficiente de transmisión.

La eliminación de los fangos de magnesia se hace, en gran parte, con la extracción que limita la concentración del agua de mar que se destila. Sin embargo, no es posible evitar que ese fango se adhiera a las paredes a lo largo de su recorrido. Esta suciedad es tanto más de temer cuando el aparato se para después de trabajar algún tiempo.

Si no se tiene la precaución de renovar entera y abundantemente el agua en el interior del destilador, después de cerrar la válvula del vapor de caldeo y antes de parar la bomba de circulación, el fango en suspensión del agua de mar dentro del aparato se deposita al detenerse la circulación sobre las paredes, y no se pone en circulación cuando se pone otra vez en marcha el destilador.

Si además se vacia el aparato después de haber dejado depositar el fango, éste se seca y se hace más difícil quitarlo luego.

La magnesia húmeda es un fango que se expulsa fácilmente y sin esfuerzo por medio de un rascado o cepillado.

La magnesia seca es un polvo blanco adherente, cuya eliminación exige más trabajo y cuidado, pero que no tiene nunca la adherencia incrustante del sulfato de cal.

d) *La termocompresión.*

Antes de abordar la explicación de la termocompresión, examinemos cómo funciona cualquier hervidor desde el punto de vista térmico.

Para hacer hervir el agua hace falta primeramente llevarla a la temperatura de ebullición; éste es el fenómeno de recalentamiento.

Sabemos que para elevar la temperatura de un kilogramo de agua en un grado hace falta darle una caloría.

Si el recalentamiento se hace con vapor, será este vapor el que, condensándose, suministrará las calorías necesarias para el recalentado.

Supongamos un recalentado de 1.000 kg de agua de 15° a 100°, o sea de 85°, que absorberá 85 calorías y exigirá

$$\frac{85}{536,5} = 158,43 \text{ kg de vapor.}$$

Cuando el agua ha sido elevada así a 100° hace falta, para transformarla en vapor a la presión atmosférica, suministrarle 536,5 calorías.

Si estas calorías van a ser transmitidas al agua por valor de caldeo, hace falta que la temperatura de ese vapor sea superior a la temperatura de ebullición del agua. Tal diferencia de temperatura puede ser tan pequeña como se quiera, siempre que exista.

Cuanto más pequeña sea esta diferencia, más grande será la superficie de caldeo necesaria, y contrariamente.

Supongamos, para simplificar, una caída de temperatura muy débil, de forma que el calor latente del vapor de caldeo sea próximamente igual al calor latente del vapor que se quiera obtener, partiendo del agua de destilación, o sea 536,5 calorías. Podrá decirse entonces, con una gran aproximación, que 1 kg de vapor que se condensa evapora 1 kg de agua y produce 1 kg de vapor de ebullición.

Así, por ejemplo, se ha introducido en el evaporador 1 kg de vapor a 100°,5, y se recoge a la salida del evaporador 1 kg de vapor a 100°.

Vemos, pues, que, en tanto un recalentador consume vapor y lo transforma en agua para recalentar otra agua, un evaporador consume también el vapor de caldeo condensándolo, pero da nacimiento a un mismo peso de vapor secundario, y si se hace abstracción de los fenómenos internos que se producen, para no considerar más que la entrada y la salida del vapor de un evaporador, se puede decir que semejante aparato no hace sino determinar una caída de temperatura en el vapor que se le suministra.

El vapor recalentado es un vehículo de calorías de capacidad tan poco superior a la del vapor saturado, que no hay ninguna ventaja en utilizarlo, tanto más cuanto que el quitarle el recalentamiento para llegar a saturación y condensación es bastante difícil.

Puesto que nosotros razonamos sobre vapor saturado, quien dice caída de temperatura dice caída de presión, y, por tanto, podemos considerar que un evaporador, recibiendo agua calentada preliminarmente a su temperatura de ebullición, funciona únicamente haciendo des-

cender la presión del peso de vapor correspondiente a su producción.

No hay consumo de vapor: hay solamente una expansión. El recalentador es realmente el único que consume vapor. Se ve, pues, cuán lógico es hacer el recalentado del agua a destilar antes de su entrada en el evaporador. El recalentado puede hacerse fácilmente de 15 a 98°, con vapor a 100°, porque siempre hay caída de temperatura suficiente para que el calor abandonado por el vapor que se condensa pase al agua que hay que recalentar.

Por el contrario, el evaporador exige vapor a una temperatura superior a 100°, o sea con vapor de mayor valor, y restituye vapor a 100° apto para el recalentamiento del agua.

Separando los dos aparatos, se puede decir que el vapor utilizado se expansiona en el evaporador y se condensa en el recalentador, y el acoplamiento sería perfecto si la cantidad de vapor a expansionarse fuese igual a la cantidad de vapor necesaria para el recalentado.

Desgraciadamente, no es así.

Hemos visto anteriormente que 1 kg de vapor recalienta alrededor de 6 kg de agua de 15 a 100°. Pero este vapor, expansionándose, no habrá podido evaporar más que 1 kg de agua. Se habrán calentado, pues, inútilmente 5 kg de agua, o, si se hace una extracción al mar de 1 kg de agua por cada kilogramo de agua evaporada, se habrán recalentado inútilmente (quedando dentro del aparato 4 kg de agua, o sea que no se han utilizado más que los 4/6 del vapor empleado en la vaporización).

Ahora bien: este vapor en exceso a 100° contiene 637 calorías por kilogramo, y si por compresión se pudiese llevarlo a una temperatura superior a 100°, o, lo que es lo mismo, a una presión superior (por ejemplo, a 111°,4, o sea 1,533 kg/cm² absolutos), contendría en ese momento 645 calorías; bastará, pues, darle 8 calorías por transformación de trabajo en calor, es decir, por compresión, para que las 637 calorías antes inutilizables volviesen a tomar todo su valor de utilización, puesto que ahora estarían a una temperatura tal, que podrían comunicar su calor al agua que se quiere hervir.

Hemos dicho que esto se podría hacer por compresión, y éste es el único medio utilizable, porque sólo él permite elevar la temperatura de un vapor conservando éste su eficacia de vapor saturado, es decir, su posibilidad de condensarse abandonando su calor latente.

Un recalentado del vapor en exceso podría también elevar su temperatura, y ello no costaría sino unas pocas calorías. Pero este vapor así recalentado no tendría otro poder que el de enfriarse al contacto de las superficies bañadas por el agua a 100° a evaporar, y este enfriamiento no restituiría más que las pocas calorías de recalentado (0,5 calorías por kilogramo y grado), y dejaría un residuo de vapor de caldeo a 100°, no recuperable, sin haber hecho una gran evaporación.

Por el contrario, un vapor comprimido, utilizado como vapor de caldeo, no deja como residuo más que agua de condensación, y produce una evaporación igual al peso de vapor así condensado.

Esta compresión del vapor en exceso en un sistema evaporador-recalentador puede realizarse de diversas maneras:

1.° Por compresor mecánico volumétrico, con la condición de tener un compresor que no necesite ser engrasado en las partes en contacto con el vapor, porque se contaminaría éste.

2.° Por compresor centrífugo. Aquí el problema del engrasado no se plantea, pero hacen falta compresores a velocidad superior a 10.000 revoluciones por minuto, sobre todo para pesos de vapor a comprimir inferiores a 5 kg por hora.

3.° Por compresor de chorro de vapor de alta presión, o vapor motor. A estos últimos aparatos los han denominado los Sres. Prache y Bouillon el *termocompresor*.

Tienen la ventaja sobre los tipos precedentes de no tener ningún órgano móvil y de ser menos caros, menos voluminosos y más ligeros. Son, en suma, eyectores especialmente estudiados para producir débiles compresiones con grandes gastos, sin que jamás se desechen, cualquiera que sea la presión motora o la compresión a realizar.

Es evidente, sin embargo, que regulados para un trabajo de compresión determinado, y utilizando el trabajo de expansión del vapor motor, su rendimiento disminuye muy de prisa si el trabajo de compresión aumenta a igualdad de trabajo motor o si el trabajo motor disminuye para una misma compresión.

cender la presión del peso de vapor correspondiente a su producción.

No hay consumo de vapor; hay solamente una expansión. El recalentador es realmente el único que consume vapor. Se ve, pues, cuán lógico es hacer el recalentado del agua a destilar antes de su entrada en el evaporador. El recalentado puede hacerse fácilmente de 15 a 98°, con vapor a 100°, porque siempre hay caída de temperatura suficiente para que el calor abandonado por el vapor que se condensa pase al agua que hay que recalentar.

Por el contrario, el evaporador exige vapor a una temperatura superior a 100°, o sea con vapor de mayor valor, y restituye vapor a 100° apto para el recalentamiento del agua.

Separando los dos aparatos, se puede decir que el vapor utilizado se expansiona en el evaporador y se condensa en el recalentador, y el acoplamiento sería perfecto si la cantidad de vapor a expansionarse fuese igual a la cantidad de vapor necesaria para el recalentado.

Desgraciadamente, no es así.

Hemos visto anteriormente que 1 kg de vapor recalienta alrededor de 6 kg de agua de 15 a 100°. Pero este vapor, expansionándose, no habrá podido evaporar más que 1 kg de agua. Se habrán calentado, pues, inútilmente 5 kg de agua, o, si se hace una extracción al mar de 1 kg de agua por cada kilogramo de agua evaporada, se habrán recalentado inútilmente (quedando dentro del aparato 4 kg de agua, o sea que no se han utilizado más que los 4/6 del vapor empleado en la vaporización).

Ahora bien: este vapor en exceso a 100° contiene 637 calorías por kilogramo, y si por compresión se pudiese llevarlo a una temperatura superior a 100°, o, lo que es lo mismo, a una presión superior (por ejemplo, a 111°,4, o sea 1,533 kg/cm² absolutos), contendría en ese momento 645 calorías; bastará, pues, darle 8 calorías por transformación de trabajo en calor, es decir, por compresión, para que las 637 calorías antes inutilizables volviesen a tomar todo su valor de utilización, puesto que ahora estarían a una temperatura tal, que podrían comunicar su calor al agua que se quiere hervir.

Hemos dicho que esto se podría hacer por compresión, y éste es el único medio utilizable, porque sólo él permite elevar la temperatura de un vapor conservando éste su eficacia de vapor saturado, es decir, su posibilidad de condensarse abandonando su calor latente.

Un recalentado del vapor en exceso podría también elevar su temperatura, y ello no costaría sino unas pocas calorías. Pero este vapor así recalentado no tendría otro poder que el de enfriarse al contacto de las superficies bañadas por el agua a 100° a evaporar, y este enfriamiento no restituiría más que las pocas calorías de recalentado (0,5 calorías por kilogramo y grado), y dejaría un residuo de vapor de caldeo a 100°, no recuperable, sin haber hecho una gran evaporación.

Por el contrario, un vapor comprimido, utilizado como vapor de caldeo, no deja como residuo más que agua de condensación, y produce una evaporación igual al peso de vapor así condensado.

Esta compresión del vapor en exceso en un sistema evaporador-recalentador puede realizarse de diversas maneras:

1.° Por compresor mecánico volumétrico, con la condición de tener un compresor que no necesite ser engrasado en las partes en contacto con el vapor, porque se contaminaría éste.

2.° Por compresor centrífugo. Aquí el problema del engrasado no se plantea, pero hacen falta compresores a velocidad superior a 10.000 revoluciones por minuto, sobre todo para pesos de vapor a comprimir inferiores a 5 kg por hora.

3.° Por compresor de chorro de vapor de alta presión, o vapor motor. A estos últimos aparatos los han denominado los Sres. Prache y Bouillon el *termocompresor*.

Tienen la ventaja sobre los tipos precedentes de no tener ningún órgano móvil y de ser menos caros, menos voluminosos y más ligeros. Son, en suma, eyectores especialmente estudiados para producir débiles compresiones con grandes gastos, sin que jamás se desechen, cualquiera que sea la presión motora o la compresión a realizar.

Es evidente, sin embargo, que regulados para un trabajo de compresión determinado, y utilizando el trabajo de expansión del vapor motor, su rendimiento disminuye muy de prisa si el trabajo de compresión aumenta a igualdad de trabajo motor o si el trabajo motor disminuye para una misma compresión.

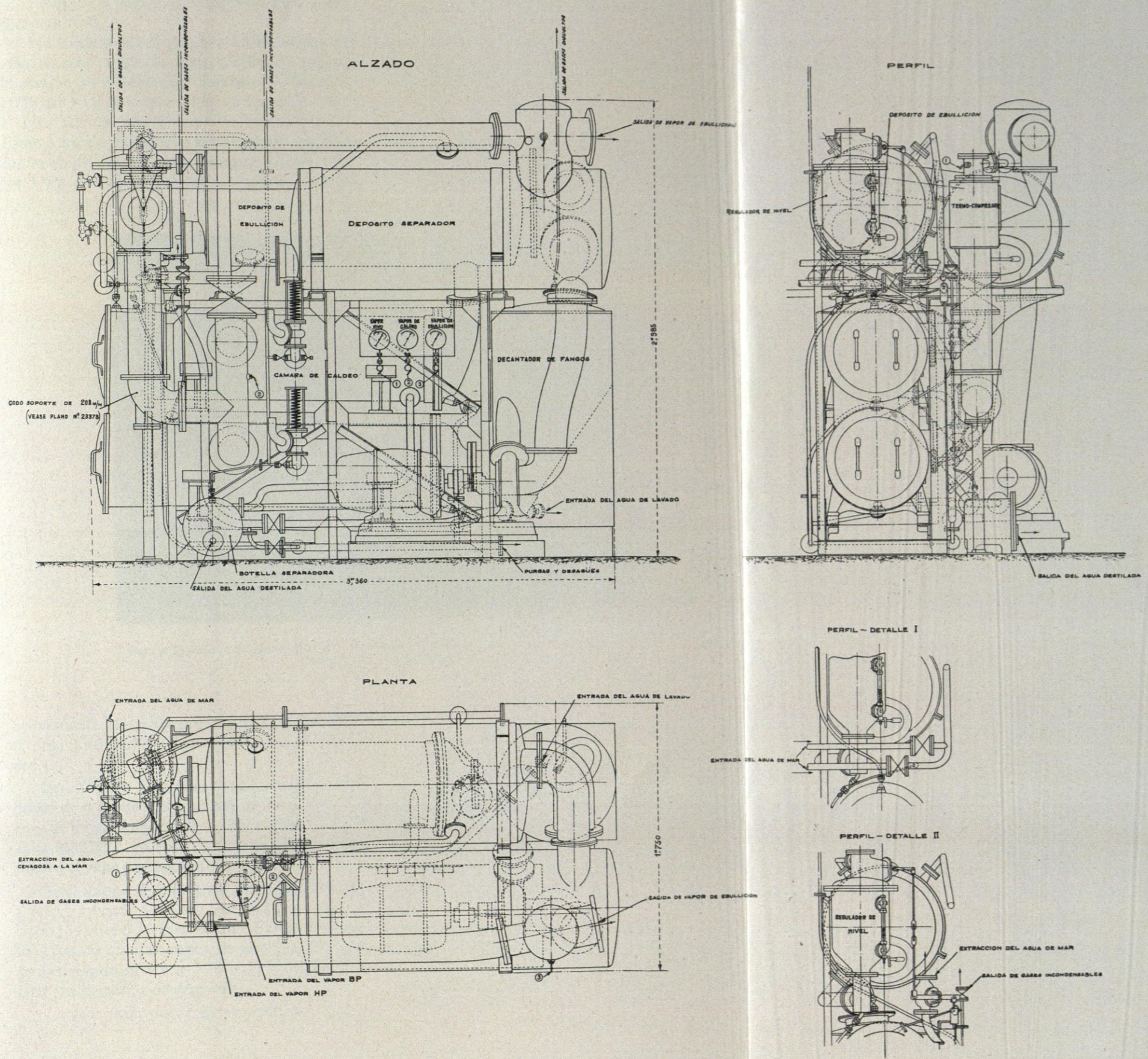


Fig. 4.—Hervidor destilador de agua de mar, producción de 40 Tns. de agua destilada. Conjunto del hervidor.

La figura 1 indica cómo se monta un termocompresor, *B*.

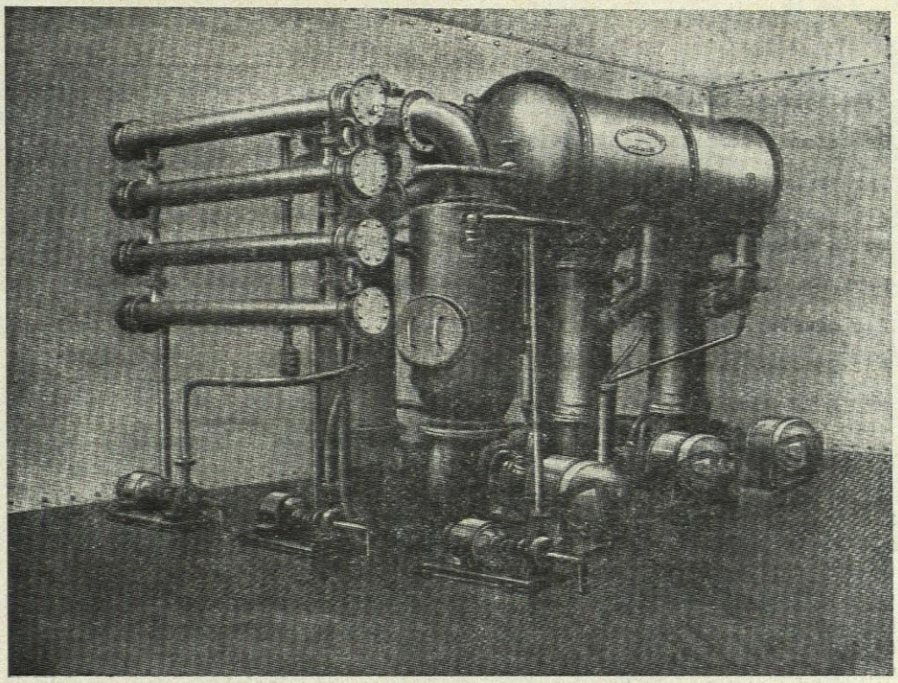
Un kilogramo de vapor a 18 kg de presión efectiva será capaz de aspirar 2 kg de vapor a la presión atmosférica del depósito *D*. Se inyectarán así 3 kg de vapor en las cámaras *A*, donde el agua circula, previamente recalentada en *G*. Estos 3 kg de vapor que se condensan permitirán la ebullición de 3 kg de agua de mar, y de los 3 kg de vapor que así se forman, 2 serán nuevamente aspirados por el termocompresor, y el otro kilogramo irá a calentar el recalentador *G*.

Este último kilogramo recalentará así alrededor de 6 kg de agua de mar de 15 a 98°, y de estos 6 kg se evaporarán 3, para hacer 3 kg de agua destilada, en tanto que otros 3 serán evacuados al mar con los fangos.

Si el vapor de escape de los auxiliares llega a faltar a bordo (escalas, marchas forzadas, etcétera), el hervidor-destilador "Prache & Bouillon" puede utilizar vapor de alta presión, pero no utilizando más que 1/3 ó 1/5 del que exigiría un hervidor de serpentín.

La economía puede ser aún superior a la de nuestro ejemplo, sea disminuyendo la compresión y aumentando las superficies de caldeo, sea combinando el principio de la termocompresión y del múltiple efecto.

Por último, es posible utilizar simultáneamente un termocompresor que marche con vapor de alta presión y vapor de escape de las auxiliares, si este último existe en cantidad insuficiente para asegurar por sí solo el funcionamiento del hervidor-destilador "Prache & Bouillon".



Vista del Destilador de agua "PRACHE & BOUILLON" instalado a bordo del Trasatlántico "DUILIO"

CONCLUSIÓN

Resulta claramente de las consideraciones anteriores que el hervidor-destilador de baja presión, con o sin termocompresor, constituye un gran progreso, y debe modificar antiguos conceptos sobre alimentación de agua dulce de los buques.

No exigiendo la sujeción de embarcar agua dulce, quedan disponibles un espacio y un peso para otras atenciones del buque; el radio de acción de los barcos aumenta, y se asegura el funcionamiento sin incrustaciones de las calderas.

También es una seguridad de agua para el consumo humano, y si el agua destilada es naturalmente indigesta, es muy fácil airearla con

todas las precauciones debidas, para evitar su contaminación, así como remineralizarla con una ínfima cantidad de sales juiciosamente escogidas.

El plano 4 da una clara idea del espacio ocupado por un hervidor-destilador "Prache & Bouillon" de 40 toneladas por veinticuatro horas.

Como ejemplos de tipos de barcos que usan el destilador "Prache & Bouillon", citamos los siguientes:

Ballenero "C. A. Larsen" (un destilador que produce 120 toneladas de agua destilada en veinticuatro horas).

El buque nodriza de submarinos "Jules Verne" (dos destiladores que producen 15 toneladas de agua destilada, cada uno, en veinticuatro horas).

Trasatlántico "Duilio" (un destilador que produce 100 toneladas de agua destilada en veinticuatro horas).

El supertrasatlántico "Rex" (cuatro destiladores que producen 100 toneladas de agua destilada, cada uno, en veinticuatro horas).

El trasatlántico "Sphinx" (un destilador de 40 toneladas de agua destilada por veinticuatro horas).

El crucero "Marsellaise" (un destilador de 100 toneladas por veinticuatro horas).

Submarino "Agosta" (un destilador, produciendo 720 litros de agua destilada cada veinticuatro horas).

Resultado de la prueba de producción de la planta destiladora Prache & Bouillon montada en el trasatlántico "Duilio".

El día 20 de mayo de 1930 se llevó a cabo esta prueba en el puerto de Génova a presencia de una Comisión formada por personal de la Casa "Prache & Bouillon" y de la "Navigazione Generale Italiana".

La prueba se repitió tres veces, con determinación de la elevación de nivel, comprobada con un cronógrafo, en una caja apropiada cuyas dimensiones eran 2,19 × 0,69 × 0,64 metros.

	Primera prueba	Segunda prueba	Tercera prueba
Desde la hora	15 h. 51′	16 h. 04′	16 h. 19′
hasta la hora	15 h. 57′	16 h. 10′	16 h. 22′
Presión en calderas. Kg. × cm.²	13,90	13,90	13,90
Presión del vapor vivo. Kg. × cm.²	13,70	13,70	13,70
Presión del vapor de calentamiento en el primer cuerpo. Kg. × cm.²	0,56	0,56	0,56
Presión del vapor de calentamiento en el segundo cuerpo. Kg. × cm.²	0,21	0,21	0,21
Duración de la prueba. Minutos	6	6	3
Agua producida, en altura en la caja, a la temperatura de	92°: 552 mm.	91°: 355 mm.	92°: 182 mm.
Equivalente en litros	531,9	536,4	275,0
Por hora. Litros	5.319,0	5.364,0	5.500,0
Por 24 horas. Litros	127.656,0	128.736,0	132.000,0
Media en 24 horas. Litros		129.467,0	

Cloruro de sodio encontrado en el agua producida: 0,3 gramos por galón, equivalente a 4 milímetros por metro cúbico.

La cantidad de cloruro de sodio fué determinada con el aparato eléctrico de medida instalado a bordo.

Resultado de la prueba de consumo a bordo del "Duilio", verificada el día 19 de mayo de 1930 en el puerto de Génova y ante la Comisión citada más arriba.

La prueba se hizo dos veces, poniendo al condensador al primer cuerpo del aparato y midiendo el vapor condensado con la misma caja empleada en la prueba de producción.

	Primera prueba	Segunda prueba
Desde la hora	16 h. 01′	16 h. 20′
hasta la hora	16 h. 10′	16 h. 30′
Presión en calderas. Kg. × × cm.²	13	14
Presión termocompresora. Kg. × cm.²	12,3	12,6
Duración de la prueba. Min.	9	10
Vapor condensado, medido en altura de agua en la caja	110 mm.	128 mm.
Equivalente en litros	116,22	193,42
Por hora. Litros	1.108,00	1.160,52
Por 24 horas. Litros	26.592,00	27.840,00
Media en 24 horas. Litros	27.216	

INFORMACIÓN GENERAL

EL PAQUEBOTE «QUEEN MARY»

La construcción de este buque, que en los astilleros de Clydebank, de la firma John Brown & Co. Ltd., se llamaba el número 534, es el resultado de la fusión de las dos Sociedades navieras Cunard y White Star Line, que el unirse han percibido del Estado inglés un auxilio de tres millones de libras esterlinas para la construcción de dicho buque.

El Consejo de Administración de la nueva Empresa se compone de diez miembros, seis de ellos nombrados por la Cunard y cuatro por la White Star, proporcionalmente a su parte de capital, fijado en 62 y 38 por 100, respectivamente. Los buques que la Cunard ha aportado a la nueva Empresa son los siguientes: "Berengaria", "Aquitania", "Mauritania", "Franconia", "Carinthia", "Samaria", "Scythia", "Laconia", "Lancastria", "Alaunia", "Ausonia", "Andania", "Antonia", "Aurania" y "Ascania", totalizando 328.073 toneladas br.; y los de la White Star son: "Majestic", "Olimpic", "Homeric", "Georgit", "Britanic", "Adriatic", "Albertic", "Laurentic", "Doric" y "Galgaric", totalizando 287.244 toneladas brutas, que, unidas a las anteriores, suman 615.317 toneladas brutas.

El contrato de construcción del buque fué firmado en 1.º de diciembre de 1930, pero los trabajos se suspendieron desde el 10 de diciembre de 1931 hasta abril de 1934.

Con la construcción del "Normandie" y la de este buque, por la primera vez en el tráfico del Atlántico Norte, se intenta alcanzar una velocidad suficiente para mantener el servicio postal semanal entre Europa y América con sólo dos buques, en lugar de los tres buques de 23 nudos necesarios hasta hoy día. Es decir, que el logro de una velocidad de 30 millas ha sido el punto de partida del problema, estudiado independientemente en Francia y en Inglaterra, siendo su solución la construcción de estos barcos monstruosos. Se dan seguidamente las características del casco de ambos paquebotes:

	QUEEN MARY	NORMANDIE
Eslora total	1.018 pies (310,36 m)	1.029 pies (313,75 m)
Manga	118 — (36,00 m)	117 — (35,90 m)
Puntal	135 — (41,15 m)	(39,50 m)
Puntal hasta el vértice de la chimenea anterior	180 — (54,90 m)	(55,00 m)
Puntal de quilla a perilla	234 (71,34 m)	(73,00 m)
Arqueo total	73.000 toneladas.	80.000 toneladas.

El casco.—Después de efectuar numerosas pruebas en el tanque, los constructores no se han salido de las formas tradicionales, contrariamente a lo que ha ocurrido en el "Normandie", cuyas formas son completamente nuevas. La roda lanzada hacia adelante no ofrece ninguna particularidad debajo de la flotación; la popa es del tipo de crucero. Las tres chimeneas, de forma elíptica, son de 11 metros de diámetro máximo y 21 m de altura por encima de la cubierta de embarcaciones, siendo su inclinación la clásica de los trasatlánticos ingleses. Igualmente puede decirse de la superestructura central.

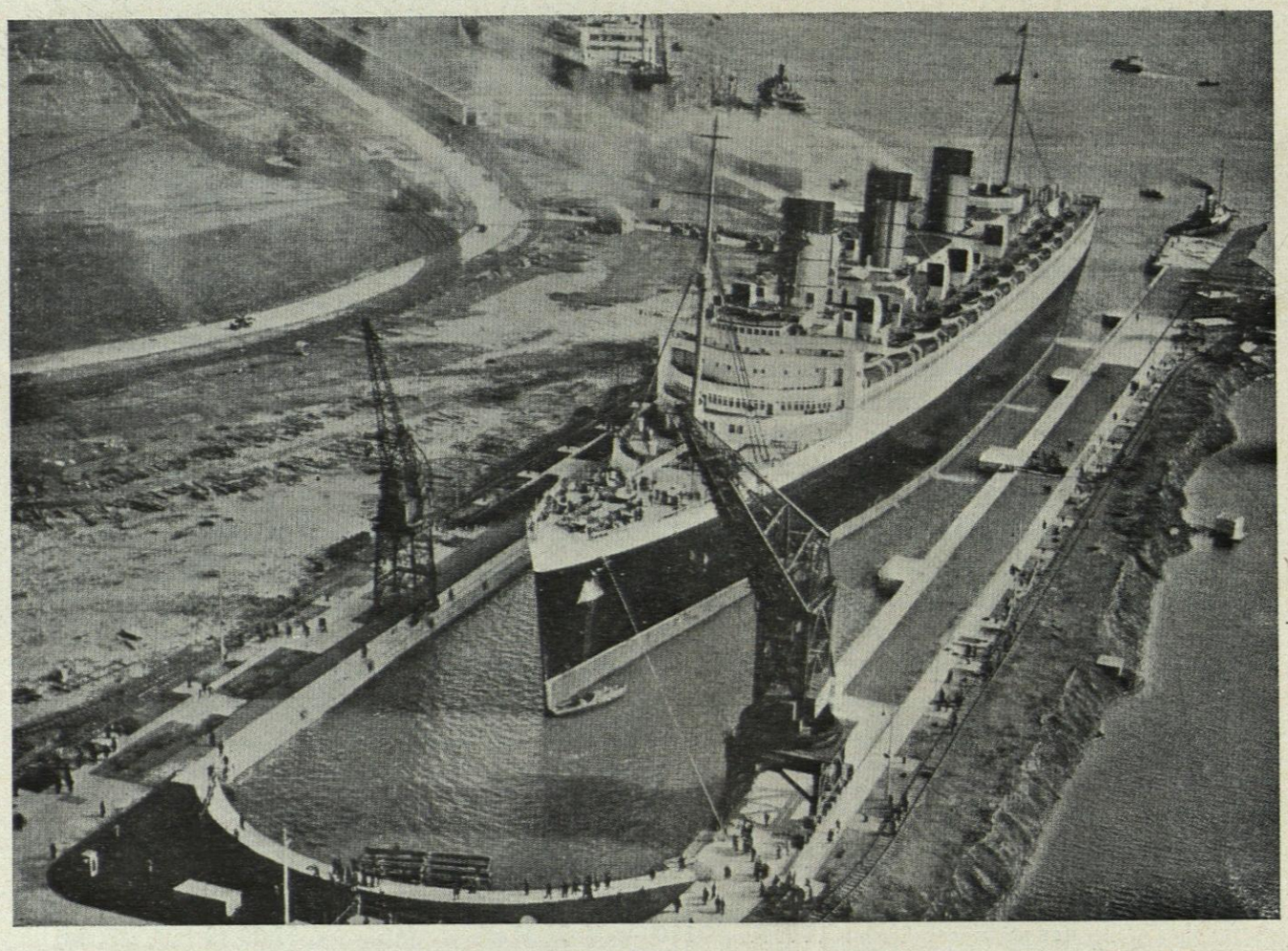
Horizontalmente el casco está dividido en 12 cubiertas, y transversalmente está constituído por 18 mamparos estancos. El doble fondo que se extiende a todo lo largo del buque comprende 70 compartimientos principales. Si se agrega a esto la subdivisión constituída por el doble casco en los compartimientos de máquinas y los tanques de combustible laterales, se llega a un

total de 160 compartimientos estancos por debajo de la cubierta de compartimentaje. Para limitar la fatiga de las cubiertas superiores está provisto el buque de tres juntas de expansión.

Las piezas de acero fundido han sido suministradas por la English Steel Corporation, de Sheffield; el codaste pesa 190 toneladas; los arbotantes de las hélices exteriores, 180, y los de las hélices interiores, 120; el timón pesa 110 toneladas.

Los materiales empleados para la construcción del casco han sido suministrados por la casa Colvilles Ltd., de Glasgow. Las superestructuras han sido construídas con acero Martinel, de límite elástico 25 kg/mm² y carga de ruptura de 50 kg, con un alargamiento del 20 al 30 por 100 en una probeta de 203 mm. El empleo de este material ha permitido una economía de peso del 11 por 100. Los accesorios de las cubiertas se han construído con acero Ducol, de carga de ruptura 59 a 68 kg/mm².

La prolongada estancia durante cuatro años de este buque en la grada dió importancia especial a la cuestión de las pinturas. El casco ha sido pintado con una composición antioxidante, "anodite", nuevo producto de la casa Goodlass Wall & Co. Ltd., de Liverpool. Durante los dos años de interrupción del trabajo la única capa de esta pintura resistió perfectamente. En las proximidades de las hélices, donde la corrosión es más fácil, y en una superficie de 550 m², se han dado dos capas de "Apexior núm. 3", suministrado por la casa J. Dampney & Co. Ltd., de Newcastle-on-Tyne.



El «Queen Mary» entrando en el dique seco de Southampton

LAS INSTALACIONES. — Los pasajeros de 1.ª clase irán alojados en camarotes, de una o dos literas, situados en la cubierta de embarcaciones y en las cubiertas A, B y C, con una gran

mayoría de camarotes exteriores. En la parte central de las cubiertas A y B hay departamentos de lujo, comprendiendo: salón, dormitorio, dormitorio de criados, cuarto de baño y cuarto de equipajes. Todos los camarotes de 1.ª clase tendrán cuarto de baño, o bien un cuarto individual de *toilette*. La ventilación es del sistema "Thermo-Reg", de la Thermotank Company.

Los grandes locales para los pasajeros de 1.ª clase comprenden: comedor y *foyer*, salón de fiestas, *fumoir*, biblioteca, sala de escritura, bar, sala de juego para los niños, piscina, baños turcos y sala de gimnasia.

Los pasajeros de la clase turista irán instalados en las cubiertas B y C y en la E. A esta clase se le ha concedido una importancia especial. El comedor ocupa toda la anchura del buque, y además posee un *fumoir*, una biblioteca, un bar, una sala de recreo para los niños y dos salones, de los que uno servirá de salón de baile y de cine. También esta clase dispone de una piscina y de una sala de gimnasia.

Los pasajeros de 3.ª clase van alojados en camarotes de dos y cuatro literas. Disponen, además, de *hall*, salón, *fumoir* y comedor.

APARATOS MOTOR Y EVAPORADOR.—La selección del aparato motor para un buque de este tamaño era de una importancia fundamental. En el transcurso del año 1929, cuando fueron estudiados los proyectos preliminares, había divergencias de opinión entre los técnicos en cuanto al modo de propulsión. Algunos preconizaban las soluciones Diesel o Diesel-eléctrico; otros, las soluciones a base de turbina, con sus variantes de ataque directo, turboeléctrico, o con engranajes. Para dilucidar esta cuestión se constituyó un Comité formado por las siguientes personalidades: Sir Charles Parsons, el vicealmirante Shelton, los señores Andrew Laing, T. Mc. Pherson, G. Mc. L. Paterson, Sir Thomas Bell, el comandante C. W. Craven, los señores J. Callender, Andrew Hamilton y J. Austin.

Este Comité acordó que los factores de seguridad y resistencia no debían ser sacrificados a consideraciones de rendimiento y economía. Otro factor importante examinado fué el *confort* de los pasajeros respecto a ruidos y vibraciones que pudieran provenir del aparato motor. El Comité recomendó la adopción del aparato motor con vapor de alta presión, alta temperatura, calderas acuotubulares quemando mazout y turbinas con engranaje de simple reducción. En cuanto a la potencia, estaba determinada por la necesidad de hacer la travesía Cherburgo-Nueva York en cuatro días, resultando una potencia de unos 200.000 HP. Además se ha previsto la necesidad de reducir a doce horas la estancia en puerto, con sus correspondientes embarques y desembarques de pasajeros y provisiones.

El vapor es suministrado por 24 calderas Yarrow, de 27 kg y 370°, y alimenta cuatro grupos de turbinas Parsons de cuádruple expansión, con engranajes reductores de simple reducción, proporcionando cada grupo 50.000 HP. Las 24 calderas están instaladas en cuatro departamentos. Otras tres calderas auxiliares de 17 kg suministran el vapor para la calefacción y los servicios de cocina, así como las turbogeneratrices eléctricas.

Las 24 calderas están instaladas en local cerrado, produciéndose el tiro de aire por 16 ventiladores eléctricos James Howden. La instalación para la quema del mazout es del tipo Wallsend Howden, suministrado por la casa Wallsend Shipway & Engineering Co. Ltd. El aprovisionamiento del mazout es de 6.300 toneladas, efectuándose el embarque por seis tomas, con una duración de ocho horas.

Los cuatro grupos de turbinas están instalados en dos cámaras de máquinas: la de proa, para las hélices exteriores, y la de popa, para las interiores. Cada grupo comprende una turbina de alta presión, una turbina de media presión número 1, una turbina de media presión núm. 2 y una turbina de baja presión. La rueda del engranaje reductor principal es de 4,25 m de diámetro. Las turbinas de marcha atrás se hallan incorporadas en los cuerpos de las de media presión núm. 2 y baja presión.

Toda la maquinaria auxiliar, exceptuando las bombas de alimentación, conducidas por turbinas de vapor, es eléctrica. La energía eléctrica es producida por cuatro grupos electrógenos de 1.300 kW cada uno, produciendo corriente continua a 225 voltios.

La máquina propulsora y las calderas han sido construídas por John Brown & Co. Ltd.; las piezas de forja y fundición, por Thomas Firth & John Brown Ltd., de Sheffield, y las forjas de Darlington y Harland & Wolf Ltd.,

de Glasgow. Las hélices son de 6 m de diámetro, 5,53 de paso y 35 toneladas de peso, habiéndose necesitado para la colada 53 toneladas de metal. Son las mayores hélices fundidas hasta hoy día; las del "Normandie" pesan 23 toneladas; las del "Bremen", 18, y las del Europa", 14 toneladas.

INSTALACIONES AUXILIARES.—*Centrales eléctricas.*—La energía eléctrica es producida en dos centrales independientes, totalizando 9.100 kilovatios. Una de ellas afecta especialmente a los servicios de hotel y auxiliares de cubierta, consiste en un departamento independiente con tres generatrices. La otra central, afecta a la máquina propulsora, auxiliares de calderas y aparato de gobierno, contiene cuatro generatrices. Todas éstas han sido construídas por la British Thomson-Houston Co. Ltd., de Rugby. Las turbinas, de 10 saltos, giran a 5.000 revoluciones y arrastran la dínamo a 600 revoluciones, por el intermedio de un engranaje.

Las dos centrales son absolutamente independientes, pero en caso de avería es posible ligarlas. Como ya hemos dicho, la central llamada de hotel es alimentada por el vapor de tres calderas auxiliares, y la central de la maquinaria es alimentada por el vapor de las calderas principales.

Existe además una central de socorro, con dos grupos electrógenos movidos por aceite pesado. Los motores son Parsons de 8 cilindros y 150 HP, a 850 revoluciones. Las generatrices, directamente acopladas, producen 75 kW a 225 voltios.

El cuadro de la central de hotel es de 10 m de largo y alimenta 16 cuadros auxiliares, correspondiente cada uno a un compartimiento estanco o de incendio. Existen unos reductores de voltaje a 25 voltios para los timbres, teléfonos, relojes eléctricos, etc. El cuadro de la central de maquinaria es de 12 m de largo.

Existen a bordo numerosos motores eléctricos, de una potencia global de 23.000 HP. La longitud de los cables pasa de 500 km.

INSTALACIONES DE CUBIERTA.—Los aparatos auxiliares para el fondeo y el atraque han sido proporcionados por la casa Napier Brothers Limited, de Glasgow. Los dos cabrestantes de las anclas son movidos por motores eléctricos de 292 HP cada uno.

Existen cuatro anclas del tipo "Dreadnought" de 16 toneladas, dos instaladas y dos de recambio. Las cadenas tienen 105 mm de diámetro, y pueden ser sometidas a una tracción de 50 kg/mm^2; su peso es de 145 toneladas.

Existen 10 cabrestantes de espía.

El aparato de gobierno es electrohidráulico, controlado por un servomotor Lawrence Scott, movido, a su vez, por un telemotor desde el puente.

INSTALACIONES DE SEGURIDAD. — Existen 38 puertas estancas. Las embarcaciones de salvamento, en número de 24, pueden alojar 145 personas cada una, es decir, el número de pasajeros que llevaba el trasatlántico "Britannia", que navegaba en 1840. Los pescantes, del tipo de gravedad Taylor, son maniobrados eléctricamente por motores de 20 HP.

Con respecto al fuego, se han instalado en los alojamientos del pasaje extintores-avisadores automáticos, marca Grinnel. La instalación de alarma para las bodegas y calderas ha sido suministrada por Walter Kidde Co. Ltd., de Londres.

PRESUPUESTO DE LA MARINA MERCANTE FRANCESA PARA 1936

1.	Personal de la Administración central	3.500.773
2.	Gratificaciones al personal de la Administración central	109.654
3.	Material de la Administración central	909.950
4.	Administradores de la Inscripción marítima	3.621.158
5.	Personal subalterno de la Administración de la Inscripción marítima	4.790.023
6.	Personal de las Escuelas nacionales de Náutica	1.081.158
7.	Personal de la Inspección de la Navegación marítima	1.003.066
8.	Personal de policía de la pesca marítima	2.380.857
9.	Personal de policía de la navegación	4.274.594
10.	Gastos diversos de los servicios exteriores	69.490
11.	Gratificaciones diversas al personal de los servicios exteriores	327.499
12.	Gastos de material de los servicios exteriores	691.930
13.	Gastos diversos del servicio de la vigilancia técnica de los puertos	49.600

14.	Gastos de viajes y comisiones	530.000
15.	Gastos especiales de larga duración.	49.950
16.	Indemnizaciones de residencia	772.971
17.	Gratificaciones por familia numerosa	1.397.600
18.	Gastos de justicia ante los Tribunales administrativos, civiles y de comercio	9.000
19.	Anticipos a los funcionarios	8.000
20.	Funcionamiento de la enseñanza marítima en material escolar	529.485
21.	Premios a la enseñanza profesional marítima	90.000
22.	Aplicación de la legislación relativa a la seguridad de la navegación marítima	291.950
23.	Contribución a diversos gastos relativos a la seguridad marítima y la higiene a bordo	317.391
24.	Gastos resultantes de la aplicación del Código de trabajo marítimo y del Código disciplinario y penal de la Marina mercante	4.689.650
25.	Subvenciones a diversos organismos profesionales marítimos	237.782
26.	Premios de regatas y deportes marítimos	33.000
27.	Gastos para la vigilancia y protección de la pesca marítima	1.179.350
28.	Aplicación de la Ley de 19 de junio de 1920, modificada por la Ley de 26 de enero de 1919	240.000
29.	Auxilios a la industria de gran pesca	12.600.000
30.	Auxilios a las mutualidades de pescadores	247.500
31.	Gastos de administración de las cajas regionales de crédito marítimo mutuo	Memoria
32.	Intereses fijados por la Ley de 1.° de agosto de 1928 para el crédito marítimo	25.000.000
33.	Ayuda al armamento libre (primas a la navegación, Ley de 12 de julio de 1934)	81.008.500
34.	Control de las Compañías de navegación subvencionadas	250.180
35.	Servicios marítimos postales a Córcega	12.780.000
36.	Servicios marítimos postales al Extremo Oriente, Australia, Nueva Caledonia, Costa oriental de Africa y Mediterráneo oriental.	202.500.000
37.	Auxilio a la Compañía General Transatlántica	135.000.000
38.	Servicio de los empréstitos contratados para la construcción del "Normandie"	91.458.406
39.	Servicios marítimos postales al Brasil y Plata	24.506.731
40.	Buques del Estado dedicados al servicio entre Francia, Argelia y Túnez	1.800.000
41.	Subvención al Montepío Marítimo Nacional	203.000.000
42.	Fondos provinentes de legados y donaciones	Memoria
43.	Gastos de ejercicios caducados	Memoria
44.	Gastos de ejercicios cerrados	Memoria
45.	Pago de atrasos de presupuestos anteriores	Memoria
	TOTAL	823.337.198
	A deducir:	
	Disminuciones consecuencia de los Decretos de 4 de abril de 1934 y de 16 de julio de 1935	3.665.000
		819.672.198

EL PROTECCIONISMO MARITIMO EN INGLATERRA

En la sesión del 13 de febrero, la Cámara de los Comunes ha decidido por 205 votos contra 134 mantener para el año 1936 la subvención de dos millones de libras para conceder primas a la navegación *tramping*. De la Memoria de la Comisión encargada de la repartición de las primas se reproducen seguidamente las conclusiones:

"Las primas han salvado el *tramping* del derrumbamiento. La ley de Asistencia a la Marina británica (British Shipping Assistance Act, 1935): 1.° Ha salvado, indudablemente, el *tramping* británico de un hundimiento general; 2.° Ha permitido un aumento grande del número de buques ingleses en servicio activo y, por tanto, la reducción correspondiente del número de marinos británicos de raza blanca sin empleo; 3.° Ha permitido a la industria organizarse, atenuar la concurrencia nacional, establecer un sistema de cooperación por la adopción de tarifas de fletes mínimos y estabilizar, con la ayuda de los cargadores, el valor de los fletes a un nivel que permite cubrir los gastos de explotación; 4.° Ha mejorado la situación de las industrias afines, tales como la de construcción y reparación, seguros, aprovisionamientos, etc.;

5.º Esta ley ha hecho posible un movimiento de cooperación internacional en la industria naviera, movimiento que si continúa desarrollándose se afirmará como de valor e importancia permanentes; por otra parte, se ha podido mantener el máximo de libertad de acción compatible con un programa de organización de la industria, y los intereses de los consumidores no han sufrido perjuicio; 6.º Gracias a la ayuda financiera y a la estabilización de fletes, se ha podido contrarrestar la competencia de los buques extranjeros, explotados gracias a subvenciones y a los gastos de explotación inferiores a los del nivel de vida británica; 7.º Ha permitido a la industria del *tramping*, por las restricciones impuestas a la navegación en lastre, contribuir a la racionalización internacional del tonelaje; 8.º Ha restablecido la confianza en el seno del armamento de *tramping*.

JAPÓN

Según las estadísticas del Lloyd, el Japón ocupa hoy día el tercer lugar entre las potencias marítimas mundiales. Su porcentaje de tonelaje mercante es el 6,3 por 100 del mundial, siendo el de Inglaterra el 27 por 100 y el americano el 15 por 100.

En 1920 alcanzó una cifra máxima de lanzamiento de buques mercantes, en la cuantía de 456.000 toneladas brutas. La cifra más baja fué alcanzada en 1926, con 52.000 toneladas.

Actualmente hay en el Japón 46 astilleros, siendo en Inglaterra 296, en Holanda 147, en los Estados Unidos 117, en Alemania 50 y en Francia 36.

Aparte de las primas o subvenciones a la navegación de altura, cuyo crédito anual es de 10 millones de yens, el Gobierno adoptó en marzo de 1932 una política de ayuda a la construcción, con el fin de modernizar la flota japonesa. Este programa se desarrollará durante cinco años, concediendo una suma global de 11 millones de yens; según los cálculos oficiales, este auxilio ha debido provocar un movimiento de 50 millones, correspondiente a la construcción de 200.000 toneladas.

LA CONFERENCIA NORTEATLANTICA SE HA PUESTO DE ACUERDO PARA NO CONSERVAR MAS QUE TRES CLASES DE PASAJEROS

Del 29 de enero al 1 de febrero hubo en Londres una reunión de directores de Compañías de navegación trasatlántica, sin que pudieran llegar a un acuerdo. Esta reunión volvió a celebrarse en París el 6 de febrero, con resultados más satisfactorios. A consecuencia de ellos, en la navegación trasatlántica ha sido suprimida la 1.ª clase, quedando clasificados los viajeros en estas tres: "cabin", clase turista y clase 3.ª Esta decisión no significa cambio alguno en el *confort* de las travesías a bordo de los antiguos paquebotes de primera clase, ni los precios serán modificados sensiblemente.

LIBROS Y PUBLICACIONES

SCHIFFBAU KALENDER 1935 *(Manual de Construcción naval)*, por el Dr. Ing. *W. Gütschow*. Editado por *Deutsche Verlagswerke Straub, Veter & Co.*

He aquí un manual muy interesante, para las ramas de Casco y de proyecto. Muy recomendable para aquellos Ingenieros Navales que no disponiendo de una biblioteca profesional a mano, necesitan, siquiera sea en forma concentrada, las fórmulas y datos precisos para el ejercicio de su profesión en las ramas citadas.

Entre los distintos capítulos destacan como muy completos los dedicados a la resistencia a la marcha y soldadura eléctrica en la construcción naval, así como los referentes a reglamentos, francobordo, instalaciones, etc.

De mucho valor, los cuadros referentes a pesos, dimensiones y consumos de instalaciones propulsivas, ya que representan cifras al día.

ANNALI DELLA VASCA NAZIONALE PER LE ESPERIENCE DI ARCHITETTURA NAVALE IN ROMA.— *Volume IV. (Instituto Poligrafico dello Stato. MCMXXXIV. Anno XIII. E. F.)*

Este volumen IV del Anuario del Canal de Experiencias de Roma recoge, como los anteriores, las actividades de dicha entidad, poniendo de relieve lo útil e interesante de los trabajos en él realizados.

A diferencia de los volúmenes anteriores, en el que reseñamos no se da el resultado de la gestión económica del Canal, aunque se afirma que es tan satisfactoria que permitirá una reducción de tarifas para las experiencias con hélices, sea aisladamente o en autopropulsión. También se consigna que durante el año 1935 entrarán en funcionamiento los aparatos para la formación de olas en el recipiente del Canal, así como aquellos para el estudio de las cualidades evolutivas del buque por medio de modelos en el lago de Albano.

Es interesante hacer notar que ascienden a siete los Ingenieros Navales que forman parte del personal técnico del Canal.

Además de los resultados obtenidos en el Canal con ciertas experiencias con modelos y propulsores, se consignan en este volumen los trabajos presentados a una reunión de Ingenieros Navales y Mecánicos, patrocinada por el Canal de Roma, que reseñaremos brevemente.

En primer lugar se exponen los resultados obtenidos en el Canal con los siguientes tipos de barcos: tipo de crucero, buque de carga, buque mixto, buque de carga y buque para cabotaje. Para todos ellos se dan planos de formas, curva de áreas de cuadernas; tablas de características principales y diagramas del ensayo de remolque, lo que constituye un conjunto de datos de gran valor para los proyectistas y cuya publicación, dada la escasez de información de esta índole, debemos agradecer doblemente.

Además, se presenta un diagrama que expresa en ordenadas la resistencia específica del modelo en función del parámetro adimensional $\frac{v}{\sqrt{g\,\Delta^{1/3}}}$, lo que constituye una facilidad positiva, cualquiera que sea el sistema de unidades que se emplee. También se presentan los resultados de acuerdo con el método "relativo" de Telfer (1), consignándose además los valores máximo y mínimo del número de Reynolds a que se han hecho las experiencias.

En general, se observa una gran preocupación por respetar las recomendaciones acordadas en el último Congreso de Directores de Canales, celebrado en París el pasado año.

A continuación se exponen unas interesantes experiencias sobre hélices proyectadas de acuerdo con la teoría vortical del Dott. Ing. Giorgio Rabbeno (2), con planos completos de los propulsores experimentados y los diagramas de resultados correspondientes. El objeto perseguido era obtener propulsores de rendimientos análogos a los de los propulsores aéreos, y aunque todavía se está lejos de alcanzar los resultados deseados, merece este trabajo una consideración detenida.

También fueron llevadas a cabo ciertas experiencias con propulsores coaxiales, que no confirmaron la teoría de Rabbeno, según la cual el rendimiento debía permanecer prácticamente inalterado.

En lo que sigue enumeramos los trabajos presentados a la reunión antes citada.

1. *"Carenas de buques de carga", por el Dott. Ing. Eugenio de Vito.*—Es una revisión de los resultados obtenidos para esta clase de buques por los ingleses e italianos, en la que se presentan dos diagramas que expresan los valores del coeficiente del Almirantazgo en función de $\frac{v}{D^{1/6}}$ y de $\frac{v}{\sqrt{L}}$ para una gran cantidad de buques construídos en distintas épocas y ensayados en diferentes canales, llegando a la notable conclusión de que con los estudios actuales que se realizan en los Canales se obtienen buques con una economía de potencia del orden del 35 por 100 respecto a los construídos en el año 1917.

2. *"Neutralización y amortiguamiento de las vibraciones en las estructuras", por el Dott. Ing. Giorgio Rabbeno.*—Expone una teoría propia sobre el neutralizador de vibraciones ideado por Ugo Loser, el cual,

---

(1) Véase INGENIERÍA NAVAL, C. Lago, "El Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo", julio-agosto 1934.

(2) Véase *Jahrbuch der Schiffbautechnische Gesellschaft*, 1935, vol. 36.

instalado en la motonave "María", redujo la amplitud de las vibraciones de 6 mm. a 0,4. Asimismo describe un ingenioso aparato que pone de manifiesto el modo de actuar de este dispositivo.

3. *"La ciencia naval y mecánica en relación con los problemas de navegación interior en Italia", por el Dott. Ing. Ettore d'Ajello.*

4. *"La estabilidad de ruta de los buques", por el Dott. Ing. Emilio Castagneto.*—Empieza señalando las deficiencias de las definiciones que hasta ahora se han dado sobre la estabilidad de ruta, y la define de un modo cuantitativo, indicando la manera de medirla y adjuntando una serie de experiencias por él realizadas en el Canal de Roma.

Un buque que avanza con movimiento rectilíneo y uniforme está sometido a dos fuerzas iguales y directamente opuestas: la resistencia de la carena, R, y el empuje de las hélices. Si una acción externa lo desvía un ángulo, Θ, en el primer instante la inercia obligará al buque a moverse en la dirección inicial, y en ese momento está sometido al empuje de las hélices (siempre en el plano de simetría del buque) y a la resistencia R_θ que la carena experimenta cuando está inclinada un ángulo Θ respecto a la dirección del movimiento. La fuerza R_θ es ligeramente superior a la fuerza R y no está situada en el plano de simetría, por lo cual queda roto el equilibrio y el buque tiene tendencia: 1.°, a retardar el movimiento de avance; 2.°, a escorarse, y 3.°, a girar en uno u otro sentido alrededor del eje vertical del centro de gravedad.

Cuando se varía el valor de Θ, la resistencia de la carena varía en intensidad y dirección, teniendo por envolvente una curva, que el autor designa por *evoluta de deriva*. Representando en un diagrama cartesiano el momento M_θ de la resistencia R_θ respecto al eje vertical del centro de gravedad *(momento de estabilidad de ruta)* en función de Θ, el buque es o no estable a la ruta según que

$$\left(\frac{d\,M_\theta}{d\,\Theta}\right)_{\theta=0} \gtrless 0\,.$$

Análogamente a lo establecido para la estabilidad transversal y longitudinal del buque, adopta como *índice de estabilidad de ruta* el valor

$$\frac{\left(\frac{d\,M_\theta}{d\,\Theta}\right)_{\theta=0}}{R}\,.$$

Termina haciendo una aplicación de lo expuesto a un modelo, y calcula su índice de estabilidad de ruta a las distintas velocidades, haciendo patente la mejora que se observa aumentando a popa la superficie del plano de deriva.

5. *"Consideraciones sobre el movimiento evolutivo y pruebas con modelos", por el Dott. Ing. Renato de Santis.*—En este trabajo se estudian los fenómenos más interesantes que tienen lugar durante la evolución de los barcos, tanto de guerra como mercantes, señalando los de más importancia en uno y otro caso. A continuación se hace una descripción y crítica somera de los distintos métodos empleados para medir las características evolutivas de los buques, tanto en la mar como con modelos.

Termina exponiendo las dos variantes que ha adoptado el Canal de Roma para esta clase de ensayos:

a) Los modelos, de madera, serán de un tamaño tal que resulte compatible con las máximas posibilidades actuales de elaboración del taller de modelos del Canal, lo que conduce a modelos de unos 8 m. Los modelos serán experimentados en una zona del lago de Albano, ya escogida, que aparece conveniente por su profundidad y buena protección contra el viento. La propulsión se efectuará por motores de bencina, cuyo peso, comprendidos los accesorios, no superará a los 50 kg. La trayectoria será deducida por el sistema Pecoraro y posiblemente controlada por el sistema de Hewins & Roop. A bordo del modelo irán dos experimentadores para las maniobras y lecturas de los instrumentos.

b) Los modelos, construídos como en el caso anterior, serán más pequeños y no llevarán a bordo persona alguna. El funcionamiento de los diversos mecanismos tendrá lugar automáticamente, y la energía eléctrica para ello necesaria será suministrada desde un bote especial, portador del personal y de un grupo electrógeno. En dicho bote se instalarán los órganos del mando a distancia de los aparatos instalados en el modelo.

6. *"Cuadro calculador de las hélices", por el Dott. Ing. Marcello Orlando.*—Así se intitula un ábaco que el autor deriva de la Memoria presentada por Taylor a la Institution of Naval Architects el año 1925, en que los resultados fueron obtenidos de los valores medios logrados con los ensayos llevados a cabo en varias naciones.

Con ayuda de este ábaco se puede proyector una hélice o analizar los resultados obtenidos con propulsores ya construídos.

7. *"Fatiga y rigidez de los buques", por el Dott. Ing. Leonardo Fea.*—En este interesante trabajo se hace un estudio de la fatiga producida en las estructuras de los buques por tensiones alternativas y se establece su conexión con la rigidez de los mismos.

Al final de este trabajo se insertan unos cuadros que dan los principales elementos característicos (momentos de inercia, momentos resistentes, etc.) de algunos transatlánticos modernos ("Mauretania", "Imperator", "Vaterland" y "Rex") y de unidades de guerra recientes.

8. *"Alimentación y reacciones en el propulsor", por el Dott. Ing. Gino Borri.*—Basado en la teoría del chorro, hace un notable estudio del fenómeno de la propulsión por medio de la hélice.

9. *"Nuevo sistema particular de propulsión naval", por el Dott. Ing. Manfredi Palumbo Vargas.*—Da cuenta de los ensayos verificados a sus expensas en el Canal de Viena, con una carena provista de hélices laterales dispuestas en ciertos embonos repartidos a lo largo de la eslora. Llegó a hacer ensayos con seis hélices así dispuestas, y aunque los resultados aparecen confusos, alcanza algunas notables conclusiones.

En esta sección se hará la crítica de cuantos libros y publicaciones técnicas se nos remitan.

REVISTA DE REVISTAS

Fichero de información profesional

Hace tiempo que se viene notando por numerosos compañeros la necesidad de un servicio de información profesional, necesidad tanto más justificada cuanto que las bibliotecas y archivos donde en un momento dado pudiera consultarse cualquier problema técnico que, distinto de los habituales, exija una documentación específica; son escasas y, en general, de difícil acceso para la mayor parte de los Ingenieros navales que se encuentren alejados de los centros que poseen dicho servicio. Pero es que, incluso disponiendo de la biblioteca, suele carecerse de una verdadera orientación que simplifique la búsqueda a través de la extensa literatura existente en las numerosas revistas y publicaciones dedicadas a la Ingeniería naval, revistas que van a morir al fondo de los armarios, sin que suela quedar huella útil de su paso, fiel reflejo de una técnica en movimiento al alcance del Ingeniero.

Resolver este problema ha sido siempre la preocupación de INGENIERÍA NAVAL, y así se insertó en sus páginas la sección de "Notas bibliográficas", que tan grata acogida tuvo de sus lectores.

Hoy creemos dar un paso más en este sentido, ofreciendo un fichero completo de información profesional. En él se recogerá, sistemáticamente, en forma de fichas independientes, todo lo que ofrezca verdadero interés para la técnica naval de cuanto se publique en las principales revistas nacionales y extranjeras, reseñando brevemente las características y extensión de los artículos y lo que de ellos puede esperar el Ingeniero naval.

Todas las fichas llevarán su clasificación con arreglo a la subdivisión que ofrecemos en este número, en el que damos también un modelo de ficha que aclare el alcance que éstas han de tener.

No es ésta una idea nueva, ya que en todas las naciones con industria propia existe algo por el estilo; así que, ateniéndonos al modelo que nos ha parecido más perfecto, hemos acoplado, en cierta forma, nuestro fichero, al que edita el Bureau Veritas, adoptando, en parte su clasificación, para obtener así una normalización de los asuntos tratados por ambos servicios de documentación.

En la actualidad estudiamos la forma de poder suministrar, a precio reducido, a todos nuestros suscriptores, copia del artículo que merezca su atención.

Esperamos que nuestros lectores, apreciando la obra que la Redacción de INGENIERÍA NAVAL se propone llevar a cabo, ayudada por la colaboración generosa y entusiasta de un grupo de compañeros, dispensará a esta nueva sección la acogida cordial y alentadora que sus propósitos merecen.

A.—GENERALIDADES TEORICAS

A-1.—Mecánica y física general.
A-2.—Mecánica de los fluídos.
A-3.—Termodinámica.
A-4.—Resistencia de materiales.
A-5.—Electricidad.
A-6.—Química.
A-7.—.....
A-8.—.....
A-9.—Varios.

B.—MATERIALES Y PUESTA EN OBRA

B-1.—Metales y aleaciones.
B-2.—Maderas y aislantes.
B-3.—Corrosión y protección, pinturas.
B-4.—Fundición y forja.
B-5.—Remachado.
B-6.—Soldadura.
B-7.—Verificación y pruebas.
B-8.—.....
B-9.—Varios.

C.—TEORIA DEL BUQUE

C-1.—Geometría del flotador y estabilidad.
C-2.—Ola, balance, estabilización.
C-3.—Resistencia de carenas, pruebas con modelos y en la mar.
C-4.—Hélices, teoría, construcción y ensayos.
C-5.—Otros propulsores.
C-6.—Evoluciones.
C-7.—.....
C-8.—.....
C-9.—Varios.

D.—CONSTRUCCION NAVAL

D-1.—Construcción del casco.
D-2.—Vibraciones de los cascos.
D-3.—Alojamientos, instalaciones, cocinas.
D-4.—Lanzamiento y varada.
D-5.—Reparaciones, transformaciones y averías.
D-6.—Arqueo, peso muerto, etc.
D-7.—Sociedades clasificadoras.
D-8.—Proyecto de buques.
D-9.—Varios.

E.—ACCESORIOS Y APARATOS AUXILIARES DE CASCO

E-1.—Ventilación.
E-2.—Máquinas y cámaras frigoríficas.
E-3.—Otros aparatos auxiliares.
E-4.—Seguridad, embarcaciones y contra incendios.
E-5.—Electricidad de a bordo.
E-6.—Aparatos de navegación, trasmisiones y señales.
E-7.—Tuberías.
E-8.—Calefacción.
E-9.—Varios.

F.—PROPULSION A VAPOR

F-1.—Combustibles.
F-2.—Calderas.
F-3.—Máquinas alternativas.
F-4.—Turbinas.
F-5.—Propulsiones mixtas.
F-6.—Plantas de condensación.
F-7.—.....
F-8.—Consumos.
F-9.—Varios.

G.—PROPULSIONES DE COMBUSTION INTERNA

G-1.—Combustibles y alimentación de los motores.
G-2.—Motores de combustión interna.
G-3.—Sobrecarga y recuperación.
G-4.—Equilibrio y vibraciones.
G-5.—Marcha rápida.
G-6.—.....
G-7.—.....
G-8.—Consumos.
G-9.—Varios.

H.—PROPULSION ELECTRICA

H-1.—Propulsión Diesel-eléctrica.
H-2.—Propulsión turbo-eléctrica.
H-3.—Acumuladores.
H-4.—.....
H-5.—.....
H-6.—.....
H-7.—.....
H-8.—Consumos.
H-9.—Varios.

I.—ACCESORIOS Y AUXILIARES DE MAQUINAS Y CALDERAS

I-1.—Línea de ejes.
I-2.—Auxiliares de la propulsión a vapor.
I-3.—Auxiliares de la propulsión de combustión interna.
I-4.—Auxiliares de calderas.
I-5.—Engrases.
I-6.—Instalaciones reductoras.
I-7.—.....
I-8.—.....
I-9.—Varios.

J.—INSTALACIONES Y DESCRIPCION DE BARCOS

J-1.—Buques de pasaje.
J-2.—Buques de carga.
J-3.—Buques de guerra.
J-4.—.....
J-5.—Pesqueros.
J-6.—Remolcadores.
J-7.—Barcos de río.
J-8.—.....
J-9.—Varios.

K.—TALLERES Y ASTILLEROS

K-1.—Precios.
K-2.—Talleres y herramental.
K-3.—Laboratorios y oficinas técnicas.
K-4.—Organización del trabajo, contabilidad.
K-5.—Normalización.
K-6.—.....
K-7.—.....
K-8.—.....
K-9.—Varios.

L.—EXPLOTACION DEL BARCO

L-1.—Tráfico y comercio marítimo, estadísticas.
L-2.—Puertos, canales.
L-3.—Raids, viajes.
L-4.—Derecho marítimo.
L-5.—Seguros.
L-6.—.....
L-7.—.....
L-8.—.....
L-9.—Varios.

O.—CONSTRUCCION CIVIL E HIDRAULICA

O-1.—Materiales y ensayos.
O-2.—Construcciones industriales, edificios.
O-3.—Diques secos, gradas, muelles, etc.
O-4.—Vías de comunicación.
O-5.—Leyes, contratos, seguros, etc.
O-6.—.....
O-7.—.....
O-8.—.....
O-9.—Varios.

P.—TEMAS GENERALES

P-1.—Literatura naval.
P-2.—Historia naval.
P-3.—Arte naval.
P-4.—.....
P-5.—.....
P-6.—.....
P-7.—.....
P-8.—.....
P-9.—Varios.

A.—GENERALIDADES TEORICAS.
B.—MATERIALES Y PUESTA EN OBRA.
C.—TEORIA DEL BUQUE.
D.—CONSTRUCCION NAVAL.
E.—ACCESORIOS Y APARATOS AUXILIARES DE CASCO.
F.—PROPULSION A VAPOR.
G.—PROPULSIONES DE COMBUSTION INTERNA.
H.—PROPULSION ELECTRICA.
I.—ACCESORIOS Y AUXILIARES DE MAQUINAS Y CALDERAS.
J.—INSTALACIONES Y DESCRIPCION DE BARCOS.
K.—TALLERES Y ASTILLEROS.
L.—EXPLOTACION DEL BARCO.
O.—CONSTRUCCION CIVIL E HIDRAULICA.
P.—TEMAS GENERALES.

F-4

PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LAS TURBINAS DEL TIPO BROWN BOVERI DESTINADAS A LOS BUQUES DE GUERRA, por **E. Klingelfuss,** Ing. de S. A. Brown Boveri, Baden (INGENIERIA NAVAL, año VI, núm. 59; 9 páginas, 8 figuras).

Este artículo, como su título hace ya prever, es una documentada exposición de los últimos tipos de turbinas Brown Boveri, así como una somera información sobre el nuevo generador Brown Boveri Velox.

El autor enumera en forma razonada las ventajas que presentan los nuevos tipos de turbinas frente a las anteriores, así como las que el generador Velox ofrece en cuanto a consumos y dimensiones con vistas a su empleo en la Marina de Guerra.

Algunos datos numéricos, varios esquemas, fotografías y un diagrama con rendimientos comparados para empaletados de Acción y Reacción.