Ingeniería Naval

REVISTA TECNICA

ORGANO OFICIAL DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS NAVALES

FUNDADOR: **AUREO FERNANDEZ AVILA,** INGENIERO NAVAL

DIRECTOR: JUAN MANUEL TAMAYO ORELLANA, INGENIERO NAVAL

AÑO IX — MADRID, DICIEMBRE DE 1941 — NÚM. 78

Sumario

Páginas

Editorial 392
Stukas y bombarderos, por *Rafael Crespo Rodríguez*, Ingeniero Naval 393
El desarrollo cíclico del hormigón armado. ¿Azar o intuición?, por *Henry Lossier*. Traducción de la Revista "Le Génie Civil" por *Felipe Garre*, Ingeniero Naval 398

INFORMACION PROFESIONAL

Esfuerzos originados en planchas de los buques, sometidas a presión del agua, por *Carlos Preysler* 411
Visita oficial al Canal de Experiencias de El Pardo 420
La aplicación del gasógeno a la navegación 421
La construcción naval en los Estados Unidos 421
Comparación de escalas de durezas 421
Motores Diesel alimentados con gas de gasógenos y del alumbrado 421
Reducción de gastos de construcción en fabricaciones industriales 422
Dimensionamiento de las cámaras de combustión de las calderas 423
Decreto sobre inspección de buques mercantes 424
Labor desarrollada en el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo 425

INFORMACION GENERAL

Próxima instalación de nuevos astilleros 427
Una botadura original 427
Desguace de los transatlánticos "Argentina" y "Uruguay" 429
Construcción de buques para el extranjero 429
Turbinas de combustión interna 430
Posible habilitación del "Normandie" como porta-aviones 431
El trabajo naval en Guipúzcoa 431
Construcción de barcos costeros 432
Nuevo buque con gasógeno 432
Revista de Revistas 432

Redacción y Administración: Avenida de José Antonio, 31, piso A. núm. 16.—Apartado de Correos 457.—Teléfono 23885.

Suscripción: Un año para España y América, 40 pesetas. Demás países, 50 pesetas.

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

EDITORIAL

El día 17 del pasado mes de noviembre tuvo lugar la Junta General Ordinaria de la Asociación de Ingenieros Navales, de la cual nuestra Revista INGENIERIA NAVAL es órgano oficial, en el local de la Escuela Especial de Ingenieros Navales.

Toda la Junta General se desarrolló en el ambiente afectuoso de hermandad que siempre ha caracterizado las reuniones de nuestra Asociación.

En ella nuestro Director, don Carlos Godino, expresó la necesidad de una reorganización de nuestra Revista INGENIERIA NAVAL, a fin de que su confección tuviera la agilidad necesaria a una Revista como la nuestra, que ha de estar a la altura del nivel técnico de los compañeros que nos honran con su colaboración.

Sobre esta base, y a pesar del gran entusiasmo y de la notable capacidad de trabajo de don Carlos Godino, expuso éste que no le era posible prestar toda la atención que la Revista ha de necesitar, dadas sus muchas e importantes ocupaciones. Ya al hacerse cargo de la dirección de la Revista en el año 1940, hubo de ceder a las reiteradas súplicas de la Junta, pero a condición de ser eleado en plazo no muy lejano.

La labor desarollada por don Carlos Godino al frente de nuestra Revista INGENIERIA NAVAL, ha sido doblemente meritoria, por el interés y nivel técnico que ha conseguido dar a nuestra Revista, y además por haber obviado las dificultades inherentes a las circunstancias de la postuerra y anormalidades actuales.

Al dejar don Carlos Godino esta Redacción, además del voto de gracias otorgado por la Asociación, puede contar con el agradecimiento de INGENIERIA NAVAL y con el cariñoso recuerdo de todos los que en ella colaboramos.

La Junta General eligió por unanimidad para Director de la Revista INGENIERIA NAVAL al Excmo. Sr. General don Juan Manuel Tamayo Orellana.

Enumerar aquí las dotes que adornan al General Tamayo, de inteligencia, prestigio y capacidad, sería algo por nuestra parte como si quisiéramos descubrir nuevamente el Mediterráneo. De sobra son conocidas sus muchas y buenas cualidades, empleadas en sus ya largos años, en la profesión como Ingeniero Naval, al servicio de la Patria, que es como decir al servicio en vanguardia de la Patria.

Al dar la bienvenida a nuestro nuevo Director, la Redacción de INGENIERIA NAVAL se congratula de servir a las órdenes del Excmo. Sr. don Juan Manuel Tamayo Orellana, y espera que su experta mano conduzca a la Revista al esplendor que siempre para ella hemos deseado.

Además, la Junta General de la Asociación de Ingenieros Navales trató de diversos asuntos de trámite, anunciados en el Orden del Día, que podrán ser conocidos por todos los asociados por la copia del acta que se les enviará por la Secretaría de la Asociación.

STUKAS Y BOMBARDEROS

Por RAFAEL CRESPO RODRÍGUEZ, Ingeniero Naval

La observación de numerosos bombardeos aéreos durante nuestra guerra y la comprobación de sus efectos, regulares las más de las veces, pero desconcertantes en otras ocasiones, me indujo, después de la liberación, a hacer un estudio somero sobre la trayectoria de las bombas lanzadas desde los aviones.

La iniciación de la actual contienda, con la parte preponderante que en ella juega el arma aérea, y sobre todo, la eficaz acción de los Stukas, me han hecho volver a coger las cuartillas, precedentemente archivadas, y completarlas con un análisis del bombardeo en picado.

Antes de seguir adelante, advierto al que me leyere que no trato de sentar afirmaciones categóricas, tanto porque el asunto no cae de lleno en mi especialidad, cuanto que, por esta misma razón, carezco de la información fidedigna imprescindible para ello. Este artículo no es sino pura eutrapelia.

Bombardeo en vuelo horizontal.—Para plantear las ecuaciones del movimiento, hemos de hacer forzosamente varias hipótesis simplificativas. En primer lugar, que las características del aire (densidad, temperatura) se mantienen sin variación sensible a cualquier altura. Esto equivale a decir que los coeficientes de resistencia aerodinámica son constantes, lo cual no es rigurosamente cierto, tanto por la anterior causa, cuanto por la variación de la velocidad de caída.

Aunque la manera más lógica de analizar el movimiento sería planteando sus ecuaciones intrínsecas, lo haremos, para mayor facilidad, por medio de las de proyección, haciendo una segunda hipótesis: que la bomba se mantiene en posición vertical durante toda su caída. En la realidad esto no es cierto, ya que la bomba tiende a colocarse en posición de tangencia con la trayectoria; pero lo mismo en el caso en que vayan estibadas en el avión en posición horizontal, como si van en posición vertical, a los pocos segundos de iniciada la trayectoria, su posición es lo bastante cercana a la supuesta para que no pierdan virtualidad las consecuencias derivadas de esta hipótesis.

Tomemos como ejes coordenados la trayectoria del avión y la vertical que pasa por el centro de gravedad de la bomba en el momento del disparo (fig. 1.ª).

Admitiendo que la resistencia del aire es pro-

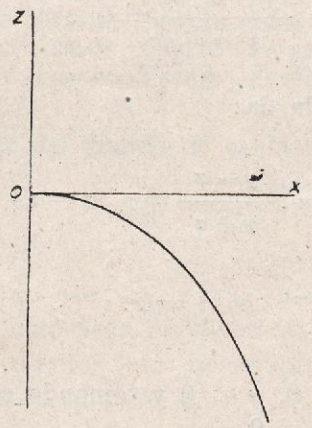


Fig. 1

porcional a la superficie y al cuadrado de la velocidad, podremos escribir:

$$m \frac{d^2z}{dt^2} = - mg + k_1 S_1 \left(\frac{dz}{dt} \right)^2$$

$$m \frac{dx}{dt} = - k_2 S_2 \left(\frac{dx}{dt} \right)^2$$

en cuyas fórmulas k_1 y k_2 son los coeficientes de resistencia del aire y S_1 y S_2 las secciones recta y meridiana del proyectil, incluída en esta

última la superficie proyectada del estabilizador. Hagamos

$$\frac{dx}{dt} = v \qquad \frac{dz}{dt} = y \qquad \frac{k_1 S_1}{m} = p \qquad \frac{k_2 S_2}{m} = q$$

Las ecuaciones del movimiento se escriben ahora:

$$\frac{dy}{dt} = py^2 - g$$

$$\frac{dv}{dt} = -qv^2$$

Integremos la primera:

$$\frac{dy}{py^2 - g} = dt$$

Haciendo

$$\sqrt{\frac{g}{p}} = a$$

$$\frac{dy}{y^2 - a^2} = p \cdot dt$$

que integrada da:

$$\frac{1}{2a} \ln \cdot \frac{y - a}{y + a} = p \cdot (t - t_o) + C$$

$$\frac{y - a}{y + a} = e^{2ap(t - t_0) + c} = C \cdot e^{2ap(t - t_0)} \qquad [1]$$

Para $t = 0$, $y = 0$ y tomando como origen de tiempo $t_o = 0$

$$\frac{-a}{a} = -1 = C \quad \text{y entonces,} \quad \frac{y - a}{y + a} = -e^{2apt}$$

y en forma explícita

$$y = a \cdot \frac{1 - e^{2apt}}{1 + e^{2apt}} \qquad [1']$$

que es la expresión de la componente vertical de la velocidad.

La curva representativa de esta función uniforme y creciente en valor absoluto, tiene una asíntota vertical.

Velocidad límite.—Para $t = \infty$ el verdadero valor de y, es

$$\lim. y = -a \quad \text{o bien} \quad \frac{dz}{dt} = -\sqrt{\frac{g}{p}} = -\sqrt{\frac{mg}{k_1 S_1}}$$

Este resultado puede escribirse $k_1 S_1 v^2 = -mg$, es decir, que la velocidad límite se alcanza cuando la fuerza retardadora debida a la resistencia del aire equilibra a la motora debida a la gravedad.

Volvamos a la ecuación

$$dz = a \cdot \frac{1 - e^{2apt}}{1 + e^{2apt}} dt,$$

en la que haciendo el cambio de variable $1 + e^{2apt} = w$, se obtiene después de integrar,

$$z = \frac{1}{2p} \ln. \frac{C \cdot e^{2apt}}{(1 + e^{2apt})^2}$$

para

$$t = 0 \,,\, z = 0 \,,\, \frac{1}{2p} \ln. \frac{C}{4} = 0 \text{ y } C = 4.$$

$$z = \frac{1}{2p} \ln. \frac{C \cdot e^{2apt}}{(1 + e^{2apt})^2} \qquad [2]$$

Integremos la segunda ecuación

$$\frac{dv}{dt} = -qv^2 \qquad -\frac{dv}{v^2} = q \cdot dt \qquad \frac{1}{v} + C = qt$$

Para $t = 0$, $v = v_o$ y de aquí

$$C = -\frac{1}{v_o};$$

y sustituyendo tendremos,

$$v = \frac{v_o}{1 + v_o qt}; \qquad \frac{dx}{dt} = \frac{v_o}{1 + v_o qt};$$

e integrando

$$x = \frac{1}{q} \ln. C (1 + v_o q t)$$

para $t = 0$, $x = 0$ y $C = 1$, y sustituyendo

$$x = \frac{1}{q} \ln. (1 + v_o\, qt) \qquad [3]$$

Aplicaciones numéricas.—Movimiento vertical descendente.

Supongamos una bomba de aviación cuyo diámetro sea 25 cm., longitud incluído el estabilizador 1,00 m., y peso aproximado 135 kgs.; admitiendo para el coeficiente de resistencia aerodinámica de un cilindro perfilado que se mueve según su eje, el valor 0,03 kg/m² : m/s, tendremos:

$$k_1 = 0{,}03 \qquad S_1 = 0{,}05 \text{ m}^2 \qquad mg = 135 \text{ kgs.}$$

$$p = \frac{k_1 S_1}{m} = \frac{0{,}003 \times 0{,}05 \times 9{,}81}{135} = 0{,}000109$$

el valor de la velocidad límite será:

$$a = \sqrt{\frac{g}{p}} = \sqrt{\frac{9{,}81 \times 135}{0{,}03 \times 0{,}05 \times 9{,}81}} = 300 \text{ m/s.}$$

$$2ap = 2 \times 300 \times 0{,}000109 = 0{,}0654$$

Los valores de z obtenidos, haciendo calculable por logaritmos vulgares la ecuación del movimiento; es decir:

$$z = \frac{2{,}3026}{2p}\, lg \frac{4^{\,2apt}}{(1 + e^{2apt})^2} = 10.562 \log. \frac{4e^{2apt}}{(1 + e^{2apt})^2}$$

son los que figuran en el cuadro número 1.

Movimiento de traslación horizontal a diversas velocidades.—Supondremos un valor de 0,04 kg/m² : m/s para coeficiente de resistencia de la bomba moviéndose transversalmente, tendremos:

x en metros.	Velocidades en mts/seg.
Fuerzas en kgs.	$k_2 = 0{,}04$ kgs. seg/m³.
Masas, en kgs-masa.	$S_2 = 0{,}25$ m².

$$q = \frac{0{,}04 \times 0{,}25}{\frac{135}{9{,}81}} = 0{,}000725 \;,, \; \frac{1}{q} = 1.374$$

Para velocidades de traslación de 360, 300, 250 y 200 km/hora, la ecuación del movimiento expresada en logaritmos vulgares tiene las formas siguientes:

Para $V = 360$ kms/h. $= 100$ m/s $\quad v_o g = 0{,}0725$
$x = 1.374 \ln. (1 + 0{,}0725\, t) =$
$= 3.163{,}6 \log. (1 + 0{,}0725 \,.\, t)$

Para $V = 300$ kms/h. $= 83{,}33$ m/s $\quad v_o g = 0{,}060622$
$x = 3.163{,}6 \log. (1 + 0{,}0606 \,.\, t)$

Para $V = 250$ kms/h. $= 69{,}5$ m/s $\quad v_o g = 0{,}050511$
$x = 3.163{,}6 \log. (1 + 0{,}0505 \,.\, t)$

Para $V = 200$ kms/h. $= 55{,}55$ m/s $\quad v_o g = 0{,}040412$
$x = 3.163{,}6 \log. (1 + 0{,}0404 \,.\, t)$

y dando valores a t, se obtienen para x en los diversos casos los valores que figuran en el cuadro número 1.

CUADRO NUMERO 1

t	Z	X_{360}	X_{300}	X_{250}	X_{200}
5	122,06	424,99	363,64	309,33	252,79
10	481,93	749,11	650,90	516,65	466,21
15	1.061,94	1.011,17	888,36	774,75	650,90
20	1.836,27	1.231,17	1.090,76	959,19	813,67
25	2.774,83	1.420,75	1.267,14	1.121,78	959,19
30	3.847,43	1.587,32	1.423,43	1.267,14	1.090,76
35	5.026,52	1.735,86	1.563,75	1.398,59	1.210,83
40	6.287,95	1.869,89	1.691,05	1.518,55	1.321,24
45	7.611,78	1.992,01	1.807,55	1.628,87	1.423,43

La tangente del ángulo de caída es:

$$\frac{dz}{dx} = \text{tg. } \theta = \frac{a : (1 - e^{2apt})\,(1 + v_o\, gt)}{v_o \,.\, (1 + e^{2apt})}$$

y hecho el cálculo para los diversos casos considerados, obtenemos los valores que se incluyen en el cuadro número 2.

CUADRO NUMERO 2

t	$V = 360$ θ	$V = 300$ θ	$V = 250$ θ	$V = 200$ θ
5	33° 11′	37° 11′	41° 11′	46° 34′
10	58° 32′	61′ 20°	63° 57′	67° 21′
15	70° 39′	72° 15′	73° 50′	75° 46′
20	76° 40′	77° 39′	78° 39′	79° 52′
25	80° 1′	80° 20′	81° 21′	82° 13′
30	82° 4′	82° 32′	83° 2′	83° 39′
35	83° 25′	83° 26′	84° 8′	84° 36′
40	84° 21′	84° 36′	84° 55′	85° 19′
45	85° 2′	85° 27′	85° 30′	85° 51′

Tiro en el vacío.—Como contraste con los valores obtenidos anteriormente, consignaremos

los que se obtendrían en el vacío, cuadro número 3, para una velocidad del bombardero, $V = 360$ km/hora.

CUADRO NUMERO 3

t	x	z	θ
5″	500	122,62	26° 07′ 40″
10″	1.000	490,50	44° 26′ 50″
15″	1.500	1.103,60	55° 47′ 50″
20″	2.000	1.962,00	62° 59′ 20″
25″	2.500	3.065,60	67° 48′ 50″
30″	3.000	4.414,50	71° 13′ 50″
35″	3.500	6.008,60	73° 45′ 30″
40″	4.000	7.848,00	75° 42′ 00″

Con estos valores y los del cuadro número 1 se han dibujado las trayectorias en la figura 2.

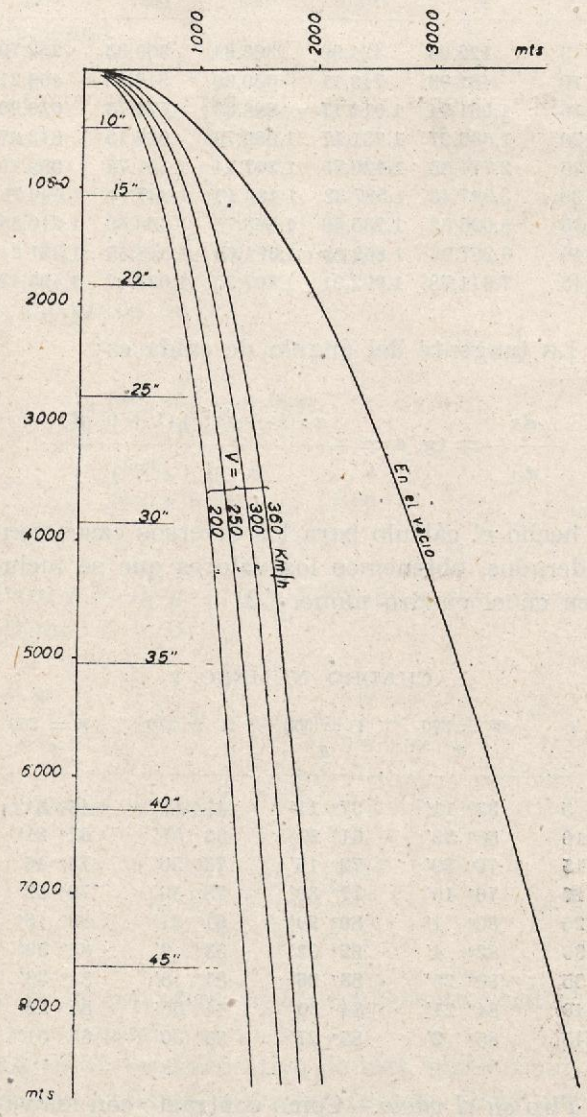


Fig. 2

Bombardeo en picado.—Las ecuaciones del movimiento son las mismas, variando únicamente las condiciones iniciales.

Al calcular las constantes arbitrarias de la ecuación [1] haremos para $t = 0$; $y = V_y$, obteniéndose

$$\frac{V_y - a}{V_y + a} = C$$

y la ecuación se transforma en la siguiente:

$$\frac{y - a}{y + a} = \frac{V_y - a}{V_y + a} e^{2apt};$$

despejando y representando por $-A$ la constante, tendremos:

$$y = a \frac{1 - A e^{2apt}}{1 + A e^{2apt}}$$

ecuación que dá $y = Vy$ para $t = 0$ e idéntica a la [1] para $A = 1$.

Esta ecuación, nuevamente integrada, da la solución general

$$z = \frac{1}{2p} \ln. \frac{(1 + A)^2 e^{2apt}}{(1 + A e^{2apt})^2}$$

La ecuación del movimiento sobre el eje de las x es la misma hallada anteriormente; sólo varía en ella el valor de V_o que en vez de ser de traslación del avión es la proyección de ésta sobre el eje Ox en el momento del disparo.

Ejemplo numérico.—Como es sabido, el avión de bombardeo en picado va provisto de aletas-frenos para limitar la velocidad de caída, ya que, de otro modo, ésta alcanzaría tal valor que el organismo sería incapaz de resistir los esfuerzos a que dan lugar las fuerzas de inercia en el momento del encabritado. Y esta velocidad no ha de diferir mucho de la máxima de vuelo horizontal de los actuales aviones, ya harto elevada. La razón de esta suposición es obvia. El piloto que soporte ésta puede soportar aquélla, mientras que si fuese mucho más elevada, sólo hombres excepcionalmente dotados fisiológicamente podrían acometer estas empresas; y aunque el personal de esta clase sea seleccionado cuidadosamente, esta segunda selección no puede ser tan rigurosa que su resultado fuese la obtención de un corto número de arquetipos. Por otra parte, la maniobra de encabritado, de

suyo precisa en espacio y tiempo, sería más difícil con mayor velocidad. Y discúlpeme el lector esta disgresión, que tiene el doble objeto de justificar la suposición de que la velocidad de picado del avión no rebasa los 500 kms/hora y de que a esta velocidad el piloto que hace una evolución violenta en combate saca su aparato de igual manera de la zambullida sin necesidad de mecanismos automáticos activados por células fotoeléctricas.

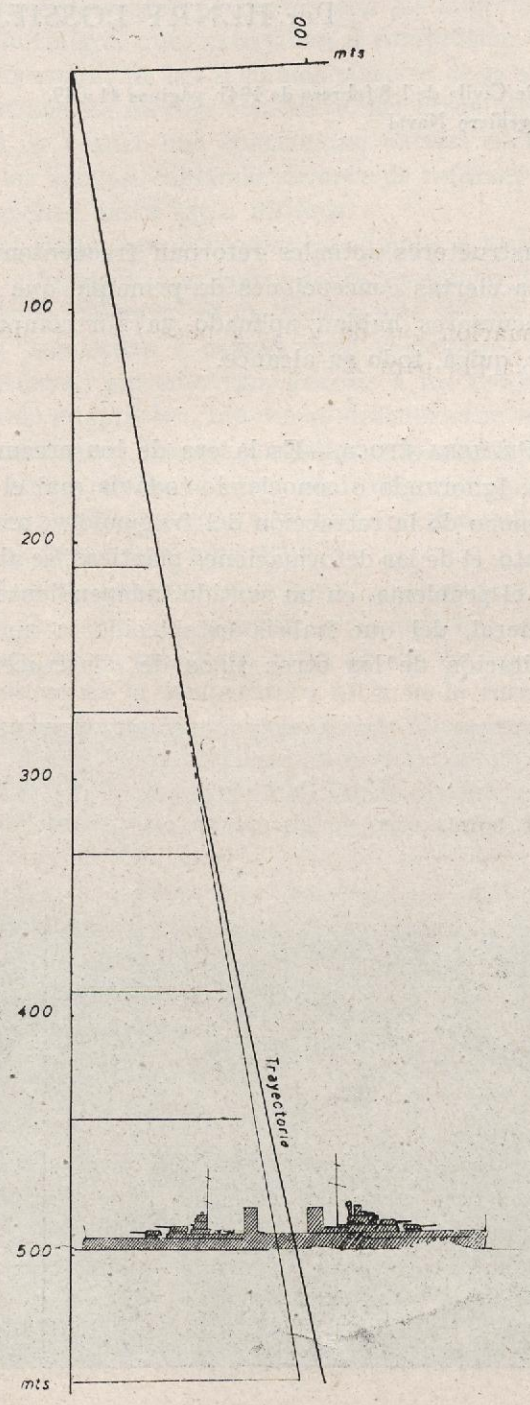


Fig. 3

Estudiemos, pues, la trayectoria de una bomba lanzada por un aparato que pica a 500 kilómetros-hora con un ángulo de 80° sobre la horizontal

$$V = 139 \text{ m/s.}$$
$$Vx = v \cos 80° = 24.2 \text{ m/s.}$$
$$Vy = v \text{ sen } 80° = 137 \text{ m/s.}$$

$$A = \frac{137 - 300}{137 + 300} = \frac{163}{437} = 0.373$$

$$(1 + A)^2 = 1.89$$

Las ecuaciones del movimiento, preparadas para el cálculo por logaritmos vulgares, son:

$$Z = 10562 \log \frac{1.89\, e^{2apt}}{(1 + 0.373 e^{2apt})^2}$$

$$x = 3163{,}6 \log \ (1 + V_x qt)$$

Sus valores, calculados para variaciones del tiempo de medio en medio segundo, figuran en el cuadro número 4 y están representados en la figura 3.

CUADRO NUMERO 4

t	$Z \frac{80°}{500}$	$X \frac{80°}{500}$	Z sen 10°	$X - Z$ sen 10°
1,0	145,02	23,97	25,18	— 1.21
1,5	208,35	35,80	36,18	— 0,38
2,0	269,35	47,53	46,87	+ 0.66
2,5	329,57	59,16	57,23	+ 1.93
3,0	387,30	70,69	67,25	+ 3.44
3,5	442,48	82,13	76,83	+ 6.30
4,0	495,53	93,47	86,05	+ 7.42
4,5	546,65	104,72	94,92	+ 9,80

Igualmente se incluyen en las dos últimas columnas los valores de la subtangente en el origen para las diversas alturas de disparo. Las diferencias entre éstos y las abcisas del punto del impacto, dan los desvíos entre la línea de puntería y la trayectoria a diversas alturas. La consideración de estos últimos valores explica, sin más comentarios, la eficacia del bombardeo en picado. Aunque los cálculos están hechos para un ángulo de picado de 80°, los resultados difieren numéricamente muy poco al variar dichos ángulos. La poca importancia del desvío se comprueba por la observación de la figura 3, en la cual se ha dibujado a escala la silueta de un crucero ligero.

El desarrollo cíclico del hormigón armado. ¿Azar o intuición?

Por HENRY LOSSIER

(Traducción de un artículo publicado en la Revista «Le Génie Civil» de 1-8 febrero de 1941, páginas 41 a 49, por FELIPE GARRE, Ingeniero Naval

Si se examina a la luz de nuestros conocimientos actuales, el desarrollo del hormigón armado, desde su aparición hasta nuestros días, se comprueba que comprende cuatro estados distintos, caracterizados por los métodos de construcción empleados en cada uno de ellos. Los períodos correspondientes a estos estados sucesivos varían mucho, según los constructores, de manera que no es posible asignarles límites netamente definidos en el tiempo.

Sin embargo, el estudio de las características de estas épocas evidencia, en conjunto, una evolución cíclica del hormigón armado, ya que los constructores actuales retornan frecuentemente a ciertas concepciones de principio que sus precursores habían aplicado ya sin comprender, quizá, todo su alcance.

PRIMERA ÉPOCA.—Es la era de los precursores. Ignorando o conociendo todavía mal el fenómeno de la retracción del fraguado y, por lo tanto, el de las deformaciones plásticas, se abordó el problema, en un sentido independiente en general, del que habría establecido la simple imitación de los otros tipos de construcción.

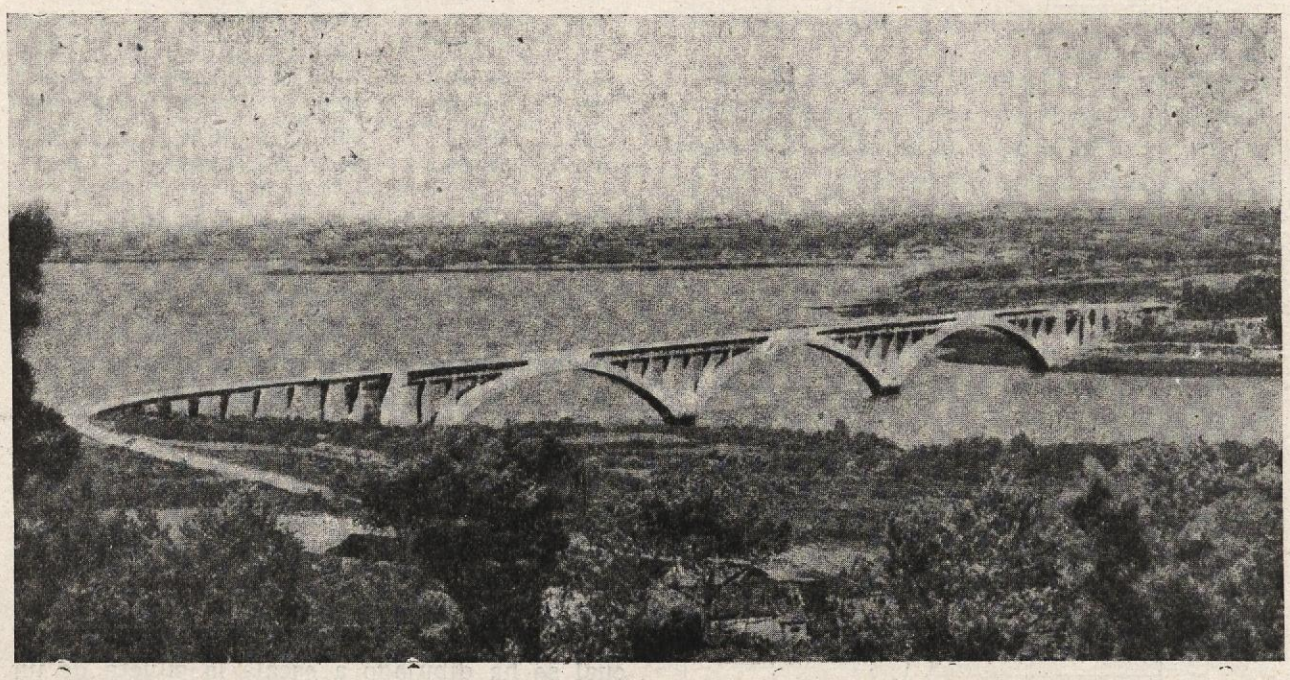


Fig. 1

Piezas comprimidas.—Para las piezas comprimidas se admitía, generalmente, que el hormigón trabajaba a 25 kg/cm² y las armaduras a 12 kg/mm², lo que correspondía a un coeficiente de equivalencia igual a 48, o sea, cerca del triple o del quíntuplo de los valores m = 15 o m = 10, que fueron generalmente prescritos por los Reglamentos posteriores.

Vigas de tramos múltiples.—Para las vigas de tramos múltiples de piso superior, se buscó la proporcionalidad en mayor o menor grado de los momentos de flexión con las superficies de hormigón que trabajaban a compresión, sin preocuparse de las fórmulas clásicas de la viga continua de sección constante. En otros términos, se realizó una continuidad parcial encima de los apoyos, cuidando siempre de reforzar las secciones entre estos últimos.

Sin duda, este procedimiento tendía a favorecer la formación de fisuras sobre los apoyos, acelerando, además, el envejecimiento de las vigas, sometidas a cargas muy variables o vibraciones; sin embargo, gracias a los fenómenos de adaptación, que no se descubrieron hasta más tarde, los graves peligros que hubieron de denunciar los técnicos de la segunda época, no se manifestaron, o si lo hicieron, fué, en general, de manera muy débil.

Puentes en arco.—Aun para los arcos muy rebajados, que no poseían articulaciones casi nunca, no se estudiaba ni la acción de las variaciones de la temperatura ni la de la retracción del fraguado. El puente del "Risorgimento" (fig. 2) sobre el Tíber, en Roma, construído en 1910-11 y que mide 100 metros de luz y 10 metros de flecha, representa un cáso típico desde este punto de vista. A pesar de haber sido objeto de severas críticas por parte de los técnicos del segundo período, quienes llegaron a predecir su próxima ruina, esta excelente obra está aún en servicio, debido, como veremos más adelante, al efecto de fluencia del hormigón, que ignoraron siempre sus constructores.

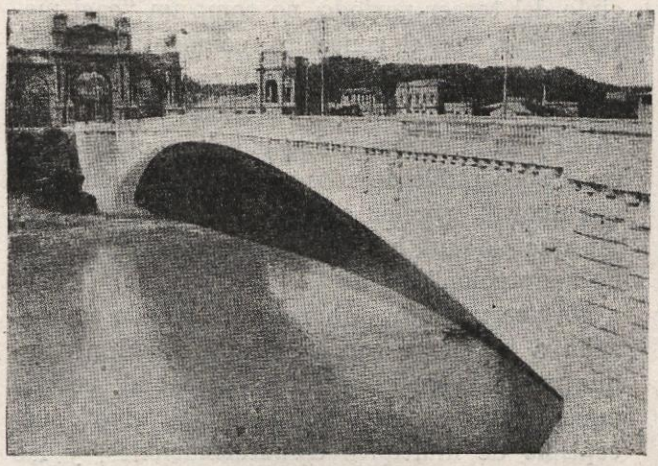


Fig. 2

En fin, para el cálculo de las piezas sometidas a flexión, el método empírico, entonces el más extendido, admitía, no solamente que los esfuerzos moleculares eran constantes en toda la altura de la zona comprimida del hormigón, sino que, además, las dos fuerzas componentes del par de flexión, tracción, una, y compresión, la otra, podían ser desiguales en valor absoluto, lo que constituye una herejía desde el punto de vista de la resistencia de materiales.

Características del primer período.—En éste, la inobservancia deliberada de los principios clásicos, más respetados en los otros sistemas de construcción, parece, a primera vista que hubiera debido producir graves perjuicios. Ahora bien, aparte de una tendencia más acentuada a la fisuración y de un margen de seguridad quizá menos homogéneo, no sucedió nada desagradable en conjunto.

Durante esta primera época, que vió a la vez la creación y la iniciación del auge del hormigón armado, los constructores, ¿se beneficiaron, por un dichoso azar, de las propiedades de adaptación que les eran totalmente desconocidas? ¿Fueron, por el contrario, iluminados por una intuición que no es del todo inverosímil? La incógnita queda en pie.

Segundo período.—Es el de la intervención de los técnicos clásicos en el hormigón armado. Período de gran progreso para los espíritus intuitivos y comprensivos, como Considère, Rabut, Mesnager y otros muchos, pero igualmente período de exageración y de estacionamiento para los que identificaron en sus concepciones una teoría muy imperfecta respecto a la realidad. Se comenzaba a conocer, sin explicarlo desde luego, el fenómeno de la retracción y, por el contrario, se ignoraba la acción de las deformaciones plásticas y los efectos de adaptación.

La mayor parte de los ensayos efectuados para determinar las características del hormigón, lo eran en el laboratorio, bajo cargas instantáneas o de corta duración, que no permi-

tían darse cuenta de la acción preponderante del tiempo. Además, se consideraba el hormigón como un material en el cual la resistencia, el coeficiente de elasticidad y la retracción, aumentaban con el tiempo, sobre todo durante el primer año, y después se estabilizaban, cualquiera que fuese la duración de las cargas. De este modo se determinaron el coeficiente de equivalencia *m*, la regla de la conservación de las secciones planas, etc.

Vigas de tramos múltiples.—Para éstas, se aplicaban íntegramente las fórmulas de las vigas de momento de inercia constante apoyada libremente sobre soportes fijos, condenando resueltamente las vigas de continuidad parcial, que el porvenir había de justificar, sin embargo, dentro de ciertos límites.

Puentes en arco.—Para los puentes en arco, la consideración preponderante fué la de la retracción de fraguado y de una posible separación de los estribos. Sin otra prueba que los resultados de las pocas obras entonces conocidas, se establecía, en principio, que estas acciones se sumaban simplemente a la de una disminución de la temperatura, mientras que el coeficiente de elasticidad del hormigón armado aumentaba con su resistencia, es decir, con el tiempo, cualquiera que fuese la duración de las cargas a que se le hubiese sometido.

Con estas hipótesis apriorísticas, los arcos hiperestáticos de los primeros constructores, parecían claramente contraindicados para las obras muy rebajadas o para aquellas en que los apoyos no poseyesen una invariabilidad prácticamente absoluta. Además, se intentaba dar a estos arcos, cuando se adoptaban, la mayor flexibilidad posible, sin sospechar que el riesgo de pandeo, aumentaba durante los primeros meses, a consecuencia de la fluencia del hormigón comprimido.

También el empleo frecuentísimo de los arcos isostáticos de tres articulaciones definitivas, que se preconizaban para reducir o suprimir los esfuerzos secundarios engendrados por las variaciones lineales (retracción, temperatura y movimientos de los apoyos) fué, muchas veces, un error del segundo período, aún más que un progreso en los principios definidos por las concepciones generales del primero.

En cuanto a los arcos hiperestáticos, se les refuerza a menudo inútilmente, por suponer esfuerzos secundarios muy superiores a los que producían en la realidad, como veremos más adelante.

CARACTERÍSTICAS DEL SEGUNDO PERÍODO.—A los métodos empíricos del primer período que, en cierta forma, tenían en cuenta implícitamente la acción de las deformaciones plásticas, sucedieron, en el segundo, concepciones rígidas fundadas en teorías que agrandaban, a menudo, los errores y las insuficiencias de nuestros conocimientos del momento.

TERCER PERÍODO.—Las primeras observaciones relativas a las deformaciones plásticas del hormigón sometido a esfuerzos de larga duración, atribuyeron este fenómeno a la retracción de fraguado. En 1924, precisamente, señalé el aumento del alargamiento de los tensores de las cubiertas abovedadas de los cobertizos de aviación y de los puentes parabólicos en función del tiempo. Por otra parte, las investigaciones de Freyssinet (1926), Faber (1927), Davis y Glanville (1928-29), demostraron que las deformaciones son siempre más notables para el hormigón sometido a una compresión duradera que para los elementos sin carga.

Freyssinet propuso una teoría muy seductora, que se parece, en ciertos puntos, a la explicación dada, ya en 1890, por Le Chatelier al fenómeno de la contracción de las pastas plásticas y las arcillas. Si la comprobación de la exactitud de esta teoría no se puede realizar prácticamente por la observación directa, al menos conviene destacar que las conclusiones a que conduce, parecen concordar con la mayoría de los resultados experimentales actualmente conocidos.

El hormigón armado era considerado al principio del tercer período, no como un "casi metal", sino, por el contrario, como un material cuyas características variaban notablemente en función del ambiente, del número, de la intensidad y de la duración de sus solicitaciones. Parecía susceptible de adaptarse a unas condiciones nuevas, gracias a las propiedades complejas que Caquot ha designado por "fenómenos de adaptación".

En una palabra, el hormigón armado comenzaba a revelarse con su personalidad propia, que no es la de ningún otro material, porque aquél es prácticamente un material "vivo", susceptible de múltiples transformaciones, y las propiedades que habían salvado a los primeros

constructores de las consecuencias de ciertos errores aparentes, iban a permitir establecer doctrinas mejor adaptadas a su verdadera naturaleza.

Fluencia.—Entre sus propiedades se encuentra, en primer término, la "fluencia del hormigón o deformación lenta bajo la acción de una compresión de larga duración", cuya acción se añade a las deformaciones anteriormente conocidas, que son:

— Deformaciones elásticas o plásticas producidas por las cargas accidentales o de corta duración.
— Retracción de fraguado del hormigón.
— Variaciones de la temperatura.
— Ambiente (humedad, inmersión, etc.).
— Histéresis.

Las características de la fluencia, que es un fenómeno muy complejo imperfectamente reversible, se conocen a grandes rasgos. Su in-

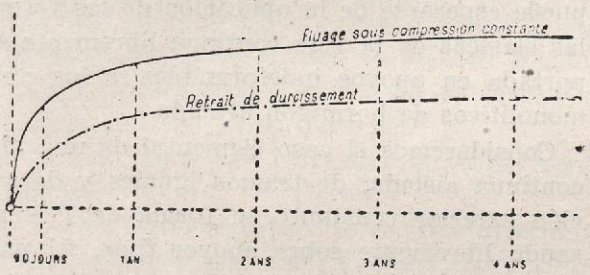


Fig. 3

tensidad, como la de la retracción, aumenta durante muchos años de modo decreciente (fig. 3) y puede alcanzar, en ciertos casos, más del triple de las deformaciones elásticas; disminuye cuando se aumenta la dosificación del cemento, con la edad del hormigón en el momento de su puesta en carga, la humedad del aire ambiente, el porcentaje de las armaduras y para determinadas clases de áridos.

Si se desea reducir la acción de la fluencia al mínimo, lo que debe tenerse en cuenta cuando se trate de obras expuestas a pandeo o en aquéllas en que las deformaciones puedan producir esfuerzos secundarios desfavorables, conviene evitar las dosificaciones pobres y los descimbramientos prematuros, manteniendo siempre el hormigón húmedo durante las primeras semanas de su endurecimiento.

Por otr aparte, y hasta tanto como es posible asegurarlo por las observaciones actualmente conocidas, se puede admitir que la intensidad de la fluencia es, en un medio constante, casi proporcional a las cargas de larga duración. En otros términos, parece que se puede aplicar al cálculo de las construcciones, sin temor a un error excesivo, la ley de Hooke y el principio de la superposición de esfuerzos, a reserva, naturalmente, de las comprobaciones que pueden aportar los resultados de los futuros experimentos.

El cálculo de la acción de la fluencia se encuentra, en estas condiciones, reducido al de las deformaciones elásticas, sustituyendo al coeficiente de elasticidad constante de estas últimas un "coeficiente variable en función del tiempo".

Si, como algunos temieron, la fluencia fuese análoga a la retracción, su acción sería claramente desfavorable en la mayoría de los casos, pero un estudio más cuidado demuestra que, por el contrario, constituye frecuentemente un elemento que facilita los fenómenos de adaptación y reduce la importancia de ciertas acciones desfavorables estimadas con exceso en el segundo período.

Examinaremos sumariamente los casos de los postes, las vigas continuas, los arcos isostáticos e hiperestáticos.

Postes.—Al principio de su puesta en carga, funcionan sensiblemente como se establece en la teoría corriente, a pesar de las zonas de especial reparto de esfuerzos moleculares en la vecindad de las barras, descubiertas por las experiencias del señor Dumas.

Después aparece la retracción, gracias a la cual el hormigón se sustrae parcialmente a su colaboración con las armaduras, cuya participación aumenta en consecuencia. Al mismo tiempo, las deformaciones plásticas, liberan igualmente al hormigón de una parte de sus cargas moleculares, en detrimento del metal.

Cuando, con el tiempo, la retracción y la fluencia han efectuado la mayor parte de su labor, la parte de carga equilibrada por el acero, es francamente mayor que al principio, justificando así, cuando menos, las concepciones de ciertos empiristas de la primera época.

Esto nos hace pensar en un caso teórico, en el cual las armaduras soportasen al final la totalidad de la carga, lo que correspondería a un valor infinito del coeficiente de equivalencia m.

Parece, sin embargo, que este caso límite no llegaría a producirse más que con una proporción de acero superior al 4 por 100, cuantía que muy rara vez se alcanza en las piezas comprimidas.

Por otra parte, resulta que, aún con cargas de trabajo iniciales del hormigón próximas a los límites más elevados que autorizan nuestros Reglamentos, la compresión real de las armaduras, teniendo en cuenta la acción de la retracción y la de la fluencia, raramente suele exceder de 14 a 16 kg/mm², cifra que queda bastante por bajo del límite elástico del acero dulce utilizado en las construcciones. Con aceros semiduros la carga de trabajo del metal no excederá, por lo tanto, de la mitad de su límite de elasticidad.

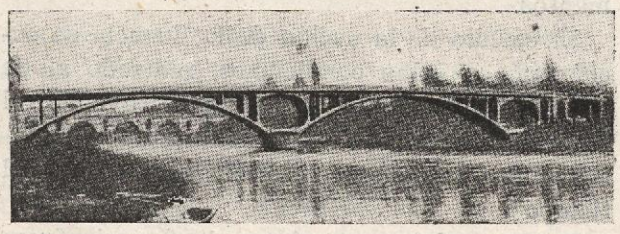


Fig. 4

Esta última consideración no tiene, por otra parte, sino un interés relativo desde el punto de vista de la seguridad, puesto que el acero, si alcanzase este límite, se volvería plástico y daría automáticamente lugar a una mayor apelación a la resistencia propia del hormigón.

En cuanto a la reducción final de la intensidad de la retracción y de la fluencia por la presencia de las armaduras, variará "teóricamente" para las obras corientes sometidas a las cargas normales reglamentarias, alrededor del 5 al 30 por 100, para cuantías respectivamente, de 0,5 por 100 a 2 por 100, cifras que aún deben ser comprobadas experimentalmente. Para las columnas zunchadas, el caso es más complejo y no parece poder estudiarse útilmente más que por vía experimental.

En resumen, el reparto de los esfuerzos entre el hormigón y las armaduras, del elemento muy simple que constituye un poste, varía con múltiples factores y, especialmente, con el tiempo. Este hecho subraya el limitado interés práctico que presentan ciertas discusiones fundadas sobre concepciones demasiado académicas.

Los resultados de experiencias continuados hasta la rotura, en elementos de edades diferentes mantenidos en carga, serán los únicos que nos den referencias realmente útiles acerca del margen de seguridad en los elementos comprimidos, en función del tiempo.

Vigas de tramos múltiples.—Dejaremos a un lado el caso demasiado complejo de las vigas de pisos y de tableros de puentes, cuyo equilibrio elástico depende de los múltiples elementos con los que son solidarias (forjados, viguetas, columnas, etc.).

Las vigas son, de hecho, asimilables a piezas prismáticas continuas de momento de inercia variable (armaduras), empotradas en las viguetas, deformables tanto en sentido vertical como a la torsión, que a su vez son solidarias al forjado. Las deformaciones de estos apoyos varían, evidentemente, de una viga a otra, en función de su distancia a los muros o a las columnas que soportan las viguetas. Estas simples observaciones, acusan la escasa precisión que puede esperarse de la aplicación de las fórmulas clásicas de la viga continua libremente soportada en apoyos indeformables, a los pisos monolíticos de hormigón armado.

Consideremos el caso elemental de una viga continua aislada, de tramos iguales y de sección exterior constante en forma de *T*, reposando libremente sobre apoyos fijos. Al principio de su puesta en carga y despreciando la acción de las deformaciones plásticas instantáneas del hormigón tendido y comprimido, esta viga funcionará casi elásticamente, como un prisma de momento de inercia constante. Después, intervendrá la fluencia, bajo la acción de las cargas permanentes o de larga duración.

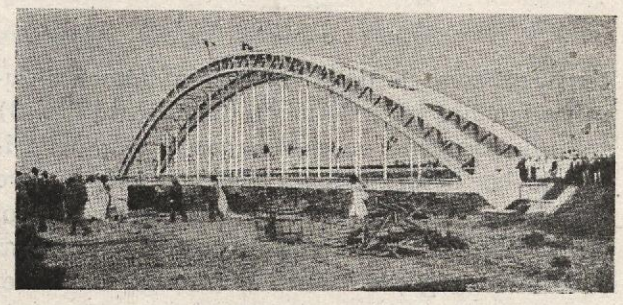
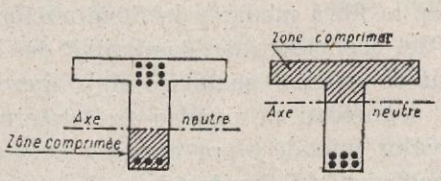


Fig. 5

Las secciones situadas sobre los apoyos, que sufren los momentos flectores más elevados y en

las cuales la zona comprimida está reducida a la parte inferior de la estrecha nervadura, más o menos fuertemente armada (fig. 6), sufrirán, en general, esfuerzos de compresión y, por consiguiente, deformaciones plásticas de fluencia



Figs. 6 - 7

más intensas que las secciones del centro del tramo, que utilizan la resistencia a la compresión de un mayor ancho de forjado. Se producirá, poco a poco, por el aumento de la deformación de las secciones sobre apoyos, un desplazamiento de los esfuerzos en beneficio de éstos y en detrimento de las zonas centrales de las traviesas.

Esta viga, reducida de esta manera a una continuidad parcial bajo su carga permanente, funcionará, por el contrario, de manera sensiblemente elástica bajo la acción de las cargas instantáneas o de corta duración.

¿Cómo debe ser calculada en estas condiciones?

De un modo riguroso convendría determinar las armaduras para los esfuerzos máximos que cada sección pueda sufrir, por una parte, en la fase inicial de funcionamiento sensiblemente elástico y también, en la fase mixta que sigue al fenómeno de la fluencia y en la cual debe intervenir, independientemente de la acción de los efectos dinámicos, una distinción entre la carga permanente y las cargas accidentales.

Se concibe, sin embargo, que sea posible disminuir esta exigencia.

La primera fase, en efecto, será prácticamente de corta duración, pues la mayor parte de la fluencia se producirá en el primer año de la puesta en carga.

La segunda fase, por el contrario, interesará la mayor parte de la existencia de la viga, y verá acentuarse la acción envejecedora de la repetición de las cargas accidentales.

Parece, pues, posible no exigir el respeto riguroso de las prescripciones reglamentarias más que para esta última fase, asegurándose, sin embargo, que durante la primera, no se producirán en ninguna parte esfuerzos susceptibles de provocar fisuras peligrosas para la conservación de las armaduras.

En muchos ejemplos estudiados, la acción de la fluencia parece reducir alrededor del 10 al 15 por 100 los momentos flectores permanentes sobre los apoyos y aumentar del 20 al 30 por 100 los del centro del tramo. También se puede disminuir la importancia de estas variaciones o desplazamientos de los esfuerzos, igualando la compresión del hormigón en las secciones extremas, sea por chaflanes horizontales o verticales, o por un refuerzo de las armaduras inferiores, situadas encima de los apoyos.

Por consiguiente, se puede demostrar análogamente que la fluencia disminuye sensiblemente las consecuencias de una desnivelación de los apoyos en una viga continua de hormigón armado de tramos múltiples, lo que reduce en ciertos casos el interés comparativo de los sistemas "cantileever".

Importa, también, no perder de vista que, muy frecuentemente, los asientos permanentes de los apoyos, se producen al principio de la puesta en carga, mientras que la acción de la fluencia no interviene con pleno efecto, hasta después de muchos años. Es prudente, en este caso, comprobar a la vez la fase inicial y la final del funcionamiento de la obra, en la forma expuesta más atrás.

Arcos de tres articulaciones.—La importancia excesiva que se atribuye durante el segundo período a la acción de la retracción y de los movimientos de los apoyos sobre los arcos hiperestáticos, fué una de las principales causas de la boga momentánea de los arcos de tres articulaciones. El estudio de la fluencia fué la causa de la destrucción o, por lo menos, de la atenuación de esta tendencia, aun para los arcos muy rebajados.

El arco isostático es, en efecto, el único, fue-

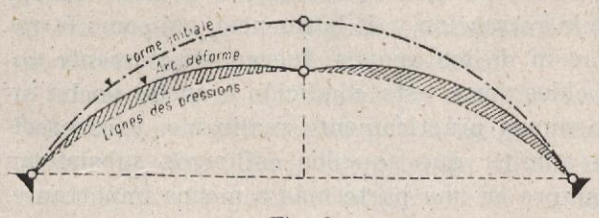


Fig. 8

ra del arco con una sola articulación en la clave, en el cual la fluencia ejerce por todos conceptos una acción desfavorable. Todo acorta-

miento del arco provoca un descenso de su clave (fig. 8) y, por consiguiente, un descentramiento de la línea de presiones, que produce

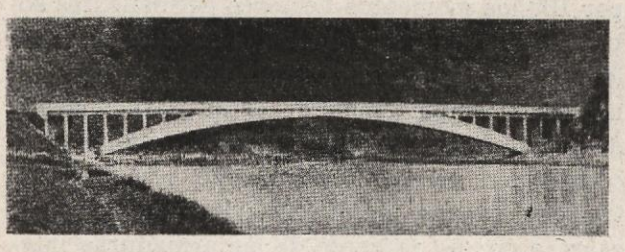


Fig. 9

momentos flectores negativos adicionales. A la acción de los acortamientos elásticos y plásticos del descimbramiento, se añade progresivamente las más importantes de la retracción y de la fluencia.

Ciertas bóvedas de tres articulaciones hoy existentes, acusan muy claramente, por la discontinuidad de su curva en la clave, la acción lenta de estos fenómenos. Si se examina, por ejemplo, un arco de tres articulaciones de uno de nuestros tipos corrientes, se comprueba que la acción de una fluencia media que provocase deformaciones elásticas unas tres veces mayores que las deformaciones plásticas, multiplicaría los momentos adicionales, calculados en la hipótesis de un hormigón simplemente elástico, por coeficientes del orden de:

6 para la carga permanente.

1,5 para la retracción.

2 para una separación de los estribos.

Estos coeficientes aumentarían rápidamente con la flexibilidad del arco y la intensidad de la fluencia.

La eliminación de los diversos esfuerzos adicionales por una deformación inicial del eje del arco, sería teóricamente posible si el coeficiente de elasticidad del hormigón, las intensidades de la retracción y de la fluencia, así como la variación de los apoyos, fueran exactamente conocidos; pero esta condición esencial no ha sido nunca prácticamente realizable, y es preciso admitir que aquellos esfuerzos subsistirán siempre en una parte más o menos importante. Además, como la retracción y la fluencia varían con el tiempo, la eliminación de los esfuerzos secundarios no sería completa hasta que llegue el momento de la estabilización de estos fenómenos.

Estas consideraciones deben hacer a los constructores más circunspectos en la adopción de arcos isostáticos, especialmente desde el punto de vista del pandeo, fenómeno que favorecen a la vez la triple articulación, las deformaciones lentas de la fibra media y la disminución en el tiempo del coeficiente de elasticidad del hormigón. Más de un arco isostático muy ligero, en el cual la seguridad al pandeo fué determinada con el valor inicial, y por consecuencia excesivo del coeficiente E, ha debido, quizá únicamente, su actual existencia, al hecho de que las sobrecargas previstas en los cálculos no son realizadas completamente en los grandes puentes, más que, a veces, el día de los ensayos.

Los constructores no deben dudar nunca en exagerar todo lo posible la rigidez de las bóvedas de triple articulación, haciéndolas solidarias del tablero propiamente dicho, o adoptando secciones huecas de gran altura relativa. Deberán esforzarse, desde luego, en adoptar una forma del eje del arco que tenga en cuenta, en lo posible, las deformaciones elásticas y plásticas. En fin, adoptarán las diversas precauciones de ejecución que dan lugar a una reducción de la intensidad de la fluencia del hormigón.

Arcos hiperestáticos de un solo tramo.—Si la fluencia del hormigón armado fuese, como parece serlo la retracción del fraguado, independiente de las cargas exteriores, la construcción de arcos o de pórticos hiperestáticos rebajados, habría dado ya lugar a algunas catástrofes y estarían éstos muy mal vistos en el porvenir.

Fig. 10

Felizmente, gracias a las particularidades de este fenómeno, la realidad es mucho menos desfavorable.

Supongamos, en efecto, que un arco hiperestático de dos articulaciones en los arranques, sin carga, el trozo A (fig. 11) sufriese un cierto acortamiento (retracción, compresión, etc.), que-

dando los otros elementos y apoyos indeformables.

Resultaría, si el elemento *A* es simplemente elástico, una tracción horizontal, que actúa al nivel de las articulaciones y que provocaría momentos de flexión positivos, sobre toda la longitud del arco, el trasdós estaría comprimido y el intradós sometido a la extensión; pero si, bajo esta solicitación, las fibras del elemento considerado sufriesen variaciones lineales plásticas proporcionales a las cargas moleculares, se producirá una deformación angular que reduciría la tracción en los arranques y, como consecuencia, los esfuerzos producidos por el acortamiento del elemento *A*. Lo mismo sucedería en el caso de una separación de estribos, o en el análogo, del alargamiento del tensor de una viga parabólica.

Haciendo determinadas hipótesis simplificativas y, especialmente, despreciando la acción de las deformaciones plásticas y elásticas de la fibra neutra sobre el reparto final de los esfuerzos, se llega a demostrar, como ha hecho el señor Dischinger, que en toda obra hiperestática apoyada sobre estribos fijos, la fluencia no provoca, por sí misma, ningún esfuerzo adicional, ya que su acción se verifica por entero dentro del dominio de la plasticidad.

Esta conclusión no se aplica, naturalmente, más que a las obras que tengan una gran rigidez relativa. Como la cuestión es, en realidad, mucho más compleja y algunas de las hipótesis que hemos indicado deben ser sometidas aún al control de experiencias del futuro, parece prudente no sentar, por el momento, más que las conclusiones de principio siguientes:

La acción propia de la fluencia no provoca

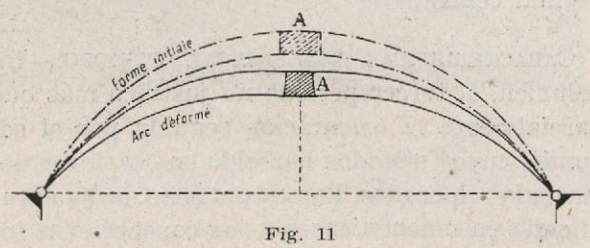


Fig. 11

más que esfuerzos relativamente débiles en las obras hiperestáticas rígidas, y, en todo caso, claramente inferiores a los engendrados por la retracción del fraguado.

Esta acción reduce sensiblemente, en estas obras, los efectos desfavorables de la retracción y de las deformaciones o asientos de los apoyos.

Aumenta, por el contrario, notablemente las deformaciones permanentes en el tiempo.

Esta última consideración impone una prudencia particular en el estudio del pandeo de los arcos y de las cúpulas. En general, el mayor peligro no existe, en efecto, en el momento mismo del descimbramiento, cuando sólo actúan las deformaciones elásticas, sino, al contrario, después de muchos meses de carga, cuando las deformaciones plásticas alcanzan una cierta intensidad. Probablemente en ésta reside la causa de numerosos hundimientos inexplicados, sobrevenidos tardíamente y sin ninguna acción dinámica.

Si, para un "arco sin articulaciones", es decir, hiperestático de tercer grado, se examina la acción de la fluencia sobre los momentos adicionales engendrados por la carga permanente,

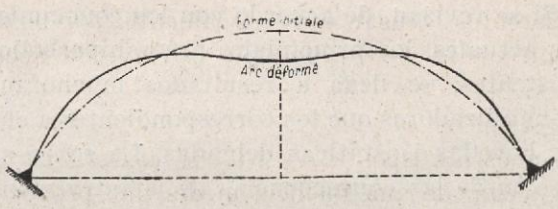


Fig. 12

la retracción y una separación de los estribos, se comprueba que (fig. 12):

1.° En lo relativo a la "carga permanente", los momentos aumentan en la clave y disminuyen hacia los arranques.

2.° En cuanto a la "retracción" y una "separación" de los estribos se reducen en la clave y en los arranques.

La acción resultante de estos tres factores conduce, en general, con relación a los resultados de los cálculos en que no se tiene en cuenta la fluencia, a momentos adicionales algo mayores en la clave, sensiblemente inferiores en los arranques, y con algunos aumentos locales en determinadas zonas intermedias.

Los momentos adicionales que resultan de las deformaciones producidas por la carga permanente, la retracción y la variación de las sustentaciones, no pueden anularse más que muy imperfectamente en toda la longitud de un arco empotrado, por una simple deformación de su directriz. Para conseguir un resultado completo, haría falta recurrir a procedimientos especiales, tales como el empleo de gatos para las

bóvedas y de tensores reglables para los arcos parabólicos.

El descimbramiento con gatos, permite anular la acción de acortamiento elástico y plástico instantáneo de un arco, de una parte de su retracción y de la variación inmediata de las sustentaciones; pero resulta fundamentalmente sin acción sobre la parte de retracción y de la variación de las sustentaciones que se produzcan después de comenzar la puesta en carga, así como sobre la fluencia, que se inicia en dicho momento.

Para obtener un resultado completo, sería necesario mantener la acción de los gatos hasta la estabilización de los fenómenos que varíen en función del tiempo, y, en el caso de tensores de arcos parabólicos, proceder a numerosas operaciones de regulación durante dicho período. Las exigencias de la práctica, no hacen posible esta operación, sino en casos excepcionales.

Si se revisan, de acuerdo con los conocimientos actuales, los principiales arcos hiperbólicos existentes, se llega a resultados mucho más tranquilizadores que los correspondientes a ciertas bóvedas isostáticas delgadas. La sobreestimación de las consecuencias de la retracción y de la variación de las sustentaciones, está, en efecto, parcialmente compensada por la adopción de un coeficiente de elasticidad inicial muy bajo generalmente.

En resumen: gracias a la acción de la fluencia, se debe tener menos temor a ejecutar obras hiperestáticas muy rebajadas, que tengan una sección en cajón rígido estudiado, sobre todo, con una gran resistencia al pandeo.

Sin embargo, convendrá siempre preocuparse de las variaciones de las sustentaciones que podrían manifestarse en el mismo momento o poco tiempo después del descimbramiento, es decir, que tendrían una acción muy poco paralela a la de la fluencia. Se estudiarán, en este caso, las fases inicial y final, como hemos indicado, para las vigas de tramos múltiples.

Los arcos provistos de articulaciones o de semiarticulaciones, situadas entre los riñones y los estribos, parecen, en principio, soluciones favorables, a condición siempre de que no tengan articulación de clave y de que las secciones próximas a los apoyos estén dimensionadas superabundantemente.

En cuanto a los arcos hiperestáticos de momento de inercia muy variable (tipo (Boussiron-Vallette), constituyen en ciertos casos una solución ventajosa, tanto desde el punto de vista de la economía de los materiales, como desde el de la acción de las variaciones lineales.

Arcos de varias luces solidarias.—En la mayor parte de estos casos, las condiciones de estabilidad estudiadas para la carga permanente, únicas a las que afecta la fluencia, permiten reducir el problema al de arcos independientes. En el caso de pilares de altura muy variable, se producen, ciertamente, desnivelaciones que en un cálculo riguroso deberían tenerse en cuenta (fig. 13). El examen de ejemplos concretos demuestra que, en la mayoría de los casos, los esfuerzos secundarios que pudieran resultar son prácticamente despreciables.

Las consideraciones que preceden se aplican a los arcos de hormigón en masa, pero pueden aplicarse prácticamente, sin embargo, a los tipos corrientes de hormigón armado, en los cuales es generalmente muy baja la cuantía de la armadura. La existencia de armaduras más fuertes, haría el problema más complejo, a causa, sobre todo, de su distinto reparto en las zonas de intradós y trasdós, pues su acción sobre la fluencia no sería la misma en el caso de flexión compuesta que en el de una presión normal centrada.

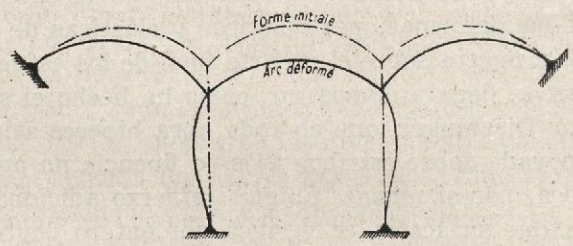


Fig. 13

CARACTERÍSTICAS DEL TERCER PERÍODO.—En resumen, el tercer período no justificó más que parcialmente la orientación seguida por el segundo, cuyos métodos han sido en ocasiones demasiado celebrados. Por el contrario, se ha aproximado en muchos casos a las concepciones intuitivas de los primeros constructores, subrayando la marcha cíclica del desarrollo del hormigón armado. Especialmente ha rehabilitado, en cierta medida, el principio de la continuidad parcial en el cálculo de las vigas de tramos múltiples, y reducido a sus justas proporciones el espectro de la acción de la retracción y de las

variaciones de las sustentaciones en los arcos hiperestáticos rebajados, evidenciando, además, los defectos de las bóvedas delgadas provistas de articulaciones en la clave. En fin, se han rea-

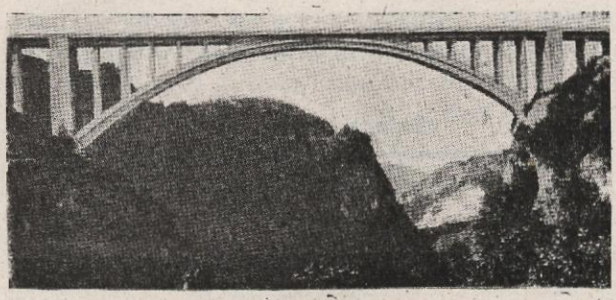


Fig. 14

lizado durante este período, notables progresos en el conocimiento de las deformaciones lentas bajo la acción de cargas permanentes o de larga duración, y se han especificado ciertas medidas de prudencia que necesitaban, tanto desde el punto de vista del proyecto como de la ejecución.

Ahora es muy importante completar nuestros conocimientos en este asunto, no solamente por ensayos de laboratorio, sino también por la observación continua en el tiempo, de numerosas obras en servicio. Debido a esto, hace falta instalar abundantemente aparatos acústicos Coyne (descritos en el "Génie Civil" de 1.° de octubre de 1938); o referencias de deformómetros en numerosos puentes nuevos, instalaciones que son, por otra parte, poco costosas y que se-

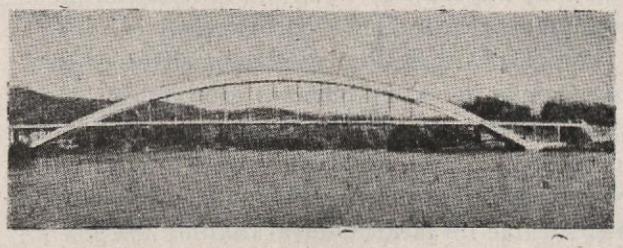


Fig. 15

ría de desear verlas generalizadas en la construcción de la mayoría de las obras notables.

Cuarto período.—Es el estado actual, o más exactamente, aquél hacia el que se orientan los técnicos de vanguardia. Abandonando los procedimientos "pasivos", que dejan a las obras la libertad de comportarse a su capricho, los técnicos buscan, por el contrario, imponerles un funcionamiento determinado por la aplicación de esfuerzos artificiales. Es el método activo, que vigila, no solamente el reparto de los esfuerzos moleculares, sino también las propiedades mismas de la materia y que permite utilizar más completamente las características de los aceros de calidad.

En 1907, Lund y Koenen intentaron suprimir las fisuras de los elementos del hormigón armado, manteniendo las armaduras tirantes durante el endurecimiento del hormigón, con objeto de hacerle sufrir una compresión compensadora inicial; pero la retracción y la fluencia absorbieron rápidamente la tracción, francamente insuficiente, que dieron a las armaduras, y el procedimiento hubo de abandonarse provisionalmente.

Por su parte, al tratar el caso de las conducciones forzadas, Von Emperger, arrolla, alre-

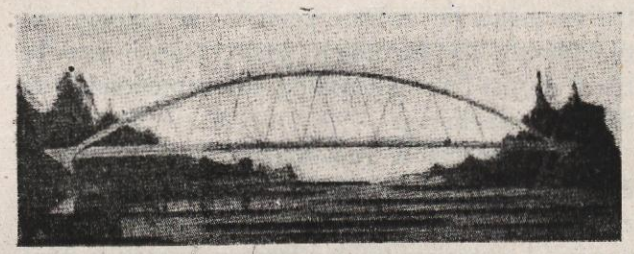


Fig. 16

dedor de un tubo de hormigón, zunchos de alambre de muy alta resistencia que ponía a tensión por diversos procedimientos, con el fin de provocar en el hormigón esfuerzos de compresión iguales o superiores a los de tracción engendrados por la presión del agua. Los zunchos se recubrían inmediatamente por un enlucido contra la oxidación. Ruml perfeccionó este sistema por un procedimiento termoeléctrico muy ingenioso.

Freyssinet, renovando la idea de la puesta en tracción por gatos, de las armaduras antes del hormigonado, la hizo, por una parte efectiva, al adoptar tensiones previas muy elevadas, y, por otra parte, práctica, acelerando considerablemente el endurecimiento del hormigón por vibración, presión y calentamiento, ampliando el problema más allá de la supresión de las fisuras, únicamente; se esforzó también en modificar en un sentido favorable el funcionamiento de las obras y en dar al hormigón propiedades nuevas, por una triple presión convergente. Esta solicitación, confiere a la mayoría de los mate-

riales, características especiales de elasticidad, plasticidad y resistencia, como habían demostrado las experiencias efectuadas por Mesnager y Föppl sobre probetas cúbicas o esféricas, en productos refractarios y en vidrios.

Con un objeto semejante, el autor de este artículo intenta poner tirantes en todos sentidos de las armaduras revestidas, sin recurrir a la puesta en tracción en todos sentidos de las armaduras hormigonadas, sin la intervención de ningún dispositivo mecánico, es decir, poniendo en juego "la fuerza expansiva de un cemento especial", que es el resultado de la combinación de tres aglomerantes, estables todos ellos por sí.

Teniendo en cuenta la acción lenta de las variaciones lineales plásticas, los ensayos se efectúan con un cemento estabilizado de los "Establecimientos Poliet y Chausson", que tiene en el aire seco un alargamiento de 12 mm. por metro en pasta pura. Este cemento se emplea naturalmente en fortísima dosis, puesto que se trata de utilizar al máximo sus propiedades de energía expansiva.

Otra concepción, relacionada con el procedimiento propuesto en 1908 por Considère para el refuerzo de puentes metálicos, consiste en disponer al exterior, en las partes huecas o cóncavas de las obras en hormigón armado, las armaduras "libres y visitables", ancladas en sus extremos y sometidas a tracción por medio de gatos. Este dispositivo no influye sobre las cualidades del hormigón y no tiene otro objeto que el de modificar el funcionamiento normal de la construcción.

Fig. 17

Examinemos como ejemplo (fig. 18) una viga simple de hormigón armado, apoyada libremente en sus extremos *A* y *B*, provista de una armadura interior auxiliar *a* de forma sensiblemente parabólica, anclada en *A* y *B*, y que apoya en la viga por dispositivos de reacciones verticales (péndulos, etc.).

Al hacer experimentar a la armadura *a*, por medio de gatos, y después de cuñas, una tracción de componente horizontal *H*, se provocan momentos flectores negativos, que contrarrestan los momentos positivos engendrados por las cargas de la viga *A B*. De este modo, se puede suprimir todo esfuerzo de tracción en el hormigón de esta viga, tanto para su carga permanente, como por ciertas sobrecargas.

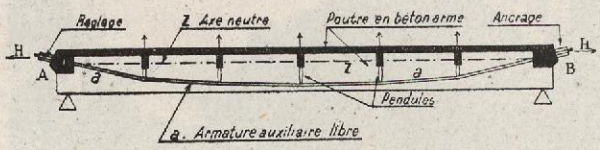


Fig. 18

Colocando los anclajes de los extremos de la armadura auxiliar *a*, al nivel de la fibra neutra *Z*, es posible para un valor apropiado de la tracción *H*, reducir los esfuerzos a que está sometida la viga a una compresión centrada sin flexión, en el caso de la aplicación de una carga determinada uniformemente repartida; por ejemplo, su carga permanente.

Este sistema mixto es posible que no seduzca, "a priori", a ciertos técnicos partidarios de las armaduras embebidas en el hormigón desde el principio. Como las variaciones de la temperatura exterior no se transmiten de la misma manera al hormigón armado que al metal desnudo, aun colocado en el interior de una sección en cajón, conviene tenerlo en cuenta en los cálculos, suponiendo unas diferencias térmicas evaluadas francamente por exceso.

Como contrapartida, este dispositivo presenta, además de su simplicidad relativa de ejecución, ciertas ventajas interesantes. Permite intervenir "en todo momento" con los gatos para restablecer el valor constante de la tracción mensurable de la armadura auxiliar libre, a fin de compensar la acción, desfavorable en este caso y actualmente todavía incierta, de la retracción y de la fluencia del hormigón.

Procediendo a una nueva regulación de esta armadura ampliamente evaluada, es además posible, modificar ulteriormente el funcionamiento de una obra, sobre todo cuando se prevea un aumento de intensidad de sus sobrecargas. Los puentes de este tipo son, en fin, más fáciles de destruir por los explosivos que los de hormigón armado con barras revestidas, lo que

constituye a veces una ventaja y en otras un inconveniente, según las circunstancias.

CONCLUSIONES.—En resumen, parece indudable, en principio, que la puesta en punto y el perfeccionamiento de las diversas concepciones del período actual permitirán realizar progresos efectivos y sustanciales, con los que se han alcanzado algunos resultados importantes; sin embargo, puede preguntarse si todas estas concepciones se impondrán de una manera general en el porvenir.

De hecho, una de las principales causas del gran desarrollo del hormigón armado reside en su simplicidad y en su facilidad de ejecución. No parece imposible entonces que ciertos constructores estén tentados de permanecer fieles a los procedimientos corrientes, con sus perfeccionamientos naturales, abandonando la misión de aplicar los métodos más eficaces y más complejos a los especialistas calificados.

El elemento retardador, entre los materiales que componen el hormigón armado, es y lo seguirá siendo probablemente durante largo tiempo todavía, el "cemento", que presentará, quizá por siempre, el carácter frágil de los materiales pétreos. Por tanto, solamente desde la aparición de nuevos aglomerados, puede vislumbrase, *a priori*, el elemento complementario que permitirá conducir el hormigón armado hacia una forma que una, en la medida de lo posible, la simplicidad a la facilidad de ejecución. Estas son las cualidaes que, entre otras, han presidido el nacimiento del hormigón armado y que sería de desear, a mi juicio, que continuasen distinguiéndolo en el porvenir.

* * *

El señor Freyssinet, al tener noticia del artículo que precede, ha hecho los comentarios siguientes:

"El señor Lossier me pidió para publicarla, con motivo de su artículo, una fotografía de una obra característica de hormigón precomprimido, y le envié la de la figura 19, que representa la maqueta de un dique efectuado sobre el arroyo Fodda en Argelia, compuesto de cuatro compuertas móviles de unos 17,40 metros de luz, y en el cual todos los elementos, solera, pilas, compuertas, contrapesos, son de hormigón precomprimido por diversos procedimientos, y a propósito de ello, deseo precisar ciertos puntos concernientes a las investigaciones de que habla el señor Lossier en su artículo.

Comencé mis estudios sobre la influencia de la deformación lenta bajo carga, en la obra del Puente de Blougastel (fig. 1) en los primeros

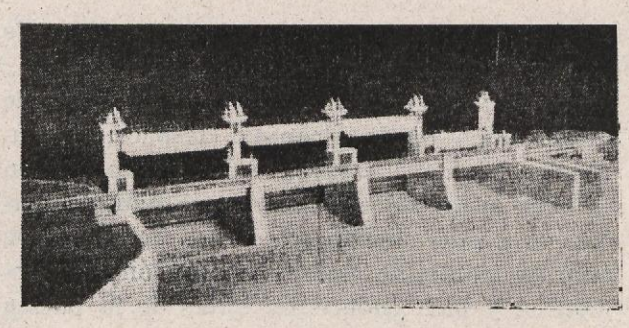


Fig. 19

meses del año 1926; en septiembre del mismo año di a conocer la existencia del fenómeno, hasta entonces ignorado, de la influencia de las cargas sobre la retracción, en una reunión de la Comisión Técnica de la Cámara Sindical del Hormigón Armado, para que pudiese tenerla en cuenta en el proyecto de reglamento que estaba elaborando. Esta comunicación, hecha a título estrictamente privado, no se publicó, pues mis experiencias estaban en curso, y yo creí útil prolongarlas lo más posible antes de sacar conclusiones definitivas.

En 1927, desconociendo por completo mis propias investigaciones, Faber inició mediciones que no pudo prolongar mucho tiempo y cuyos resultados publicó hacia fin del mismo año. Estas, en general de acuerdo con las mías, fueron acogidas con una incredulidad casi general; pero provocaron las investigaciones del señor Glanville, que las confirmaron enteramente y que fueron publicadas en 1929 en Inglaterra y después, en el mismo año, en el Congreso de Lieja. Hice, en este mismo Congreso, un relato extenso de mis propios trabajos. Después, numerosas experiencias han confirmado la existencia y la marcha general de estos fenómenos.

Las deformaciones lentas bajo carga del hormigón—entre los límites de carga en que yo he operado: cargas inferiores al 50 por 100 de la de ruptura del hormigón en el momento de cargarlo—, si se elimina el efecto de la retrac-

ción del hormigón no cargado, se producen según una ley exponencial de varios términos. Los millares de medidas que hice en Plougastel están perfectamente representadas por leyes de la fórmula:

$$y = RK\,(1 - 0{,}84^{t}) + RK\,(1 - 0{,}84^{43t})$$

donde t es el tiempo expresado en períodos de doscientos días, y R la carga.

Para hormigones ordinarios, el máximo de deformación puede alcanzar, después de muchos años, hasta cuatro veces la deformación elástica instantánea. Sin embargo, esta proporción se reduce mucho en el caso de hormigón muy compacto, de buena composición granulométrica y bien endurecido antes de la puesta en carga; también varía con el estado higrométrico del hormigón.

En una gran parte, la deformación lenta es proporcional a las cargas y es hasta reversible, pero a la manera de una ley exponencial asintótica, cuya fueza eficaz es proporcional a la fracción del efecto que falta por hacer. Tal forma de reversibilidad no puede ser puesta en claro más que por experiencias de larga duración y sus efectos son frecuentemente inferiores a los errores de experimentación, por lo cual pasa a menudo inadvertida. Por tanto, no tiene más que un interés teórico.

Esta parte de las deformaciones lentas produce en las obras el efecto de una disminución general del módulo de Young. Atenúa los efectos de la retracción y de las variaciones lentas de temperatura. Otra parte, tanto más importante cuanto que, las cargas están más próximas a la de ruptura del hormigón, crece más deprisa que aquélla, y no es reversible. Los fenómenos de deformación y reconstrucción de los cristales de hidratos, juegan en ella el papel principal; esta fracción de la deformación, es uno de los medios por los cuales se realiza el fenómeno de adaptación que tiende a una nivelación y a un mejor reparto de los esfuerzos moleculares, en las obras hiperestáticas y cuya importancia es capital en todas las obras de hormigón.

Estas grandes deformaciones explican los fracasos de Koenen y su desaliento, quien acabó por juzgar imposible el mejoramiento del hormigón armado por la puesta en tensión de sus armaduras. Su descubrimiento me ha hecho comprender que para lograr crear los esfuerzos permanentes en los hormigones, por tensión de los aceros unidos a ellos en sus extremidades, es necesario, en general, utilizar aceros de muy alto límite elástico y ponerlos en tensión hasta cargas próximas a aquél. Mi descubrimiento del hormigón precomprimido, patentado en 1928, consiste esencialmente en dar tensión a los aceros con una carga tal que, teniendo en cuenta los acortamientos del hormigón de todas clases, subsista finalmente una tensión permanente que sea una fracción importante de la tensión inicial. De esta forma se puede trasladar al hormigón la mayor parte de la energía potencial de deformación del acero, de un modo permanente, y dándole así propiedades que hacen de él un material enteramente nuevo, completamente distinto del hormigón armado y que ofrece al ingeniero posibilidades singulares y aun poco verosímiles, a veces.

Poco importa que los aceros sean exteriores en el hormigón comprimido, como en las vigas de la estación marítima de El Havre (ver el "Génie Civil" del 31 de julio y del 7 de agosto de 1937, págs. 97 y 129), o interiores, como en las vigas del dique de las Puertas de Hierro sobre el arroyo Fodda; lo esencial del hormigón precomprimido reside en la realización, en este hormigón, de esfuerzos permanentes de sentido contrario a los esfuerzos producidos por las cargas, que compuestos con estas últimas, transforman las tensiones en compresiones residuales, o, por el contrario, disminuyen las compresiones máximas. Como caso especial se puede, de esta forma, reducir considerablemente la compresión máxima en los elementos sometidos a flexión y aumentar, en enormes proporciones, la luz de vigas de altura y pesos limitados, o multiplicar las resistencias al esfuerzo constante de las almas de las vigas por coeficientes del orden de 10 unidades. De ello resultan obras cuyas proporciones difieren considerablemente de las que nos ha acostumbrado el hormigón armado."

Esfuerzos originados en planchas de los buques, sometidas a presión del agua

Por CARLOS PREYSLER, Ingeniero Naval

Consideremos una plancha referida a tres ejes rectangulares de los que los dos primeros definen su plano medio y en el tercero se cuenta un semi-espesor.

Designemos por u, v, w las componentes según los ejes ox, oy y oz del desplazamiento de un punto del plano medio de la plancha.

Haciendo en las fórmulas [47], [48] y [49] de la "Teoría general de las planchas y envueltas delgadas"

$$X = x + u \quad ,, \quad Y = y + v \quad ,, \quad Z = w$$

$$\alpha = x \quad ,, \quad \beta = y \quad ,, \quad A = 1 \quad ,, \quad B = 1$$

se tiene

$$1 + 2\varepsilon_1 = \left[\frac{d\,(x+u)}{dx}\right]^2 + \left[\frac{d\,(y+v)}{dx}\right]^2 + \left[\frac{dw}{dx}\right]^2 =$$

$$= 1 + 2\frac{du}{dx} + \frac{du^2}{dx^2} + \frac{dv^2}{dx^2} + \frac{dw^2}{dx^2}$$

$$1 + 2\varepsilon_2 = \left[\frac{d\,(x+u)}{dy}\right]^2 + \left[\frac{d\,(y+v)}{dy}\right]^2 + \left[\frac{dw}{dy}\right]^2 =$$

$$= \frac{du^2}{dy^2} + 1 + 2\frac{dv}{dy} + \frac{dv^2}{dy^2} + \frac{dw^2}{dy^2}$$

$$w = \frac{d\,(x+u)}{dx} \times \frac{d\,(x+u)}{dy} + \frac{d\,(y+v)}{dx} \times \frac{d\,(y+v)}{dy} +$$

$$+ \frac{dw}{dx} \times \frac{dw}{dy} = \left[1 + \frac{du}{dx}\right]\frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx} \times$$

$$\times \left[1 + \frac{dv}{dy}\right] + \frac{dw}{dx} \times \frac{dw}{dy}$$

despreciando las cantidades

$$\frac{du^2}{dx^2}, \quad \frac{dv^2}{dx^2}, \quad \frac{du^2}{dy^2}, \quad \frac{dv^2}{dy^2}, \quad \frac{du}{dx} \times$$

$$\times \frac{du}{dy}, \quad \frac{dv}{dx} \times \frac{dv}{dy}$$

las fórmulas que preceden se escribirán:

$$1 + 2\varepsilon_1 = 1 + 2\frac{du}{dx} + \frac{dw^2}{dx^2}$$

$$1 + 2\varepsilon_2 = 1 + 2\frac{dv}{dy} + \frac{dw^2}{dy^2}$$

$$w = \frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx} + \frac{dw}{dx} \times \frac{dw}{dy}$$

y haciendo reducciones se tendrá:

$$\varepsilon_1 = \frac{du}{dx} + \frac{1}{2}\frac{dw^2}{dx^2} \qquad [1]$$

$$\varepsilon_2 = \frac{dv}{dy} + \frac{1}{2}\frac{dw^2}{dy^2} \qquad [2]$$

$$w = \frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx} + \frac{dw}{dx} \times \frac{dw}{dy} \qquad [3]$$

Estableciendo en las fórmulas [99], [100] y [101] de la "Teoría general de las planchas y envueltas delgadas" las igualadas escritas más arriba y teniendo presente que R_1 y R_2 son muy grandes, se tiene

$$\kappa_1 = \frac{d^2w}{dx^2} \quad ,, \quad \kappa_2 = \frac{d^2w}{dy^2} \quad ,, \quad \tau = \frac{d^2w}{dx\,.\,dy} \qquad [4]$$

Llevando las mismas igualdades a las fórmulas [98'] del mismo libro, tendremos:

$$q'_1 = -\frac{d^2w}{dx^2} \quad ,, \quad r'_1 = \frac{d^2v}{dx^2} \quad ,, \quad p'_1 = \frac{d^2w}{dx \,.\, dy}$$

$$q'_2 = -\frac{d^2w}{dx \,.\, dy} \quad ,, \quad r'_2 = \frac{d^2v}{dx \,.\, dy} \quad ,, \quad p'_2 = \frac{d^2w}{dy^2}$$

Despreciando las cantidades

$$\frac{d^2v}{dx^2} \quad , \quad \frac{d^2v}{dx \,.\, dy}$$

las fórmulas que preceden se escriben:

$$q'_1 = -\frac{d^2w}{dx^2} \quad ,, \quad r'_1 = o \quad ,, \quad p'_1 = \frac{d^2w}{dx \,.\, dy} \qquad [5]$$

$$q'_2 = -\frac{d^2w}{dx \,.\, dy} \quad ,, \quad r'_2 = o \quad ,, \quad p'_2 = \frac{d^2w}{dy^2} \qquad [6]$$

Establecidas ya las fórmulas que definen la deformación y la curvatura que adquiere el plano medio de la plancha, busquemos los valores de los esfuerzos y los pares que nacen de la deformación. Estos son los que definen las fórmulas [131] de la "Teoría general de las planchas y envueltas delgadas", y son los siguientes:

$$T_1 = C\,(\varepsilon_1 + \sigma \,.\, \varepsilon_2) \quad ,, \quad S_1 = -\frac{E \,.\, h}{(1+\sigma)} \times w \quad ,, \quad N_1 = o$$

$$T_2 = C\,(\sigma \,.\, \varepsilon_1 + \varepsilon_2) \quad ,, \quad S_2 = -\frac{E \,.\, h}{(1+\sigma)} \times w \quad ,, \quad N_2 = o$$

$$H_1 = D \,.\, \tau\,(1-\sigma) \quad ,, \quad G_2 = -D\,(\kappa_1 + \sigma\,\kappa_2)$$

$$H_2 = -D \,.\, \tau\,(1-\sigma) \quad ,, \quad G_2 = -D\,(\kappa_1 + \sigma\,\kappa_2)$$

Donde

$$D = \frac{2 \,.\, E \,.\, h^3}{3\,(1-\sigma^2)} \quad ,, \quad C = \frac{2 \,.\, E \,.\, h}{(1-\sigma^2)} = \frac{3\,D}{h^2}$$

Expresando todos los esfuerzos en función de D, tendremos:

$$T_1 = \frac{3 \,.\, D}{h^2}\,(\varepsilon_1 + \sigma \,.\, \varepsilon_2) \quad ,, \quad S_1 = \frac{3 \,.\, D}{2 \,.\, h^2}\,(1-\sigma)\,w \qquad [7]$$

$$T_2 = \frac{3 \,.\, D}{h^2}\,(\varepsilon_2 + \sigma \,.\, \varepsilon_1) \quad ,, \quad S_2 = -\frac{3 \,.\, D}{2 \,.\, h^2}\,(1-\sigma)\,w \qquad [8]$$

$$H_1 = D \,.\, \tau\,(1-\sigma) \quad ,, \quad G_1 = -D\,(\kappa_1 + \sigma \,.\, \kappa_2) \qquad [9]$$

$$H_2 = -D \,.\, \tau\,(1-\sigma) \quad ,, \quad G_2 = -D\,(\kappa_2 + \sigma \,.\, \kappa_1) \qquad [10]$$

Suponiendo que la plancha está sometida a la presión p en la cara $z = -h$, las ecuaciones [133] de la "Teoría general de las planchas y envueltas delgadas", teniendo presente las igualdades y ecuaciones que preceden, nos dan

$$\frac{dH_1}{dx} - \frac{dG_2}{dy} - N_2 = o \qquad [11]$$

$$\frac{dG_1}{dx} - \frac{dH_2}{dy} + N_1 = o \qquad [12]$$

$$0 = 0$$

y las ecuaciones [132] del mismo libro, teniendo presente las mismas circunstancias, dan

$$\frac{dT_1}{dx} - \frac{dS_2}{dy} + N_1\,\frac{d^2w}{dx^2} + N_2\,\frac{d^2w}{dx \,.\, dy} = o \qquad [13]$$

$$\frac{dS_1}{dx} + \frac{dT_2}{dy} + N_1\,\frac{d^2w}{dx \,.\, dy} + N_2\,\frac{d^2w}{dy^2} = o \qquad [14]$$

$$-\frac{dN_1}{dx} - \frac{dN_2}{dy} + T_1\,\frac{d^2w}{dx^2} - S_2\,\frac{d^2w}{dx \,.\, dy} +$$

$$+ S_1\,\frac{d^2w}{dx \,.\, dy} + T_2\,\frac{d^2w}{dy^2} + p = o \qquad [15]$$

Suponiendo que la plancha tiene longitud infinita en un sentido y que los otros bordes se definen $x = \pm a$; si aceptamos que la presión p es constante, como la componente v del desplazamiento del punto, podemos en estas condiciones suponerla nula, y u y w son independientes de y, las ecuaciones que preceden se escribirán:

$$\varepsilon_1 = \frac{du}{dx} + \frac{1}{2}\,\frac{d^2w}{dx^2} \quad ,, \quad \varepsilon_2 = o \quad ,, \quad W = o \quad ,,$$

$$,, \quad \varkappa_1 = \frac{d^2w}{dx^2} \quad ,, \quad \varkappa_2 = o$$

$$\tau = O \quad „ \quad T_1 = \frac{3 . D}{h^2} \left(\frac{du}{dx} + \frac{1}{2} \frac{dw^2}{dx^2} \right) \quad „$$

$$„ \quad T_2 = \frac{3 . D}{h^2} \times \sigma \left(\frac{du}{dx} + \frac{1}{2} \frac{dw^2}{dx^2} \right)$$

$$H_1 = O \quad „ \quad H_2 = o \quad „ \quad S_1 = o \quad „ \quad S_2 = o$$

$$G_1 = - D \frac{d^2 w}{dx^2} \quad „ \quad G_2 = - D \sigma \frac{d^2 w}{dx^2} \quad „$$

$$„ \quad N_1 = D \frac{d^3 w}{dx^3} \quad „ \quad N_2 = o$$

$$\frac{dT_1}{dx} + N_1 \frac{d^2 w}{dx^2} = o \quad „ \quad 0 = 0 \quad „ \quad - \frac{dN_1}{dx} +$$

$$+ T_1 \frac{d^2 w}{dx^2} + p = o$$

Las dos ecuaciones

$$\frac{dT_1}{dx} + N_1 \frac{d^2 w}{dx^2} = 0$$

$$- \frac{dN_1}{dx} + T_1 \frac{d^2 w}{dx^2} + p = 0$$

se pueden escribir también como sigue:

$$\frac{dT_1}{dx} + D \frac{d^3 w}{dx^3} . \frac{d^2 w}{dx^2} = 0$$

$$- D \frac{d^4 w}{dx^4} + T_1 \frac{d^2 w}{dx^2} + p = 0$$

De la primera de estas ecuaciones se deduce que

$$T_1 = - \frac{1}{2} D \left[\frac{d^2 w}{dx^2} \right]^2 + D_1 m^2$$

siendo $D . m^2$ la constante de integración.

Considerando que el primer término de esta expresión sea despreciable, quedará

$$T_1 = D . m^2 \qquad [16]$$

y por lo tanto, la segunda ecuación se escribirá

$$- D \frac{d^4 w}{dx^4} + D . m^2 \frac{d^2 w}{dx^2} + p = 0$$

o bien

$$\frac{d^4 w}{dx^4} - m^2 \frac{d^2 w}{dx^2} - \frac{p}{D} = 0 \qquad [17]$$

De la ecuación [16] se deduce que

$$m^2 = \frac{T_1}{D} = \frac{T_1}{\dfrac{2 . E \times h^3}{3 (1 - \sigma^2)}} = \frac{T_1}{\dfrac{E}{(1 - \sigma^2)} . \dfrac{(2h)^3}{12}}$$

y siendo el segundo factor del denominador el momento de inercia de la sección de una tira de plancha de ancho unidad, si lo designamos por I y si hacemos

$$E^1 = \frac{E}{(1 - \sigma^2)}$$

se puede escribir

$$m^2 = \frac{T_1}{E^1 . I} \qquad [18]$$

La ecuación diferencial [17] se resuelve haciendo

$$\frac{d^2 w}{dx^2} = Z$$

con lo que la ecuación se convierte en la siguiente

$$\frac{d^2 Z}{dx^2} - m^2 . Z - \frac{p}{D} = 0$$

La solución de esta ecuación, es la que le corresponde sin término constante, más una solución particular con dicho término.

La solución sin término constante se obtiene haciendo

$$Z = A . e K - . x$$

así llegamos a la ecuación

$$A \ (K^2 - m^2) \ e Kx = 0$$

y por tanto,

$$K = \pm m$$

con lo que la solución de la ecuación es

$$Z = A \ (e^{mx} + e - m . x) = 2 \ A \cosh (m . x) = \frac{d^2 w}{dx^2}$$

De esta expresión deducimos que

$$\frac{dw}{dx} = \frac{2\,A}{m}\ \text{senh}\,(m\,.\,x)$$

y finalmente

$$w = \frac{2\,A}{m^2}\,.\,\cosh\,(m\,.\,x) + k_1$$

o haciendo

$$\frac{2\,A}{m^2} = k_2$$

será

$$w = k_1 + k_2 \cosh\,(m\,.\,x)$$

A esta solución debe agregarse un término que defina la solución particular. Este término será

$$\frac{1}{2}\,.\,\frac{p}{D\,.\,m^2}\,.\,x^2$$

ya que la cuarta derivada de este término es cero y la segunda vale

$$\frac{p}{D\,.\,m^2}$$

La solución completa de la ecuación [17] es, por tanto,

$$w = k_1 + k_2 \cos h\,(m\,.\,x) - \frac{1}{2}\,\frac{p}{D\,.\,m^2}\,.\,x^2$$

o bien

$$w = -\frac{P}{T_1}\left(\frac{x^2}{2} - \frac{k_2\,.\,D\,.\,m^2}{P}\,.\,\cosh\,(m\,.\,x) - \frac{k_1\,.\,D\,.\,m^2}{P}\right)$$

y haciendo

$$M = -\frac{k_2\,.\,D\,.\,m^2}{p} \quad ,, \quad N = -\frac{k_1\,.\,D\,.\,m^2}{p}$$

escribiremos

$$w = -\frac{P}{T_1}\left(\frac{x^2}{2} + M\cosh\,(m\,.\,x) + N\right) \qquad [19]$$

Los valores de las constantes que figuran en esta expresión los determinaremos por las condiciones de los bordes de la plancha.

Si ésta está apoyada sobre los refuerzos, como indica la siguiente figura 1,

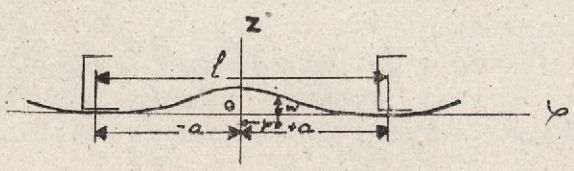


FIGURA 1

se tiene que para $x = \pm\,a$ es $w = 0$ y $\dfrac{dw}{dx} = 0$.

Llevando la primera condición a la ecuación que precede tenemos

$$0 = -\frac{P}{T_1}\left(\frac{a^2}{2} + M\cosh\,(m\,.\,a) + N\right) \qquad [20]$$

Derivando [19] se obtiene

$$\frac{dw}{dx} = -\frac{p}{T_1}\left(x + M\,.\,m\,.\,\text{senh}\,(m\,.\,x)\right) \qquad [21]$$

Estableciendo en esta expresión la segunda de las condiciones antes enunciadas, resulta

$$O = \frac{p}{T_1}\left(a + M\,.\,m\,.\,\text{senh}\,(m\,.\,a)\right)$$

De esta última ecuación deducimos que

$$M = -\frac{a}{m\,.\,\text{senh}\,(m\,.\,a)} \qquad [22]$$

y de la [20] se obtiene

$$N = -\frac{a^2}{2} - M\cosh\,(m\,.\,a) = -\frac{a^2}{2} +$$

$$+\frac{a\,.\,\cosh\,(m\,.\,a)}{m\,.\,\text{senh}\,(m\,.\,a)} \qquad [23]$$

Poniendo los valores de M y N definidos por [22] y [23] en la ecuación [19] se tiene

$$w = -\frac{p}{T_1}\left[\frac{x^2}{2} - \frac{a \,.\, \cosh(m \,.\, x)}{m \,.\, \operatorname{senh}(m \,.\, a)} - \frac{a^2}{2} + \frac{a \,.\, \cosh(m \,.\, a)}{m \,.\, \operatorname{senh}(m \,.\, a)}\right] = \frac{p}{T_1}\left[\frac{a^2 - x^2}{2} - \frac{a[\cosh(m.a) - \cosh(m.x)]}{m \,.\, \operatorname{senh}(m \,.\, a)}\right] = \frac{p}{T_1}\left[\frac{a^2 - x^2}{2} - \frac{a^2[\cosh(m \,.\, a) - \cosh(m \,.\, x)]}{m \,.\, a \operatorname{senh}(m \,.\, a)}\right] \qquad [24]$$

Esta expresión que define el desplazamiento según el eje oz de un punto del plano medio de la plancha, nos da para la línea media de esta superficie $x = 0$ la siguiente expresión:

$$(w)_{h=o} = \frac{p}{T_1}\left[\frac{a^2}{2} - \frac{a^2[\cosh(m - a) - 1]}{m \,.\, a \operatorname{senh}(m \,.\, a)}\right] \qquad [25]$$

El esfuerzo en la fibra más cargada de la plancha, si lo llamamos c y consideramos una extensión de plancha según el eje oy igual a la unidad, será

$$c = \frac{T_1}{2h} + \frac{(\text{momento flector}) \times h}{I}$$

y siendo

$$\frac{\text{momento flector}}{E' \,.\, I} = \frac{d^2w}{dx^2}$$

escribiremos

$$c = \frac{T_1}{2 \,.\, h} + h \,.\, E \,.\, \frac{d^2w}{dx^2} \qquad [26]$$

el valor de $\dfrac{d^2w}{dx^2}$ lo obtendremos derivando la ecuación [21] y así tenemos

$$\frac{d^2w}{dx^2} = -\frac{p}{T_1}\left(1 + M \,.\, m^2 \cosh(m \,.\, x)\right)$$

y poniendo en vez de M su valor dado por [22], se obtiene

$$\frac{d^2w}{dx^2} = -\frac{T_1}{p}\left(1 - \frac{a \,.\, m \cosh(m \,.\, x)}{\operatorname{senh}(m \,.\, a)}\right) = \frac{p}{T_1}\left(\frac{a \,.\, m \cosh(m \,.\, x)}{\operatorname{senh}(m \,.\, a)} - 1\right)$$

Esta expresión es máxima para el valor $x = a$, valiendo entonces

$$\left(\frac{d^2w}{dx^2}\right)_{x=a} = \frac{p}{T_1}\left(\frac{a \,.\, m \,.\, \cosh(m \,.\, a)}{\operatorname{senh}(m \,.\, a)} - 1\right)$$

Llevando este valor a la ecuación [26], la escribiremos

$$c = \frac{T_1}{2 \,.\, h} + h \,.\, E' \times \frac{p}{T_1}\left(\frac{a \,.\, m \,.\, \cosh(m \,.\, a) - \operatorname{senh}(m \,.\, a)}{\operatorname{senh}(m \,.\, a)}\right)$$

Teniendo presente la ecuación [18], esta expresión puede escribirse como sigue:

$$c = \frac{T_1}{2 \,.\, h} + \frac{p \,.\, h}{m^2 \,.\, I} \times \left(\frac{a \,.\, m \,.\, \cosh(m \,.\, a) - \operatorname{senh}(m \,.\, a)}{\operatorname{senh}(m \,.\, a)}\right)$$

o bien

$$c = \frac{T_1}{2 \,.\, h} + \frac{a^2 \,.\, h \,.\, p}{I}\left(\frac{a \,.\, m \,.\, \cosh(m \,.\, a) - \operatorname{senh}(m \,.\, a)}{\operatorname{senh}(m \,.\, a)}\right)$$

y teniendo presente que

$$I = \frac{(2h)^3}{12} = \frac{2 \,.\, h^3}{3}$$

la anterior expresión se escribirá

$$c = \frac{T_1}{2 \,.\, h} + \frac{3 \,.\, a^2 \,.\, p}{2h^2}\left(\frac{a \,.\, m \cosh(m \,.\, a) - \operatorname{senh}(m \,.\, a)}{m^2 \,.\, a^2 \operatorname{senh}(m \,.\, a)}\right)$$

Desarrollando en serie los cosenos y senos hiperbólicos del paréntesis, éste se convierte en la siguiente expresión:

$$\frac{a^3 . m^3 \left(\frac{1}{|\underline{2}} - \frac{1}{|\underline{3}}\right) + a^5 . m^5 \left(\frac{1}{|\underline{4}} - \frac{1}{|\underline{5}}\right) + a^7 . m^7 \left(\frac{1}{|\underline{6}} - \frac{1}{|\underline{7}}\right) + \ldots}{a^3 . m^3 + a^5 . m^5 \frac{1}{|\underline{3}} + a^7 . m^7 \frac{1}{|\underline{5}} + \ldots}$$

Efectuando la división, esta expresión se convierte en la siguiente:

$$\frac{1}{3} - \frac{1}{45} a^2 . m^2 + \frac{2}{945} a^4 . m^4 + \ldots$$

Llevando este valor al de c, se tiene

$$= o \frac{T_1}{2 . h} + \frac{a^2 . p}{h^2} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{30} a^2 . m^2 + \frac{3}{945} a^4 . m^4 + \ldots\right)$$

Poniendo en vez de m^2 su valor definido por [18], tendremos

$$c = \frac{T_1}{2 . h} + \frac{a^2 . p}{h^2} \left(\frac{1}{2} - \frac{a^2}{30} \times \frac{T_1}{E' . I} + \frac{3 . a^4}{945} . \frac{T_1^2}{E'^2 . I^2} + \ldots\right)$$

Agrupando los términos en T_1 de esta expresión, resulta el siguiente:

$$\frac{T_1}{2 . h} \left(1 - \frac{a^4 . p}{15 . h} . \frac{1}{E' . I}\right)$$

Suponiendo que la tensión de T_1 no es muy grande y que se pueden despreciar los términos en T_1^2 y siguientes, el valor de c será

$$c = \frac{a^2 . p}{2 h^2} + \frac{T_1}{2h} \left(1 - \frac{a^4 . p}{15 . h . E' . I}\right) \qquad [27]$$

Esta fórmula nos dice que la carga del material de la plancha será reducida por electo de la tensión T_1 cuando el paréntesis sea negativo, es decir, cuando ocurra que

$$\frac{a^4 . p}{15 . h . E' . I} > 1$$

designado por e el espesor de la plancha como

$$e = 2 . h$$

llevando este valor a la última desigualdad, la escribiremos

$$\frac{2 . a^4 . p}{15 . e . E' . I} > 1 \qquad [27]$$

Recordando que la flecha f al centro de una viga de ancho unidad, encastrada por sus extremos y sometida a la carga uniforme p solamente, está dada por la fórmula

$$f = \frac{p . a^4}{24 . E . I}$$

la anterior condición se podrá escribir

$$\frac{2 \times 24 \times f}{15 . e} > 1$$

de donde

$$f > \frac{15}{48} e = \frac{5}{16} e$$

Podemos, por tanto, decir que cuando la plancha es continua y se apoya como en la figura que precede, la carga del material, al estar la plancha sometida a la presión p se reduce a consecuencia de la tensión T_1, tan pronto es la flecha f correspondiente a la flexión sin tensión, mayor que los $\frac{5}{16}$ avos del espesor e de la plancha.

Si hacemos $T_1 = o$ en la ecuación [27], tendremos

$$(c)_{T_1 = o} = \frac{a^2 p}{2 h^2} = \frac{2 a^2 p}{e^2} \qquad [28]$$

Supongamos ahora que la plancha no es con-

tinua y que está soportada por los refuerzos como en la siguiente figura 2.

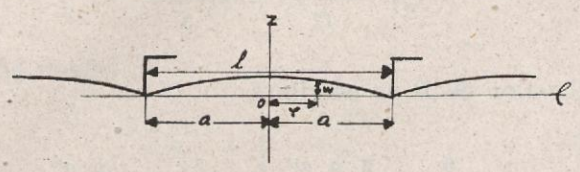


FIGURA 2

Determinaremos los valores de las constantes M y N de la ecuación [19] por las condiciones de los bordes de la plancha, o sea por razón de que para $x = a$ son $w = o$ y $\frac{d^2w}{dx^2} = o$.

Llevando la primera condición a la ecuación [19] se tiene

$$o = -\frac{p}{T_1}\left(\frac{a^2}{2} + M\cosh(m\,.\,a) + N\right) \quad [29]$$

Hallando la derivada de la ecuación [21], obtenemos

$$\frac{d^2w}{dx^2} = -\frac{p}{T_1}\left(1 + M\,m^2\cosh(m\,.\,x)\right)$$

Llevando aesta expresión la segunda condición, se obtiene

$$o = -\frac{p}{T_1}\left(1 + M\,.\,m^2\cosh(m\,.\,a)\right)$$

de donde

$$M = -\frac{1}{m^2\cosh(m\,.\,a)} \quad [30]$$

Poniendo este valor de M en [29], se tiene

$$o = -\frac{p}{T_1}\left(\frac{a^2}{2} - \frac{1}{m^2} + N\right)$$

de donde

$$N = \frac{1}{m^2} - \frac{a^2}{2} \quad [31]$$

Sustituyendo los valores [30] y [31] en [19], tendremos

$$w = -\frac{p}{T_1}\left(\frac{x^2}{2} - \frac{\cosh(m\,.\,x)}{m^2\cosh(m\,.\,d)} + \frac{1}{m^2} - \frac{a^2}{2}\right) =$$

$$= \frac{p}{T_1}\left[\frac{a^2 - x^2}{2} + \frac{1}{m^2}\left(\frac{\cosh(m\,.\,x)}{\cosh(m\,.\,a)} - 1\right)\right] =$$

$$= \frac{p}{T_1}\left[\frac{a^2 - x^2}{2} - \frac{\cosh(m\,.\,a) - \cosh(m\,.\,x)}{m^2\cosh(m\,.\,a)}\right] \quad [32]$$

El valor de esta expresión para $x = o$ será

$$(w)_{x=o} = \frac{p}{T_1}\left(\frac{a^2}{2} - \frac{\cosh(m\,.\,a) - 1}{m^2\cosh(m\,.\,a)}\right)$$

El radio de curvatura del plano medio de la plancha se define como sigue:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{d^2w}{dx^2} = \frac{p}{T_1}\left(-1 + \frac{\cosh(m\,.\,x)}{\cosh(m\,.\,a)}\right) =$$

$$= -\frac{p}{T_1}\,\frac{\cosh(m\,.\,a) - \cosh(m\,.\,x)}{\cosh(m\,.\,a)}$$

Para $x = o$, esta expresión se convierte en la siguiente:

$$\left[\frac{1}{\rho}\right]_{x=o} = \left[\frac{d^2w}{dx^2}\right]_{x=o} = -\frac{p}{T_1}\,.\,\frac{\cosh(m\,.\,a) - 1}{\cosh(m\,.\,a)}$$

El esfuerzo c en la fibra más cargada de la plancha, lo define la ecuación [26] escrita más atrás, y poniendo en ella la última expresión, sin atender al signo, se tiene

$$c = \frac{T_1}{2\,.\,h} + h\,.\,E'\,.\,\frac{p}{T_1}\,.\,\frac{\cosh(m\,.\,a) - 1}{\cos h\,(m\,.\,a)} =$$

$$= \frac{T_1}{2\,.\,h} + h\,.\,E'\,.\,\frac{p}{T_1}\,.\,\frac{\dfrac{m^2a^2}{|2} + \dfrac{m^4.a^4}{|4} + \dfrac{m^6.a^6}{|6} + \ldots}{1 + \dfrac{m^2a^2}{|2} + \dfrac{m^4a^4}{|4} + \ldots}$$

Efectuando la división se tiene

$$c = \frac{T_1}{2\,.\,h} + h\,.\,E'^{\,2}\,\frac{p}{T_1}\left(\frac{m^2a^2}{2} - \frac{5\,.\,m^4\,.\,a^4}{24} + \ldots\right)$$

Despreciando los términos que siguen al segundo de la serie del paréntesis, escribiremos

$$c = \frac{T_1}{2 . h} + h . E' m^2 \left[\frac{p . a^2}{2 . T_1} - \frac{5 . p . m^2 . a^4}{24 . T_1} \right]$$

Designando por B el segundo término del paréntesis, se tendrá

$$c = \frac{T_1}{2 . h} + h . E' . m^2 \left(\frac{p . a^2}{2 . T_1} - B \right) = \frac{h . E' . m^2 . p . a^2}{2 T_1}$$

$$+ \frac{T_1}{2 . h} \left(1 - \frac{h . E' m^2 . 2 h}{T_1} \times B \right)$$

Teniendo en cuenta la fórmula [18], esta expresión se escribe

$$c = \frac{h . p . a^2}{2 . I} + \frac{T_1}{2 . h} \left(1 - \frac{2 . h^2}{I} . B \right)$$

Poniendo en vez de I su valor escrito más atrás, se tendrá

$$c = \frac{3 . p . a^2}{4 . h^2} + \frac{T_1}{2 . h} \left(1 - \frac{3}{h} . B \right) \qquad [32']$$

Esta fórmula nos dice que en este caso, la carga del material decrece cuando se verifica que

$$\frac{3}{h} \times B > 1$$

o sea cuando

$$B > \frac{h}{3} = \frac{e}{6} \qquad [33]$$

La cantidad que hemos designado por B, puede escribirse teniendo en cuenta [16], como sigue:

$$B = \frac{5 . p . a^4}{24 . D}$$

Poniendo aquí en vez de D su valor escrito al principio de este trabajo, se tiene

$$B = \frac{5 . p . a^4 . 3}{24 . 2 \frac{E}{1 - \sigma^2} \times h^3} = \frac{5}{16} \times \frac{p . a^4}{E' . h^3}$$

Teniendo en cuenta que

$$I = \frac{(2 h^3)}{12} = \frac{2 . h^3}{3}$$

el valor de B se escribirá

$$B = \frac{5}{16} . \frac{2 . p . a^4}{3 . E' . I} = \frac{5}{24} . \frac{p . a^4}{E' . I}$$

El segundo miembro de esta expresión define el valor de la flecha f al centro de una viga apoyada por sus extremos y sometida a la carga uniforme p sin tracción. En consecuencia podemos escribir

$$f > \frac{e}{6}$$

lo cual quiere decir que la tracción disminuirá la carga de la plancha cuando la flecha f correspondiente a la flexión sin tracción sea mayor que la sexta parte del espesor de la plancha.

Para $T_1 = o$ el valor de c resulta

$$(c)_{T_1 = o} = \frac{3 . p . a^2}{4 . h^2} = \frac{3 . p . a^2}{e^2} \qquad [34]$$

La desigualdad [27'] nos permite escribir

$$a^2 p > \frac{15 . e . E' . I}{2 . a^2}$$

Designando por l como se indica en la figura 1, la separación de los refuerzos de la plancha, esta expresión se puede escribir como sigue:

$$a^2 p > \frac{30 . e . E' . I}{l^2}$$

Poniendo en vez de I su valor

$$I = \frac{e^3}{12}$$

se tiene

$$a p^2 > \frac{30 \times e^4 \times E'}{12 . l^2} = \frac{5 \times e^4 \times E'}{2 . l^2}$$

Llevando esta expresión a la ecuación [28], se tiene

$$(c)_{T_1=o} > 5 \,.\, E' \,.\, \frac{e^2}{l^2}$$

de donde

$$e < l \sqrt{\frac{(c)_{T_1=o}}{5 \,.\, E'}} \qquad [35]$$

Fijando los valores de E' y $(c)_{T_1=o}$ de acuerdo con el material de la plancha, esta fórmula nos permite calcular el espesor e de la plancha, que no debe rebasarse para que la tensión T_1 no se sume a la carga de flexión en el caso de la figura 1.

Para el caso de la figura 2, la ecuación de condición es

$$\frac{5 \,.\, p \,.\, a^4}{24 \,.\, E' \,.\, I} > \frac{e}{6}$$

de donde

$$p \,.\, a^2 > \frac{4 \,.\, E' \, I \,.\, e}{5 \,.\, a^2}$$

poniendo en vez de a su valor en función de l y en vez de I el suyo en función de e, tendremos

$$p \,.\, a^2 > \frac{4 \,.\, E' \,.\, e^4}{15 \,.\, l^2}$$

Llevando este valor a la ecuación [34], se tiene

$$(c)_{T_1=o} > \frac{4 \,.\, E' \,.\, e^4}{5 \,.\, l^2 \,.\, e^2} = \frac{4}{5} \times \frac{E' \,.\, e^2}{l^2}$$

de donde

$$e > \frac{l}{2} \sqrt{\frac{5 \,.\, (c)_{T_1=o}}{E'}} \qquad [36]$$

Fijando los valores de $(c)_{T_1=o}$ y E' de acuerdo con el material de la plancha, esta fórmula nos permite calcular el espesor e de la plancha, que no debe rebasarse para que la tensión T_1 no se sume a la carga de flexión, en el caso de la figura 2.

La relación entre los límites de e, definidos por las desigualdades [35] y [36], es como sigue:

$$\frac{l \sqrt{\dfrac{(c)_{T_1=o}}{5 \,.\, E'}}}{\dfrac{l}{2} \sqrt{\dfrac{5 \, (c)_{T_1=o}}{E'}}} = \frac{2}{5}$$

lo cual quiere decir que el espesor e en el caso de la figura 2 es dos veces y media el correspondiente a la figura 1.

Las fórmulas [35] y [36] fijan el límite superior de e, y como de las [28] y [34] que definen a $(c)_{T_1=o}$ se deduce que

$$e = \sqrt{\frac{2 \,.\, a^2 \,.\, p}{(c)_{T_1=o}}} = l \sqrt{\frac{p}{2 \, (c)_{T_1=o}}}$$

y

$$e = \frac{l}{2} \sqrt{\frac{3 \,.\, p}{(c)_{T_1=o}}}$$

Igualando estos valores de e a los límites máximos definidos por [35] y [36], se tiene

$$\sqrt{\frac{(c)_{T_1=o}}{5 \,.\, E'}} > \sqrt{\frac{p}{2 \,.\, (c)_{T_1=o}}}$$

y

$$\sqrt{\frac{5 \, (c)_{T_1=o}}{E'}} > \sqrt{\frac{3 \,.\, p}{(c)_{T_1=o}}}$$

de donde se deduce que

$$p < \left[(c)^2_{T_1=o} \right]^2 \times \frac{2}{5 \times E'}$$

en el caso de la figura 1, y

$$p < \left[(c)^2_{T_1=o} \right]^2 \times \frac{5}{3 \times E'}$$

en el caso de la figura 2.

Poniendo en vez de E' el valor que corresponde al acero, que es

$$\frac{2.200.000}{1 - \left(\dfrac{3}{10}\right)^2} = \frac{220.000.000}{91} \,.\, \text{Kgs/cm}^2$$

y en vez de (c) $T_1 = o$ 1.000 Kgs/cm², resulta para la figura 1

$$p < \frac{2 \times 1.000.000 \times 91}{5 \times 220.000.000} = 0{,}1655 \text{ Kgs./cm}^2$$

y para la figura 2 se tiene

$$p < \frac{5 \times 1.000.000 \times 91}{5 < 220.000.000} = 0{,}6894 \text{ Kgs/cm}^2$$

Estas dos expresiones nos fijan la presión máxima p a que debe estar sometida la plancha para que sea posible que T_1 no influya en la carga de la plancha. Como se ve en el caso de la figura 2, el valor de p máximo es algo más de 4 veces el que corresponde al caso de la figura 1; pero de todos modos, el valor correspondiente al caso 2 es pequeño, ya que la presión de 0,6894 Kgs/cm² equivale a una columna de agua de

$$\frac{10{,}336}{1.033} \times 0{,}6894 = 6{,}898 \text{ metros}$$

inferior a la que soporta la parte baja de un mamparo estanco ordinario de un buque grande, y desde luego muy inferior a la correspondiente a la parte baja del mamparo de colisión. En consecuencia, en el estudio de los mamparos estancos de los buques grandes, se suman los esfuerzos de tensión a los de flexión. Por tanto, el cálculo de estos mamparos habrá que basarlo en la fórmula [27] o en la [32'], según sea la disposición de la plancha y los refuerzos.

Información Profesional

VISITA OFICIAL AL CANAL DE EXPERIENCIAS DE EL PARDO

El día 6 de noviembre fué visitado el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo por los señores Ministro de Marina, Almirante Moreno; del Aire, General Vigón; de Obras Públicas, señor Peña; de Gobernación, señor Galarza, e Industria y Comercio, señor Carceller.

Acompañaban a los señores Ministros altos cargos del Ejército, la Marina y la Aviación. Entre otras personalidades, asistieron a la visita el Director del Instituto Nacional de Industria, señor Suances; el Jefe del Alto Estado Mayor, General Dávila; el Almirante Moreu; el Subsecretario de Industria y Comercio, señor Granell, y el Director general de Comunicaciones Marítimas, señor Rotaeche; así como la mayoría de los almirantes de la Armada destinados en Madrid; altos cargos de la Dirección de Construcciones e Industrias Navales Militares, Dirección General de Comunicaciones Marítimas y Escuela Especial de Ingenieros Navales. En la visita estuvieron también presentes, especialmente invitados, los armadores y constructores navales nacionales más importantes.

El Excmo. Sr. Director de Construcciones Navales Militares, General Rocha, y el Jefe del Centro de Estudios y Proyectos, Coronel Alfaro, en unión del Director del Canal, señor López Acevedo, e Ingeniero del mismo señor Araoz, acompañaron a las ilustres personalidades en su visita, mostrándoles todas las dependencias e instalaciones del Canal y explicándoles detenidamente ante cada una de ellas las diferentes operaciones de trazado, confección y experimentación, con modelos de carenas y de propulsores que en el mismo se realizan, presenciando finalmente la ejecución de un ensayo con modelo autopropulsado.

Durante el curso de la visita fueron examinados algunos de los resultados altamente satisfactorios últimamente obtenidos con las modificaciones de carenas y propulsores, llevadas a cabo como consecuencia de ensayos efectuados en la ejecución de encargos encomendados al Canal.

Después de más de una hora de permanencia en el

establecimiento, los señores Ministros y altas personalidades que los acompañaban, abandonaron el Canal, quedando muy complacidos de la visita efectuada.

LA APLICACION DEL GASOGENO A LA NAVEGACION

Leemos en la Revista "Le Yacht", la continuación de un artículo publicado en la misma, en los números de agosto y septiembre, relativo a la aplicación del gasógeno a motores instalados en buques y embarcaciones metores.

En esta parte del artículo citado, que continuará en números sucesivos, se dan a conocer los tipos de gasógenos Piarson y similares, de tipo industrial y adaptados al servicio naval que nos ocupa.

La instalación de estos aparatos lleva consigo una pequeña reforma en las condiciones de funcionamiento térmico de los motores, consistente principalmente en un aumento de la tasa de compresión y en un aumento también de la magnitud del avance al encendido. El hecho indiscutible, es que la falta de gasolina para pequeñas embarcaciones y la de gasoil para embarcaciones mayores y barcos a motor, obliga a los Países europeos a la adopción del gasógeno.

LA CONSTRUCCION NAVAL EN LOS ESTADOS UNIDOS

El Presidente de la Oficina de Navegación Americana, Mr. Lennis Luckenbach, ha hecho unas declaraciones que leemos en el "Shippbnilding" de 28 de agosto de 1941.

Según ellas, en el año 1939 se construyeron en los Estados Unidos 28 buques, con unas 241.052 toneladas; en el año 1940 se entregaron 53 buques trasatlánticos, con unas 444.703 toneladas, y en los seis primeros meses del año 1941 se han entregado 40 buques de aquella categoría, con un tonelaje de 326.789 toneladas.

A primeros de julio estaban en construcción 751 buques mercantes trasoceánicos, con un tonelaje total de unos 6.000.000 de toneladas. Este total comprende la construcción ordenada por la Comisión Naval y el programa llemado de construcción urgente.

Aunque los precios de este gran programa no son aún conocidos, es interesante observar que hasta el 1.º de enero de 1941, la Comisión Naval había invertido en el programa de construcción de urgencia y en el programa de construcción normal, además de los contratos de creación y expansión de astilleros, una suma aproximada de 1.863 millones de dólares.

El coste del nuevo programa de 566 barcos que se harán próximamente, se estima aproximadamente en 1.246 millones de dólares.

COMPARACION DE ESCALAS DE DUREZAS

La Revista "Technique Moderne" de 15 de marzo de 1941, publica en su página 85 un gráfico de equivalencias de durezas Rockwell, Brinell y de P. P. H. (cociente de dividir la carga en kilogramos ejercida sobre una pirámide de diamante, de base cuadrada y ángulo en el vértice de 136°, por la superficie de la huella en milímetros cuadrados).

Este gráfico puede ser útil para el servicio del taller de Maquinaria donde no se disponga más que de un escleróscopo.

MOTORES DIESEL ALIMENTADOS CON GAS DE GASOGENOS Y DEL ALUMBRADO

Leemos en el número de la Revista "Auto Moto Avio", correspondiente al 15-30 septiembre 1941, que el Ministerio de Economía Alemán ha ordenado hace tiempo el estudio de la sustitución en motores de combustión interna del aceite combustible por gas de gasógeno o del alumbrado, siguiendo el ciclo Diesel sin transformación de la máquina o con transformación mínima.

El Profesor W. Pflanm ha resuelto este problema, consiguiendo el encendido de la mezcla por medio de una pequeña cantidad de gasoil introducida en los cilindros, por la misma pulverizadora ordinaria. Se ha comprobado que la reducción de potencia máxima en el caso de empleo de combustible gaseoso, es de un 20 por 100 o un 25 por 100, pero teniendo un mejor rendimiento que el motor de aceite, originario. La cantidad de nafta necesaria para producir la ignición, varía de 4 a 5 por 100 del consumo a plena carga normal de un motor Diesel de cuatro tiempos. Esta cantidad está determinada por el autor, teniendo en cuenta no sólo el mejor funcionamiento térmico de la máquina, sino también el funcionamiento de la bomba de combustible. Naturalmente, la regulación se hace sobre el gas y no sobre el aire carburante; dada la pequeña cantidad de nafta necesaria para producir el encendido, el motor Diesel de gas puede funcionar con un exceso de aire notablemente mayor que el de gas ordinario.

Para el funcionamiento con gas, es preciso un mezclador y para un mejoramiento de las condiciones de funcionamiento se necesita mejor regulación de la mezcla, variaciones del avance, etc. Pero, en general, todas las cámaras de combustión, se prestan al funcionamiento con gas y sólo en casos particulares ha sido necesario modificar las cabezas de los pistones y el perfil de la cámara de combustión.

Todo esto, respecto a motores de cuatro tiempos, mientras que para motores de dos tiempos la transformación no puede ser tan sencilla ni tan conveniente.

El peligro de auto-encendido es en estos motores menos que en los motores de gas puro, y por lo tanto, se puede conseguir una relación de compresión aún un poco mayor, que mejore el rendimiento térmico.

Recordamos a nuestros lectores que los motores Diesel con aspiración de gasógenos ya han sido montados en algunas Marinas, según hemos dado a conocer en las páginas de esta Revista.

REDUCCION DE GASTOS DE CONSTRUCCION EN FABRICACIONES INDUSTRIALES

Leemos en la Revista "Technique Moderne", del 15 de febrero de 1941, un interesantísimo artículo, editado por Mr. Charles Haragen, titulado "La reducción de los gastos de construcción en las fabricaciones industriales."

En él se trata de la mejora en la disposición del trabajo y de los elementos de maquinado en los talleres, a fin de conseguir dos objetivos:

1.° Disposición más lógica de las máquinas herramientas y de las instalaciones, para suprimir transporte, las paradas, etc.

2.° La introducción de métodos para controlar diariamente el avance del trabajo y todas las dificultades que lo retrasan.

Primero. *Disposición de los talleres.*—Debe tenderse a reducir las distancias que separan las operaciones y a suprimir lo más posible los transportes de las piezas entre los almacenes y los demás emplazamientos de trabajo. Para conseguir esto, hace falta realizar un plan de estudios, cuyas dos etapas principales son las siguientes:

1.ª Conocimiento exacto de la circulación de las piezas y artículos fabricados, desde los pañoles o almacenes donde se guardan los materiales, hasta el montaje en conjunto. Esta circulación debe ser conocida en sus menores detalles, a fin de notar por un procedimiento cómodo todos los desplazamientos del material, sus inmovilizaciones temporales, su paso por los servicios de control, y

Segundo. Establecimiento sobre la base del estudio apuntado más arriba, de un nuevo método de circulación, que suprima lo más posible las paradas, etc.

Aconseja luego el artículo de referencia el establecimiento de un gráfico de las operaciones tal y como se encuentran en la actualidad, y de otro gráfico modificado, ambos expresados en forma catenaria. Naturalmente el segundo ha de ser "a forciori" más corto que el primero.

Una vez establecido el gráfico modificado, debe realizarse, agrupando las máquinas que intervengan en las distintas operaciones de la pieza en construcción, en cadena o sucesivamente, teniendo en cuenta los medios de transporte de que se disponga. A este efecto se cita en el artículo de referencia, como ejemplo, una fabricación de bielas, que primeramente precisaba doce obreros para una producción diaria normal, y que merced a una modificación cuidadosamente estudiada, pudo reducirse a seis el número de operarios.

Tercero. *Producción y avance diario del trabajo.*—El estudio analítico del avance del trabajo diario, requiere las siguientes etapas:

1.° Se comienza por hacer el estudio de las piezas o materiales a ejecutar.

2.° Se establecen análisis de ejecución, indicando la sucesión de operaciones a efectuar, las máquinas a emplear y el tiempo previsto para estas operaciones.

3.° Según este análisis, se establece para cada una de las operaciones el tiempo previsto, el premio o el destajo.

4.° Puede colocarse en pizarra mural (donde haya muchos obreros), un gráfico que establece la carga de las máquinas, obtenida directamente de los premios, como en el grupo descriptivo de los cuadros Taylor, o bien anotando los tiempos de los premios de trabajo en bandas más o menos largas, que se fijan en los tableros.

5.° Se distribuyen los premios de trabajo en los talleres en el orden indicado por los cuadros.

Por último, el artículo de referencia describe con detalle algunos gráficos de organización de trabajo, con que suele ser el principal objeto de las Oficinas de Producción.

Hasta aquí el artículo de referencia.

Desde luego podemos afirmar, refiriéndonos principalmente a los talleres que interesan a nuestros lectores, que son los dedicados a Construcción Naval y de Máquinas marinas, que en casi todos los de importancia existe ya una Oficina de Producción, en la que de una forma u otra, se organiza científicamente la Fabricación.

Mr. Charles Haragen ha tenido un gran acierto en aparejar la disposición de las máquinas en el taller con el control del mismo por la Oficina de Producción. Ambas cosas se complementan y son, por decirlo así, los cónyuges del matrimonio fecundo, cuya descendencia será una abundante producción. La distribución racional de las máquinas en el taller tiene, además, una serie de ventajas secundarias, que redundan indirectamente en la reducción del coste de los productos manufacturados. La principal de todas ellas es la disminución asombrosa de ciertos gastos generales, principalmente los siguientes:

1.° El peonaje, verdadera plaga de los talleres de Construcción Naval, que hace aumentar los gastos generales de una manera solapada y muy difícil de corregir.

2.° La energía eléctrica, no sólo en los transportes de las grúas, sino también en los motores de las máquinas, sobre todo en los trabajos durante los turnos.

3.° La repetición de piezas pequeñas, que invariablemente se pierden en los talleres, sobre todo si las máquinas están distribuídas de una manera caprichosa y no hay un lugar determinado y sabido por todo el mundo para cada pieza, después de terminada cada operación.

4.° La utilización de las cuchillas y herramientas de corte, que puede ser mucho más ventajosa, evitando el establecimiento de muchos pequeños depósitos de herramientas, que procuran tener los obreros, sobre todo cuando trabajan a prima y tienen interés en no perder tiempo buscando la cuchilla o la herramienta necesaria.

La distribución de la maquinaria en los talleres de Construcción Naval y Máquinas marinas no puede es-

tar, desgraciadamente, como indica el artículo de referencia, supeditada exclusivamente a la fabricación de una pieza determinada. Dada la índole tan variable de piezas y trabajos como se exige en la construcción de un buque, la ruta de fabricación de las piezas tiene necesariamente que tener alguna sinusuidad a alguna vuelta atrás; pero naturalmente el Jefe de Trabajos debe reducir todo lo posible estas anomalías en las piezas de construcción más corriente.

Para la ordenación racional del taller son aconsejables los siguientes principios:

1.º Colocación de las máquinas por baterías, cosa que tiene las ventajas siguientes:

a) Posibilidad de dedicar un capataz o encargado para cada batería de importancia, que conoce perfectamente el trabajo a ejecutar y las posibilidades de las máquinas.

b) Indicación segura del sitio donde deben colocarse las piezas que esperan ser puestas en máquina y que pueden ser cogidas por cualquier máquina de la batería, ya que cualquiera de ellas puede hacer la operación que la pieza necesita.

c) Facilidad de verificar en cadena las operaciones en piezas conjuntas que requieran distintas posturas o asientos en el plato de la máquina.

d) Mucha mayor vistosidad y sensación de orden y limpieza en el taller.

Algunos detractores de este sistema de agrupación objetaban la necesidad del empleo de todas las transmisiones del taller y todo el alumbrado para caso de trabajar en turnos reducidos por la noche, pero esta objeción cae por su base modernamente, ya que todas las máquinas deben tener su motor independiente y en muchas su alumbrado también independiente.

2.º Disposición del taller en naves por trabajos homogéneos, por ejemplo:

Nave número 1: Trabajo de grandes piezas entre puntos, torneado de rotores, cigüeñales, ejes grandes, etcétera. En esta nave deben estar las grúas de mayor y mediana potencia y requiere además los mejores operarios y el capataz especializado en el centrado de piezas muy grandes y pesadas con posibles flechas peligrosas.

Nave número 2: Trabajo de piezas grandes en mandrinado, cepillado y taladrado. En esta nave se debe mandrinar y cepillar las grandes envueltas de turbinas, bloques y cárters de motores Diesel y piezas similares, que no tienen que salir para nada de esta nave, evitándose así las costosas y difíciles operaciones de traslados de nave a nave sobre vagonetas o zorros.

En esta nave se deben disponer las grúas de mayor potencia y los grandes mármoles de trazado.

Nave número 3: Nave de maquinado general con máquinas pequeñas agrupadas en baterías. En estas naves es donde deben estar los puestos de control y medida de las piezas pequeñas con sus mesas de trazado.

La disposición de la maquinaria del Taller según estas normas produce beneficios tangibles en la producción, de una manera inmediata y verdaderamente remuneradora.

La organización del taller desde la Oficina de Producción es el complemento de la disposición de los elementos de trabajo, pero debe ser usada con suma discreción y solamente por personal que tenga mucha práctica de años de talleres. La aplicación de una manera un poco impremeditada de métodos de organización estudiados en los libros por gente que no tenga mucha experiencia, en vez de allanar las dificultades prácticas de la Producción, puede dar lugar a un desbarajuste total, creando un entorpecimiento a la labor de los maestros y de los capataces.

Sin embargo, modernamente no se concibe un taller cuyo control no esté llevado por la Oficina de Producción, que debe tener las principales obligaciones siguientes:

1.ª Acopio del material necesario al desarrollo conveniente de la fabricación, activando en Forja, Fundición y Almacenes la entrega de las piezas que estén en fabricación.

2.ª Estudio técnico del maquinado de cada pieza, trazado de plantillas y herramientas especiales, dando las instrucciones por escrito a los capataces, haciendo los planos de las vitolas y preparando los planos recibidos de la sala de delineación para uso de los operarios.

3.ª Fijación de primas y proporcionar los datos necesarios de jornales y horas a la Oficina de Presupuestos.

4.ª Fijación del programa de fabricación, naturalmente bajo las órdenes del Jefe de Trabajos y sin disminuir las atribuciones de los capataces, que deben ser los encargados de repartir el trabajo.

Cuanto hemos dicho se refiere, desde luego, exclusivamente a los talleres de Construcción Naval y de Máquinas marinas, tal y como en la actualidad trabajan en nuestro País.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS CAMARAS DE COMBUSTION DE LAS CALDERAS

Leemos en la Revista "Die Warme", correspondiente al 13 de septiembre de 1941, un interesante artículo relativo al dimensionamiento de las cámaras de combustión de las calderas de vapor. En el citado artículo se preconiza que el volumen de la cámara de combustión se disponga disminuyendo en lo posible el área de la sección transversal y aumentando la altura de la cámara. El artículo se refiere a calderas para ser instaladas en tierra, de tipo moderno de circulación forzada o unitubular y dispuestas para quemar carbón con parrilla automática. El dimensionamiento de las cámaras de combustión de las calderas, siguiendo la norma antes dicha, presenta alguna dificultad de orden práctico en el encendido, por lo cual el autor preconiza el sistema de encendido lateral o bien la descomposición de la cámara de combustión en dos partes, una en donde se encuentren los tubos hervidores y otra donde se encuentren los economizadores, recalentadores de vapor y calentadores del aire comburente.

La teoría general más arriba expuesta, es también aplicable a calderas marinas, sobre todo a modernas

calderas de mucha producción de vapor por metro cuadrado de superficie de calefacción. Así, los proyectos de calderas La Mont, nunca bajan de una altura inferior a 4 metros, tanto en el caso de quemar carbón, como en el caso de quemar petróleo combustible.

En las grandes calderas de los buques de guerra, la altura viene limitada por la altura de la cubierta principal o del guarda calor de que se puede disponer.

El proyectista tiene que hacer verdaderos esfuerzos para dibujar, en puntal tan reducido como generalmente son los de los barcos de guerra, una altura de cámara que proporcione una buena combustión, sobre todo a los mecheros situados en la fila superior.

Muchas cortinas de humo que parecen haber sido hechas por destructores y otros buques rápidos adrede, han sido producidas "a forciori" por el empleo de los mecheros altos.

En la cámara de poca altura, la combustión tiene que ser casi siempre incompleta, por mucho aire de que se disponga, y también sucede que esta combinación química se termina estando ya los gases fuera de la caldera, o por lo menos de los haces de tubos, con lo cual el calórico desarrollado en esta última fase, queda sin aprovechamiento. En los torpederos de nuestra Marina de Guerra, suele suceder con frecuencia este fenómeno.

DECRETO SOBRE INSPECCION DE BUQUES MERCANTES

La Ley de 5 de mayo del corriente año, al estimular con eficacia notiria la construcción naval, requiere como complemento ineludible que el Estado vele sobre las factorías dedicadas a esa industria o soliciten implantarse, así como también el esfuerzo a que actualmente está sometida nuestra flota mercante, exige el cuidar de la seguridad del material que la integra y, lo que es más precioso, de las vidas humanas de los que la tripulan o transporta.

Justo es consignar que hasta la fecha esta misión importante y delicada no fué desatendida; pero la regulación pertinente decretada en 14 de enero de 1931, y cuya entrada en vigor debía de ser en abril del citado año, no tuvo efectividad por los desgraciados acontecimientos políticos de dicha fecha, viviendo desde entonces el servicio de Inspección de Buques de modo precario y provisional, que conviene reemplazar por otro definitivo, en consonancia con el apremio que el momento en que vivimos exige.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Industria y Comercio, y de acuerdo con el Consejo de Ministros,

DISPONGO:

Artículo 1.° Con el nombre de Ingenieros Inspectores de Buques Mercantes se designará el personal oficial legalmente autorizado por la Administración española para eefctuar cuantos reconocimientos y operaciones facultativas requiera la intervención del Estado en la Marina Mercante relativos a características y seguridad de los buques, siendo, por tanto, de su única y exclusiva competencia el realizar los arqueos, reconocimientos, pruebas de los buques y de los materiales dedicados a la construcción naval, valoraciones y señalamientos de las líneas de carga, todo ello con sujeción a los Reglamentos vigentes y futuros sobre Inspección de Buques.

Corresponde también a los Ingenieros Inspectores de los Buques Mercantes los estudios e informes técnicos oficiales sobre las factorías navales, así como respecto a diques, gradas y varaderos, todo ello de carácter privado, sin perjuicio de los que considere pertinentes el Ministerio de Marina en relación con la utilización de estas factorías para fines relacionados con la defensa nacional.

Art. 2.° Habrá un Ingeniero Inspector de Buques en cada provincia o grupo de provincias de los indicados a continuación, a excepción de Bilbao, Cádiz y Barcelona, que habrá otro en concepto de Auxiliar.

Las provincias o grupos de provincias serán las siguientes:

Norte:
- Provincia de Guipúzcoa.
- Provincias de Vizcaya y Santander.
- Provincia de Asturias.
- Provincias de Lugo y Coruña.
- Provincia de Pontevedra.

Sur:
- Provincias de Huelva y Sevilla.
- Provincias de Cádiz y Ceuta.
- Provincias de Málaga, Almería y Melilla.
- Provincia de Canarias.

Levante:
- Provincias de Alicante y Murcia.
- Provincias de Valencia y Castellón.
- Provincias de Barcelona, Tarragona y Gerona.
- Provincia de Baleares.

La residencia de los Ingenieros Inspectores de Buques Mercantes en cada una de las provincias o grupo de provincias señalados será, respectivamente, en: San Sebastián, Bilbao, Gijón, Coruña, Vigo, Sevilla, Cádiz, Málaga, Las Palmas, Alicante, Valencia, Barcelona y Palma de Mallorca.

Art. 3.° En la Dirección General de Comunicaciones Marítimas se crea la Inspección Central de Buques y Construcción Naval Mercante, la cual estará constituída por el Inspector General, un Subinspector y un Ingeniero Auxiliar, además del personal de oficina y delineación que se determine.

El Inspector general ocupará una de las plazas vacantes de Inspector general de Servicios Marítimos, y los demás, las que figuran consignadas en los presupuestos actuales.

Art. 4.° El personal Inspector de Buques del lito-

ral estará subordinado en el ejercicio de sus cargos a la Dirección General de Comunicaciones Marítimas por medio de las respectivas autoridades locales de Marina.

Para las cuestiones exclusivamente técnicas se podrán comunicar directamente la Inspección Central con las Provinciales.

Art. 5.° Serán incompatibles los cargos del Inspector de Buques con la Gerencia, Dirección o Administración de cualquier factoría o taller de construcción y reparación de buques, máquinas o calderas marinas, con el de Inspector de Compañías Navieras o representante de Asociaciones de esta clase y, en general, con todo cargo relacionado con las industrias marítimas que deba inspeccionarse por razón del suyo propio.

Art. 6.° El Inspector General de Buques y Construcción Naval Mercante será un Ingeniero Naval nombrado por el Ministro de Industria y Comercio, a propuesta, en terna, de la Dirección General de Comunicaciones Marítimas, con más de quince años de experiencia profesional: inspección, construcción o proyecto de buque o máquinas marinas.

Los cargos de Ingenieros Inspectores se proveerán por concurso entre los Ingenieros Navales que hayan desempeñado cargos de igual índole durante el tiempo mínimo de diez años. Para los Auxiliares serán suficientes cinco años.

El personal Inspector de Buques que actualmente desempeña dicho servicio, mediante nombramiento definitivo obtenido en concurso, seguirá en el desempeño del mismo hasta obtener la edad de jubilación. Esta será de sesenta y seis años, excepto para el Inspector General, que lo será a los setenta.

Las vacantes se proveerán primeramente en concurso de traslado, y las resultas, por concurso libre entre Ingenieros que no hayan cumplido cincuenta y seis.

Art. 7.° Por la Dirección General de Comunicaciones Marítimas se fijarán los aranceles a percibir por las Inspecciones, así como la distribución de los mismos.

Dichas tarifas serán, para los buques extranjeros, las que rigen en el Lloyd's y deberán percibirse en divisas. Los buques españoles abonarán, como máximo, la mitad de los extranjeros, sin que en ningún caso la tarifa sobrepase la que pagan en la actualidad.

Para la distribución de los mismos se fijará en cincuenta por ciento la parte que corresponde a quien ejecuta la operación. Del resto se separará una para las instituciones benéficas y personal auxiliar, repartiéndose el remanente entre todo el personal facultativo; pero atribuyendo al Inspector general un coeficiente de tres, y a los Suboficiales e Ingenieros de Bilbao, Cádiz y Barcelona, de dos.

Art. 8.° El Ministerio de Industria y Comercio, a propuesta de la Dirección General de Comunicaciones Marítimas, convocará, antes de transcurrir un mes de la publicación de este Decreto, y ajustado a las normas señaladas en el artículo 6.°, un concurso para proveer los cargos vacantes en el personal de Ingenieros Inspectores.

Art. 9.° Por el Ministerio de Industria y Comercio se dictarán las disposiciones oportunas que regulen la forma de proveer el personal que ha de auxiliar a los Ingenieros Inspectores de Buques Mercantes; se nombrará por concurso entre cantidatos capacitados que, siendo Maquinistas Navales o de la Armada, Maestros de Taller o Delineadores Navales, hayan desempeñado satisfactoriamente su profesión durante un cierto tiempo, que fijará el concurso, y que cumplan las debidas condiciones que en éste se especifican.

Art. 10. Por el Ministerio de Industria y Comercio se dictarán todas aquellas disposiciones complementarias a que haya lugar, como consecuencia de la aplicación del presente Decreto, quedando derogadas todas cuantas disposiciones anteriores sobre la materia se opongan a lo que determina el mismo.

Dado en Madrid a 7 de octubre de 1941.—FRANCISCO FRANCO.—El Ministro de Industria y Comercio, *Demetrio Carceller Segura.*

(Del *Boletín Oficial del Estado* núm. 325, pág. 9.104.)

LABOR DESARROLLADA EN EL CANAL DE EXPERIENCIAS HIDRODINAMICAS DE EL PARDO

Por juzgarlo de interés, damos a continuación algunos datos referentes al funcionamiento del Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo.

Al reorganizarse, una vez terminada la guerra de liberación, los servicios referentes a las construcciones navales y crearse la Dirección de Construcciones e Industrias Navales Militares, el Canal de Experiencias Hidrodinámicas, que con anterioridad había estado regido por un Patronato, quedó afecto al Centro de Estudios y Proyectos, dependiente de dicha Dirección, organismo dentro del cual desenvuelve actualmente su actividad.

Los primeros trabajos que hubo de realizar el Canal dentro de su nueva organización, fueron necesariamente los dedicados a la reparación de los desperfectos ocasionados en el mismo durante los tres años de guerra. La oportunidad que brindaba la realización de estas obras fué aprovechada para mejorar y ampliar algunas de las dependencias, a fin de satisfacer necesidades que ya se habían dejado sentir en su primera etapa de funcionamiento.

Complemento de estas obras ha sido la construcción en edificio aparte de un comedor colectivo, con viviendas para el conserje y guarda, actualmente en curso de ejecución.

Después, hubo de atenderse a la reorganización del personal. Las mayores facilidades que para su desenvolvimiento ha encontrado el Canal en la nueva organización, han permitido cubrir con la debida amplitud los servicios de personal, a excepción, desgraciadamente, de servicios tan importantes como los de Ingenieros y Delineación, en los cuales la extraordinaria

escasez de personal de una parte, y la enorme demanda del mismo, por otra, han sido para este Centro, como para otros Establecimientos dedicados a la Construcción Naval, insuperable dificultad que ha obligado a conformarse, por el momento, con un número de técnicos muy por debajo de los que las necesidades de trabajo requieren.

Dificultad también importante y que, si bien en parte vencida, obliga a llevar un ritmo de trabajo más lento del que en otras circunstancias hubiera podido alcanzarse, dadas las posibilidades con las que el Canal cuenta actualmente, ha sido el problema de adquisición, dentro del conflicto mundial, de la parafina necesaria para la confección de los modelos, la cual, como se sabe, debe reunir determinadas condiciones de pureza y punto de fusión.

No obstante las dificultades indicadas, la cantidad de trabajo desarollada por el Canal ha sido muy superior a la observada en su primera época de funcionamiento anterior a la guerra.

Las cifras que siguen se refieren al primer semestre del presente año, si bien debe hacerse observar que la intensificación de los trabajos corresponde, principalmente, a estos últimos meses.

Durante esta etapa se han construído 17 modelos de carena y se han efectuado 63 ensayos, de ellos 35 de remolque, 5 de propulsor aislado y 23 de autopropulsión. El número de corridas efectuadas con el carro remolcador sobrepasa la cifra de 1.000. Estas experiencias corresponden, tanto a encargos de entidades oficiales como particulares.

Normalizado el funcionamiento del Canal, se ha iniciado últimamente, con carácter sistemático, el estudio comparativo de formas de carena y propulsor, ensayando, conjuntamente con las que proponen los clientes, formas proyectadas por el Canal. Este trabajo, cuya iniciativa, caso de que no venga expresada por el cliente, corresponde al Canal, que lo emprende por su cuenta como trabajo propio de investigación, se efectúa sistemáticamente, como queda dicho, en aquellos casos en que el análisis de las formas de carena o del propulsor recibidas del cliente, indica como probable una posible mejora de las mismas. Caso de que la experimentación con las formas modificadas confirme la economía prevista, ésta se hace presente al cliente, el cual, si lo desea, puede hacerse cargo de las nuevas formas, abonando entonces el importe de la experimentación complementaria efectuada.

Todos los trabajos de este género emprendidos hasta la fecha lo han sido con éxito, habiéndose logrado en todos ellos economías apreciables de potencia. En uno de los casos últimamente estudiados, la economía de potencia conseguida tan sólo con la modificación de la carena, alcanzó a un 12,3 por 100. Dicha economía, para el caso de que se trata, ha de equivaler aproximadamente a un ahorro anual de combustible de 893 toneladas (supuesto: 240 días de navegación al año, y un consumo de combustible de 165 gr CV^{-1} h^{-1}), es decir, en pesetas, 440.000, y que por afectar a dos unidades se elevará a la respetable cifra de 880.000 pesetas de ahorro anual. El importe de la experimentación complementaria correspondiente a este caso es tan sólo de 6.900 pesetas (1).

Aparte de los trabajos de experimentación cuya ejecución constituye, naturalmente, la labor fundamental desarrollada por el Canal, éste lleva a cargo de su Biblioteca, un servicio de información donde se recoge toda la actividad mundial relativa a las cuestiones de resistencia a la marcha y propulsión de buques. Un resumen, en forma análoga a los anteriores Indices Bibliográficos ya publicados, aparecerá en breve, conteniendo toda la información corespondiente a los años 1936, 1937, 1938, 1939 y 1940.

Por último, siendo deseo de la Dirección de Construcciones Navales que el Canal de Experiencias reúna los elementos de experimentación más completos, existe el propósito de dotarlo en el plazo más breve posible de instalaciones para ensayos de cavitación y para formación de olas. Asimismo, se proyecta una prolongación del canal, cuyas dimensiones actuales son 210 × 12,50 × 6,50 metros.

---

(1) La economía que se indica se refiere a la potencia de remolque corregida para un grado de rugosidad h = 0,20. De referirse a la potencia sin efectuar dicha corrección, como es usual en cifras dadas por otros Canales, dicha economía ascenderá a 13,77 por 100.

Información General

PROXIMA INSTALACION DE NUEVOS ASTILLEROS

Nos enteramos que una muy importante Sociedad bilbaína que hasta la actualidad ha estado alejada de la Construcción Naval propiamente dicha, aunque suministrando desde hace mucho tiempo tuberías para buques de guerra y mercantes, ha decidido instalar unos astilleros cerca del puerto de Bilbao.

La capacidad de estos astilleros no habrá de ser, por el momento, muy grande. Se limitarán a buques de pequeño y mediano tonelaje, cuyas tracas, cuadernas y demás elementos serán construídos en los talleres de la citada Sociedad y transportados luego a las gradas situadas naturalmente en el mismo litoral.

Dada la importancia de los Talleres y Fundición de la Sociedad de que se trata, la maquinaria de muchos de estos buques habrá de ser construída por esta misma firma.

Deseamos a estos nuevos Astilleros una vida próspera.

■ ■ ■

También nos enteramos de que han sido adquiridos los terrenos para la construcción de otros Astilleros, emplazados en la ría de El Ferrol del Caudillo, cuya principal actividad habrá de ser la construcción de pequeños buques costeros y embarcaciones de todos los tamaños para la pesca, incluyendo las parejas grandes de alta mar y hasta los bacaladeros.

■ ■ ■

Por último, igualmente llega a nuestro conocimiento que un grupo de capitalistas coruñeses intenta construir unos nuevos Astilleros, que estarían emplazados en la misma capital gallega.

La capacidad de trabajo de esta última factoría ha de abarcar también la construcción de buques de tamaño mediano, sobre todo en la especialidad de barcos de carga.

Como ven nuestros lectores, el desarrollo de la Industria Naval en España continúa de una manera ininterrumpida; pero es preciso que al ritmo que se desarrolla la construcción de barcos se desarrolle también, por un lado, la producción de acero, y, por otro, la construcción de maquinaria; problemas estos dos últimos de mucha compejidad, pero de resolución necesaria y perentoria.

UNA BOTADURA ORIGINAL

Hace unos meses se procedió en los astilleros del señor Bengoechea, situados en la margen derecha de la ría de Bilbao, a la botadura del "Alejandro III", tercer buque de este nombre, construído en los citados astilleros, que dirige técnicamente nuestro querido compañero D. Arturo Pombo y Angulo.

La grada está situada en el lado de tierra de la carretera de Las Arenas, distanciada del margen de la ría más de una treintena de metros, y emplazada entre las huertas colindantes, como puede verse en la fotografía número 1.

Este emplazamiento exige el corrimiento de los buques que se vayan a botar, atravesando toda la carretera, y el lanzamiento de los mismos desde el pretil del muelle a la ría, sin que existan posibilidades de montar imadas, que habían de entorpecer la activa navegación por una tan importante vía fluvial como es la ría de Bilbao.

Hasta el año pasado no se habían construído en los astilleros que nos ocupan más que buques de escaso tonelaje, cuya construcción era posible en ellos y cuya botadura presentaba un problema difícil, pero no extraordinario. Así, los primeros barcos fueron botados con ayuda de una grúa flotante de 100 toneladas, que suspendía todo el casco, ya que el peso de éste era inferior a la citada cifra.

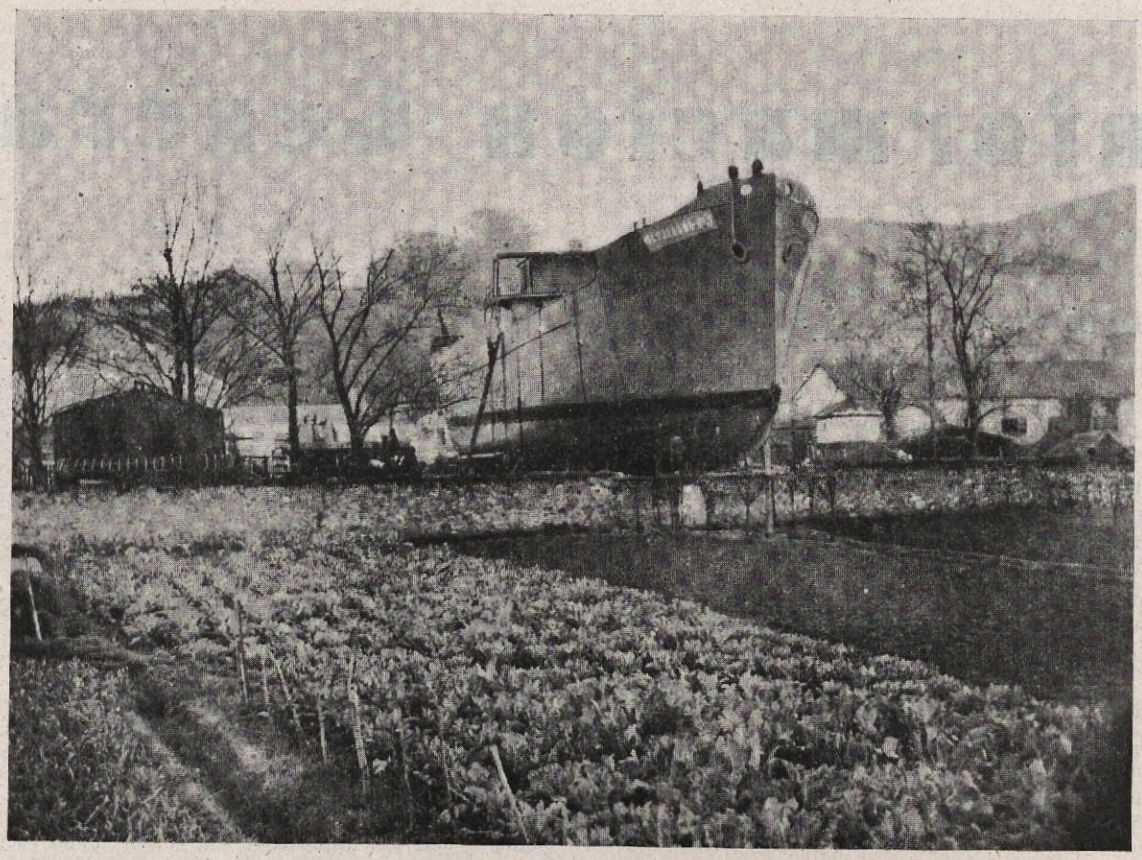
Pero en la botadura del "Alejandro III" se presentaron una serie de dificultades extraordinarias, debido a que el peso del casco, en el momento de ser botado, pasaba de las 500 toneladas y que la eslora del mismo era de 60 metros.

Estas dificultades fueron obviadas brillantemente por la constancia y la inteligencia del Sr. Pombo, quien consiguió el lanzamiento felizmente, de tal modo, que en pocas semanas el buque estuvo listo para navegar, como está haciendo desde hace varios meses.

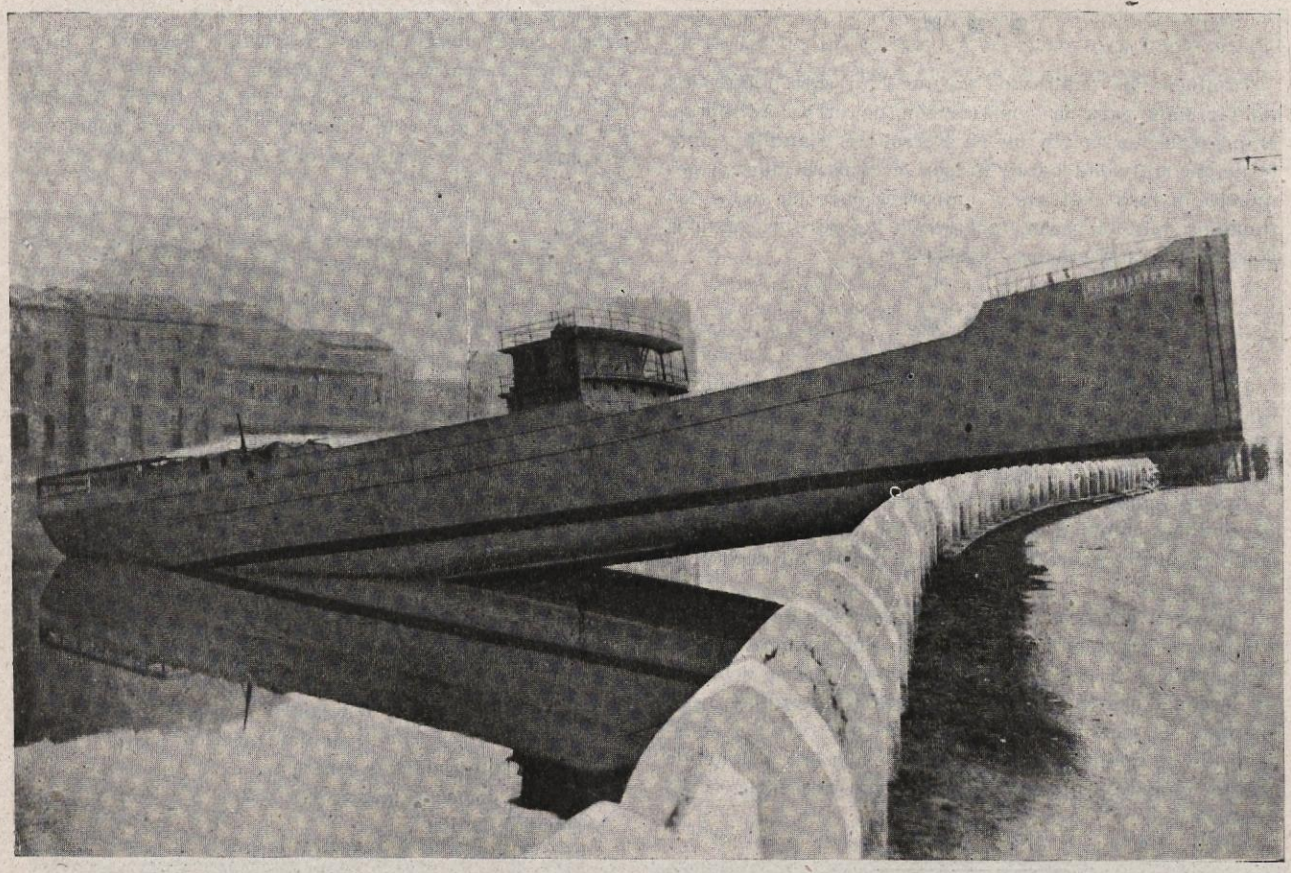
Las características del "Alejandro III" son las siguientes:

Eslora, 60 metros.
Manga, 9,8 metros.
Puntal hasta la cubierta principal, 4,7 metros.
Puntal hasta la cubierta de castillo, 5,8 metros.
Arqueo bruto, 867,63 toneladas.
Arqueo neto, 479,62 toneladas.
Peso muerto, 1.350 toneladas métricas.
Porte, 1.200 toneladas métricas.
Potencia de la máquina, 500 IHP.
Velocidad, 9 Kn.

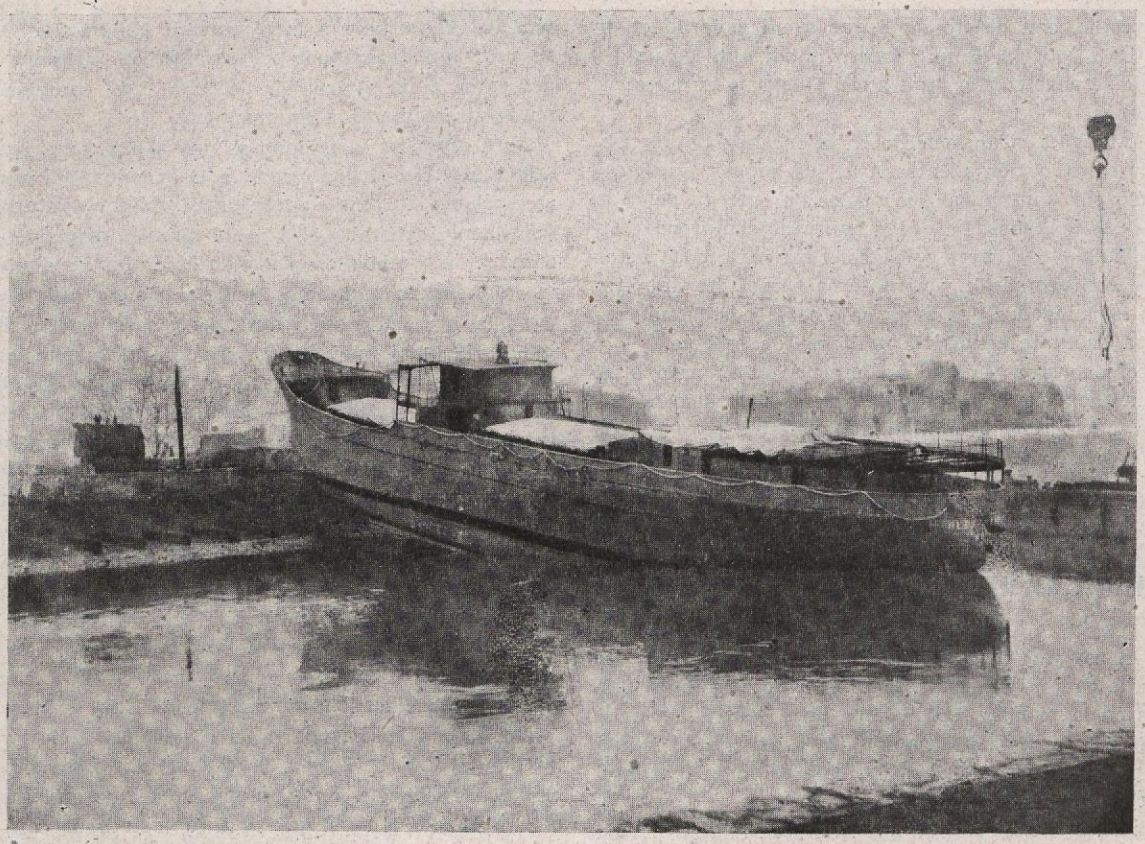
Para efectuar el lanzamiento se construyó un cami-



Vista, desde el lado de tierra, del "Alejandro III", en grada.



El buque costero "Alejandro III" en un momento emocionante de su botadura.



El costero "Alejandro III", visto de popa, al iniciar la última etapa de su botadura.

no de rodamientos sobre rodillos de ejes, naturalmente perpendiculares al plano diametral del buque. Cada uno de los rodillos constaba de tres piezas independientes, y todas giraban entre el camino de rodadura y una tablazón colocada por debajo de la quilla.

En el paramento del muelle de la ría se colocaron fuertes retenidas para el amarre de unos grandes aparejos cuya tira era cobrada con la ayuda de diversos procedimientos, hasta que el buque basculó sobre su punto de giro previamente calculado, apoyando su popa sobre el agua.

Dada la grandísima dificultad de la operación, que invirtió bastante tiempo, la marea no permitió continuar la botadura aquel mismo día, quedándose el buque en la posición que indica la fotografía número 2.

A la marea siguiente, y con ayuda de una grúa flotante de 100 toneladas, como puede verse en la fotografía número 3, se consiguió lanzar al agua la totalidad del buque, que quedó flotando sin novedad.

Los trabajos de la botadura fueron dificultados por la premura con que ha de hacerse esta operación, habida cuenta del enorme tráfico que tiene la carretera de Las Arenas, que totalmente ha de interrumpirse durante estos lanzamientos.

Sin embargo, y a pesar de todas estas dificultades, el "Alejandro III" está navegando y cumpliendo a completa satisfacción los servicios a él encomendados.

DESGUACE DE LOS TRANSATLANTICOS "ARGENTINA" Y "URUGUAY"

Nos enteramos de que estos dos veteranos transatlánticos, propiedad de la Compañía Transmediterránea, y que fueron hundidos por la Aviación Nacional en el puerto de Barcelona, iban a ser remolcados hasta Cádiz, con objeto de sufrir en este puerto un detenido reconocimiento en dique, que permitiera dictaminar sobre la conveniencia de desguazar estas dos unidades, o bien hacerles una reparación a fondo, tanto en su casco como en su aparato motor, a fin de dejarlos en estado perfecto de prestar servicio.

Estos transatlánticos fueron construídos en Inglaterra por el año 1912, y tiene como maquinaria propulsora, máquinas alternativas con turbinas de escape.

La Compañía Transatlántica ha decidido por fin proceder al desguace de estos buques, y ha anunciado ya en la Prensa diaria el oportuno concurso para el "Uruguay".

CONSTRUCCION DE BUQUES PARA EL EXTRANJERO

Tenemos entendido que se hallan muy adelantadas las negociaciones que una de nuestras más importantes Empresas Constructoras sostiene con el Gobierno de un

país vecino, con objeto de llegar a un acuerdo en la orden de ejecución de un número importante de unidades que se construirán para aquel Gobierno en nuestros Astilleros.

Se ha llegado a un acuerdo en la cuestión de los precios de construcción y entrega de los buques, quedando tan sólo por puntualizar los plazos de entrega de cada una de las unidades. La orden habrá de comprender algunos buques de carga y petroleros; casi todos estos barcos, con propulsión por motores Diesel. El valor total de las unidades que sería objeto del posible contrato pasa bastante de los 100 millones de pesetas.

Hacemos votos por que se llegue a un acuerdo total y dichas negociaciones cristalicen en una orden de ejecución, que habrá de ser de sumo interés para ambos países y para el desarrollo de nuestra Industria Naval.

TURBINAS DE COMBUSTION INTERNA

En la revista "Brown Boveri" correspondiente a los meses de enero, febrero y marzo de 1940 se publica una reseña de la primera instalación, para central térmica, de turbina de gas y alternador que construyó la citada casa con destino a la municipalidad de Neuchatel (Suiza).

Ahora nos enteramos de que la citada instalación ha trabajado durante casi un año (naturalmente, no de una manera continua, dada la escasez de combustible líquido que hay en Suiza) a plena satisfacción de los encargados del servicio eléctrico de la citada municipalidad.

El grupo turbo-alternador fué expuesto en la Exposición Nacional de Zurich de noviembre de 1939, en donde tuvimos ocasión de verle funcionar y hasta de manejarlo, pues no se enseñaba solamente, sino que se instalaron convenientemente todos los servicios auxiliares, de tal modo, que el grupo podía funcionar hasta con carga.

En líneas generales, la turbina de gas funcionaba según el sistema de presión constante y volumen variable, y constaba de los siguientes elementos:

1.° Una cámara de combustión bastante voluminosa, en donde se disponía un quemador de petróleo de calderas, y que estaba en comunicación con un enorme ventilador, del que luego hablaremos, por dos tomas: una de aire primario, que sirve de comburente, y otra de aire secundario, que no tiene más objeto que reducir la temperatura elevadísima de los gases. Por el otro extremo estaba en comunicación con la entrada de la turbina.

2.° La turbina de gas propiamente dicha, de tipo mixto, con paletas clásicas "Brown Boveri". La turbina exhaustaba la atmósfera; su eje rotor se prolongaba por la parte que pudiéramos llamar de popa, para acoplarse directamente a:

3.° Un ventilador centrífugo de múltiples secciones, o sea casi una turbina invertida, muy voluminosa, y que suministraba el aire a la cámara de combustión. El eje se prolongaba también por su extremo de popa para acoplarse a un alternador de 3.000 kw., también acoplado directamente a su excitatriz.

Para arrancar la turbina se usaba la excitatriz como motor eléctrico, hasta lanzar a la velocidad de régimen al conjunto turbina-compresor-alternador-excitatriz. El ventilador inyectaba aire en el circuito primario de la cámara de combustión, pasando éste después al mechero, alimentado por una pequeña bomba auxiliar de combustible. La temperatura que se producía en la cámara de combustión era superior a 2.000°, por lo cual, y para defender el material, era necesario la adyunción del aire secundario, destinado a rebajar la citada temperatura a unos 550°, con la cual entraban los gases en la turbina.

La presión de la descarga del ventilador y la de la entrada de la turbina eran, pues, prácticamente iguales; pero el volumen específico de los gases había crecido notablemente, de tal manera, qué el trabajo térmico estaba representado por la presión constante multiplicada por la diferencia de volúmenes específicos.

La manejabilidad del grupo y su reducido tamaño, dada la potencia, nos impresionaron de tal manera, que previmos a primera vista en la turbina de gas un competidor del motor Diesel, de tal pujanza para servicios navales, que podía anular aquella clase de máquinas en pocos años. Sin embargo, una vez estudiado con detenimiento el funcionamiento, dedujimos por cálculos, y después nos fué conformado directamente por los representantes de la citada casa Brown Boveri, que el rendimiento no pasaba del 18 por 100 para una temperatura de entrada de los gases de 550°. A 800° el rendimiento podía haber subido hasta 24 por 100; pero el material se hubiera resentido seguramente, no pudiéndose en la práctica, hasta el momento, pasar de 550 a 580°.

Se comprende este bajo rendimiento teniendo en cuenta la mucha energía necesaria para mover el ventilador, y el rendimiento no muy elevado del ciclo de presión constante.

Comparando las cifras de consumo con las de un motor Diesel corriente, resulta que si una de estas máquinas puede consumir alrededor de los 170 gms. por HP. hora, la turbina de gas consumirá casi los 340 gms., también por HP. y por hora.

Por el contrario, sobre el motor Diesel tiene las ventajas del menor peso y menor espacio, el menor coste y la mayor sencillez de trabajo, prescindiendo, naturalmente, del aparato de arranque.

Hasta el momento actual, la turbina de gas tiene su campo de acción en aquellas ocasiones en las cuales el consumo específico no tenga importancia, como sucede, por ejemplo, a las centrales de reserva. No conocemos, de momento, ninguna instalación marina con esta clase de maquinaria principal; pero pudiera ser que en un futuro no muy lejano se utilice la turbina de gas como propulsora en buques, sobre todo de guerra.

POSIBLE HABILITACION DEL "NORMANDIE" COMO PORTA-AVIONES

Leemos en la Prensa diaria que el Gobierno americano tiene la intención de transformar el supertransatlántico "Normandie" que, como saben nuestros lectores, fué incautado por el Gobierno yanqui, en buque porta-aviones, y agregarlo así transformado a la Escuadra americana.

Hace algunos meses se aseguraba que las autoridades de Nueva York deseaban convertir la instalación turbo-eléctrica del citado supertransatlántico en una central que suministrase energía a la ciudad. Por lo visto las autoridades americanas disputan entre sí sobre el aprovechamiento de este buque.

Prescindiendo del punto de vista legal y moral de la decisión de las autoridades americanas, cuyo comentario no tiene cagida en las páginas de esta Revista, y ciñéndonos sólo al aspecto técnico, creemos de mejor utilización el "Normandie" como buque porta-aviones que como central eléctrica urbana.

Sin embargo, las obras necesarias para la habilitación como porta-aviones de un buque del porte del "Normandie", con tantas superestructuras y tanta cubierta por encima de la principal, es un problema que requerirá un detenido estudio y mucho trabajo. Para habilitar una cubierta de despegue de una eslora apropiada es necesario desguazar casi toda la lujosísima acomodación de este supertransatlántico.

Como técnicos navales, preferiríamos el empleo del "Normandie" como central eléctrica, ya que el buque podría volver el día de mañana a navegar haciendo su servicio ordinario, mientras que si el buque se convierte en porta-aviones difícilmente volverá a ser el más elegante transatlántico y uno de los mayores del mundo.

EL TRABAJO NAVAL EN GUIPUZCOA

En la provincia marítima de Guipúzcoa la Industria Naval ha adquirido este año una actividad desconocida hasta ahora, a pesar de las dificultades en las primeras materias, que son grandes, y la falta de elementos, debido a las circunstancias actuales.

Claro es que la referida industria se limita a la construcción de buques de pequeño tonelaje, ya que sus puertos no admiten otra cosa, y no es posible en ellos la creación de grandes Factorías. Sin embargo, dentro de las posibilidades de sus astilleros, en cuanto a tonelaje máximo de construcción, abunda el trabajo en forma tal, que éstos no pueden dar abasto a los muchos pedidos con que cuentan. Así, se han terminado, o están en vías de construcción, desde primeros del año en curso, en la provincia de Guipúzcoa: 38 pesqueros con casco de madera y mayores de 20 toneladas, cuyo arqueo total es 2.400 toneledas, y cuatro pesqueros más, de acero, con unas 900 toneladas de arqueo; además de dos buques costeros, cuya construcción se ha empezado recientemente. Otro pesquero, también de acero, de 144 toneladas, ha terminado la instalación de su motor y está dispuesto para prestar servicio. Se ha reconstruído casi por completo un aljibe, que ha sido transformado en barco de carga de 200 toneladas de arqueo; se sigue a flote la terminación de un yate de 150 toneladas, aproximadamente; se han hecho grandes reparaciones en dos buques de cabotaje de 336 y 944 toneladas, respectivamente; otras de menor importancia en los barcos de la P. Y. S. B. E., y algunos trabajos en buques pertenecientes a la Compañía Transmediterránea. Están esperando turno o materiales para su construcción: seis pesqueros de casco metálico, de unas 150 toneledas cada uno, que fueron hace tiempo contratados, ocurriendo lo mismo con otros varios de madera; y se han construído un sinnúmero de embarcaciones a motor de menos de 20 toneladas; dos traineras para regatas y 23 balandros de pequeño tonelaje, construcciones estas dos últimas que no dejan de indicar el desarrollo que va tomando la afición por el deporte y los asuntos marítimos.

Entre todos los astilleros de la provincia de Guipúzcoa en este período de tiempo solamente los de Luzuriaga, de Pasajes, se han ocupado en la construcción de barcos de acero; Balenciaga, de Zumaya, que también se dedicaba a esta clase de construcciones, no han reanudado todavía sus trabajos, y se limita a algunas reparaciones y a construir guardacalores y accesorios. Lo mismo ocurre a los talleres de Unanue, de la citada localidad, y a los de Lasa, de Pasajes. En cambio, para la construcción de barcos de madera existen una porción de pequeños astilleros diseminados por la costa que en la actualidad trabajan activamente, contándose entre ellos los siguientes: El de Egaña, de Motrico, que es el que mayor volumen de obras tiene en la actualidad; tres en Zumaya, uno en Guetaría, dos en Orio, otros dos en Pasajes y uno en Fuenterrabía, además de otros varios que se dedican exclusivamente a la construcción de embarcaciones de madera.

Por lo que se refiere al trabajo de reparaciones navales, solamente Luzuriaga tiene en la actualidad más de una docena de pesqueros entre manos, y en espera de turno, muchos otros más, que deberán entrar en el dique. Estos astilleros y todos los demás apenas bastan, a pesar de su buena voluntad, para corresponder a las enormes demandas de trabajo de reparaciones que en la actualidad existen por parte de los armadores de la flota pesquera de la provincia de que tratamos, pues el buen rendimiento obtenido actualmente por la industria pesquera hace que sus armadores aprovechen, para mejorar en todo lo posible las condiciones de sus barcos.

Respecto a los aparatos motores, los talleres de Lasa están construyendo cuatro equipos completos de máquinas, calderas y aparatos auxiliares, y todos los demás talleres en general muestran una gran actividad, construyendo otros varios, aparte de los ya construídos, que se están montando. Los talleres de Yeregui Hermanos, de Zumaya, por su parte, tienen encargados cuatro motores Diesel de 12 HP. y 12 de 40 HP., con destino a la Marina de guerra, y han construído, o están para construir, 94 más para buques pesqueros, cuyas potencias oscilan entre 12 y 110 HP.

Conforme pueden ver nuestros lectores, el panorama de la Construcción Naval en la actualidad en la provin-

cia marítima de Guipúzcoa no puede ser más halagüeño con relación a la capacidad de sus astilleros y talleres. Esta actividad se ve frenada, sin embargo, por la falta de materiales, principalmente de aceros, base de la construcción naval.

CONSTRUCCION DE BARCOS COSTEROS

Como publicamos oportunamente en nuestro número de INGENIERÍA NAVAL correspondiente al mes de noviembre, en los astilleros de Valencia, de la Unión Naval de Levante, se construyen cuatro buques costeros de unas 420 toneladas de arqueo cada uno de ellos.

También en los astilleros Luzuriaga se construyen en la actualidad otros tres buques de esta clase con destino a "Costeros Levante, S. A." y Victorio Luzuriaga. Son, pues, siete los buques costeros que en la actualidad se están construyendo. Todos ellos están provistos de un motor Diesel de unos 300 BHP., fabricado por La Maquinaria Terrestre y Marítima en sus talleres de Barcelona.

El coste aproximado de cada uno de estos buques es de 990.000 pesetas, sin incluir el precio de la maquinaria propulsora, que puede estimarse en unas 300.000 pesetas en números redondos. El valor total, por tanto, de los siete buques viene a resultar de unas 5.160.000 pesetas.

Tenemos también noticias de que en los Astilleros de Cádiz se construye otro buque costero, con lo cual el número de esta clase de buques en construcción se eleva a ocho.

NUEVO BUQUE CON GASOGENO

Los astilleros Burmeister Wain, de Copenhague, acaban de recibir de un armador danés la orden de ejecución de un buque de carga de unas 3.000 toneladas con motores alimentados por gasógeno. La potencia de estos motores será de 625 HP., y aspirarán del generador por medio de aparatos especiales de aspiración. Se empleará como carburante el cok, la antracita y otros carbones.

Revista de Revistas

CONSTRUCCION NAVAL

CORROSION ELECTROLICTICA EN LAS ESTRUCTURAS DE LOS BUQUES, por J. C. *(La Tecnique Moderne,* 15 de febrero 1941, y *Shipbuilding,* octubre 1941.)

Debe distinguirse el ataque corrosivo en general del hierro o del acero, fenómeno llamado oxidación, del ataque localizado, fenómenó llamado corrosión.

Oxidación y corrosión.—Es el deterioro del hierro o del acero debido a la acción química del medio, generalmente el aire o el agua. Se forman casi siempre dos óxidos de hierro: un hidróxido ferroso negro o verde y un hidróxido férrico rojo. La mezcla de estos óxidos es lo que constituye la oxidación, conteniendo, además, generalmente, partículas de otros cuerpos, como carbono, cal, silicio, etc.

Se admite hoy que este fenómeno es electroquímico y que existe una diferencia de potencial entre el metal y el medio que le rodea, pudiéndose sentar las siguientes bases:

1.ª La formación del óxido, exige agua y oxígeno; para que se produzca en el aire, hace falta que este aire contenga al menos trazas de humedad; en el agua hace falta que ésta contenga oxígeno en disolución (cosa que ocurre en todas las aguas naturales).

2.ª La oxidación es más rápida en las soluciones ácidas que en las neutras y menos rápida en las soluciones alcalinas.

3.ª Se forman generalmente películas delgadas protectoras, de sólidos o gases, en las superficies del metal.

4.ª Si estas películas protectoras o cualquiera otra capa se rompe en un sitio determinado, la corrosión que resulta allí, es mucho más rápida que sería la oxidación de la superficie entera, si hubiera estado expuesta al ataque.

5.ª Las diferencias locales de composición en el acero o en el hierro, o bien el contacto de aquél con otros metales, ocasiona una corrosión local.

Oxidación y corrosión en el aire.—El hierro expuesto al aire puro se recubre de una capa delgada de óxido que lo protege contra el ataque.

Es mecánicamente poco resistente y constituye una protección insegura. Además, si el aire contiene cierta cantidad SO_2, el ataque es tanto más rápido cuanto mayor es la cantidad de esta materia. En el artículo de

referencia se inserta un grácico que indica la influencia del anhídrido sulfuroso en la corrosión.

Oxidación y corrosión en el agua.—Los iones de hidrógeno del agua, reemplazados por iones de hierro, constituyen alrededor de la pieza una película protectora; pero si existe oxígeno en disolución se destruye; el fenómeno de la electrolisis continúa, activado, entonces, por la presencia de sales en disolución.

Influencia de las sales disueltas.—En el artículo de referencia, se enseña un gráfico que muestra la influencia del valor de pH (Potencial de hidrógeno) en la corrosión. Se ve que existen tres zonas de influencia: La primera corresponde a un valor de pH menor de 4,3, que produce una corrosión rápida; esta es la zona ácida. La segunda se produce con un valor de pH comprendido entre 4,3 y 10, corrosión mediana, que corresponde a la zona neutra; y la tercera está constituída por un valor de pH mayor de 10, corrosión neutra, o sea la zona alcalina. Aquí se ve la enorme influencia que tiene la composión del agua de mar en el ataque a los cascos de los buques.

Corrosión localizada.—a) La diferencia de potencial entre el metal sumergido y la de las soluciones, depende de la naturaleza del metal. Si se toma arbitrariamente al hidrógeno como O, se pueden ordenar los diferentes metales, según una serie electroquímica, lo que significa prácticamente, que si un metal cualquiera está en contacto con alguno de los que le siguen en la serie, el primero tendrá tendencia a corroerse, mientras que el segundo no será atacado, siendo protegido, por tanto, por el primero.

La serie es la siguiente:

ELEMENTOS	Potencial en voltios
Cinc	— 0,76
Hierro	— 0,44
Cromo	— 0,40
Níquel	— 0,23
Estaño	— 0,13
Plomo	— 0,12
Hidrógeno	0,00
Cobre	+ 0,34
Plata	+ 0,79
Oro	+ 1,30

b) Cuando dos metales diferentes están sumergidos en una solución conductora, se constituye una pila eléctrica; pasa una corriente y el pH (potencial hidrógeno) de la capa de agua en contacto con el hierro, disminuye, cayendo fácilmente en la zona primera de la corrosión rápida.

Este es el fenómeno de corrosión electrolítica que se produce generalmente, cuando una parte del casco está en contacto con un óxido magnético de hierro.

c) Se ha comprobado que una variación de la composición del hierro, produce igualmente corriente electrolítica.

De la misma manera, las regiones sometidas a fuertes tensiones serán más atacadas con relación a otras; este es el caso de las placas curvadas en frío, remaches, etc.

Corrientes electrolíticas vagabundas.—Se producen fácilmente flujos de corriente a partir de un conductor mal aislado; si está sumergido, constituirá un anodo y será atacado rápidamente en el agua de mar. Cosa parecida sucederá al casco de un buque.

Medios de protección.—1.º Todo medio de protección debe ser inatacable por la humedad y por el oxígeno.

2.º Las materias sólidas contenidas en la mayor parte de los medios de protección, no deben ser susceptibles de ataque exterior.

EXPOSICION SIMPLIFICADA DE LAS CURVAS DE BOTADURA, PARA EL CASO DE BOTADURA LONGITUDINAL, por el Ingeniero K. H. Herber. *(Wertf Reederei Hafen,* de 15 de agosto de 1941.)

Generalmente, en el trazado de las curvas de botadura, no se tiene en cuenta en un princio, la resistencia debida al agua y otros factores pasivos. En el artículo de referencia, se enseña un gráfico que contiene todas las curvas correspondientes a una botadura, como son las de peso, desplazamiento, momento de arfada y presiones sobre las imadas, teniendo en cuenta la resistencia del agua.

LAS RELACIONES PRINCIPALES Y LOS ELEMENTOS DE LOS COEFICIENTES DE BLOQUE DE LOS MODERNOS BARCOS MERCANTES Y LOS FACTORES QUE EN ELLOS INFLUYEN, por el Profesor Dr. Ing. Eino Joh Helle. *(Wertf Reederei Hafen,* de 15 de agosto de 1941.)

Continúa y termina la publicación del interesante artículo de la misma Revista, que fué glosado en el número correspondiente al mes de noviembre de INGENIERÍA NAVAL.

En esta segunda parte, solamente se publican ejemplos y se explican casos particulares, cuyo detalle es de menor interés general que la primera parte.

Sin embargo, damos aquí la referencia, que pudiera ser útil a los especialistas, en caso de aplicación de la primera parte del artículo citado.

TEORIA DEL BUQUE

ESTUDIO DE LOS MOVIMIENTOS DEL AGUA EN LA PROXIMIDAD DE UNA CARENA EN MOVIMIENTO. *(La Technique Moderne,* números 1 y 2, del 1 y 15 de enero 1941.)

Al desplazarse una carena en la superficie del agua, imprime a cada partícula de ésta un impulso, cuyo resultado es un conjunto de movimientos ondulatorios que constituyen la estela.

M. Guilloton ha consagrado a estos movimientos indulatorios un documentado estudio teórico, basado en la teoría de Michell. En 1898, Michell dió una solución general al problema de la determinación del potencial de las velocidades, alrededor de una carena lisa y simétrica, animada de un movimiento rectilíneo uniforme.

La teoría de Michell supone que:

1.º El fluído carece de viscosidad. De aquí se deduce que su movimiento depende de un potencial de las velocidades, pues la única fuerza exterior es la pesantez que depende a su vez de un potencial.

2.º La carena simétrica y lisa referida a tres ejes (Ox longitudinal, Oy transversal, Oz vertical descendente) puede representarse por una función algebraica y que el ángulo del plano tangente a la carena y el longitudinal, es siempre pequeño: Si $y = f\ (x.\ z.)$ es la ecuación de la carena, se pueden entonces despreciar todos los términos en

$$\left(\frac{\delta y}{\delta x}\right)^2 \text{ y } \left(\frac{\delta y}{\delta z}\right)^2$$

3.º Las velocidades de las partículas de agua son igualmente pequeñas y se pueden despreciar sus cuadrados.

Michell ha escogido una forma determinada de potencial:

$$\varphi = \cos\ (mx + \alpha)\ \cos\ (my + \beta)\ \cos\ (nz + \gamma)$$

Para que φ se considere que responde al problema, se admite como suficiente que le baste con satisfacer además las condiciones del infinito-líquido:

a) A la condición de presión constante en la superficie libre;

b) A las condiciones de la superficie de la carena, que es la otra superficie límite;

c) A la relación de continuidad.

Si v es la velocidad de traslación y V la velocidad propia de cada partícula perturbada, podemos escribir sucesivamente:

$$\frac{P_a}{\rho} + \frac{V^2}{2} - g\zeta = \text{Cte y } \frac{P_a}{\rho} + \frac{v^2}{2} = \text{Cte}$$

donde p_a es la presión atmosférica, ρ la densidad del agua y ζ la cota de una partícula para la cual $z = 0$ antes de la perturbación. De acuerdo con la tercera hipótesis, podemos decir: $V^2 = v^2 - 2\ v\ \varphi'\ x$, y la relación de Bernoulli da en la superficie libre:

$$v\varphi' x = -g\zeta \quad \text{o bien} \quad v\,\frac{\delta^2\varphi}{\delta x^2} = -g\,\frac{\delta\zeta}{\delta x}, \text{ como}$$

$$\frac{\delta\zeta}{\delta z} = -\frac{Vz}{v}$$

de aquí se deduce

$$\frac{\delta\varphi}{\delta z} = \frac{v^2}{g}\,\frac{\delta^2\varphi}{\delta x^2}$$

Esta relación, según la forma en que ha sido obtenida, es valedera en la superficie libre. De aquí se deduce:

$$n \text{ tg } \gamma = m\,\frac{v^2}{g}.$$

El contacto con la superficie de carena exige que las líneas de corriente sean tangentes a esta superficie, lo que se traduce por

$$\left(\frac{\delta\varphi}{\delta y}\right)_{y=0} = -v\,\frac{\delta y}{\delta x}$$

De la velocidad nula en el fondo, deducimos:

$$\gamma = -nh.$$

En fin, la relación de continuidad exige que

$$m^2 + n^2 + p^2 = 0$$

lo que exige que uno al menos de estos coeficientes sea imaginario.

Las relaciones precedentes permiten determinar m, n, p, γ.

Para representar la carena podemos descomponerla por cuadernas y líneas de agua en una serie de cuadriláteros. Estos cuadriláteros no son perfectos, pero se pueden asimilar sus lados a rectas. En el interior de cada uno de ellos, la superficie de carena puede asimilarse a un paraboloide, engendrado por una horizontal que se apoya constantemente sobre los dos elementos de cuadernas próximas. En el interior de cada cuadrilátero, podremos, pues, escribir:

$$\eta n = -K_n\ (x + b_n)\ (a - x)$$

los coeficientes K, b y a varían de un cuadrilátero a otro. Estos coeficientes pueden calcularse a partir de un plano de formas. Una vez efectuado este cálculo, es posible representar η_n con ayuda de una "integral de carena" debida a Michell y de expresión demasiado voluminosa para representarla aquí. De ella se deduce el potencial φ_n.

Para cada cuadrilátero elemental, M. Guilloton considera la función H_n definida por la relación

$$2\ K_n\,\frac{v^2}{g}\,H_n = -\frac{v}{g}\,\frac{\delta\varphi_n}{\delta\ x}$$

φ_n será el potencial relativo a este cuadrilátero. La importancia y la significación de H_n resultan de la fórmula:

$$\zeta = \Sigma\ 2\ K_n \frac{v^2}{g} H_n$$

que permite trazar la superficie de la onda cuando se conoce el conjunto de los H_n. El autor ha establecido gráficos que dan los valores de la función H_n en la mayor parte de los casos que pueden presentarse en la práctica.

El mismo cálculo puede efectuarse en el interior del líquido. Se hallan entonces valores $\zeta\ (x, z)$, que define, las líneas de presión constante.

Esta teoría precisa desarrollos analíticos considerables y a consecuencia de las hipótesis adoptadas al principio, exige correcciones para términos del segundo orden, despreciados.

Sus resultados han sido comparados a dos conjuntos de resultados experimentales debidos, uno a M. Wigley, el otro a M. Igonet. Los ensayos de M. Wigley se referían a la propulsión de una carena prismática, lisa, de aristas verticales. Los de M. Igonet tenían por fin el estudio de un buque destinado a recibir una hélice en cada extremidad y cuya carena podía representarse por

$$\eta = (1 - x^2)\ (1 - z^4)$$

La comparación con el casco Wigley, casco anormal que presentaba discontinuidades, ha dado resultados muy interesantes; los desacuerdos entre el perfil calculado y el perfil real de las olas, no eran sensibles más que por el través de las discontinuidades. La comparación con los ensayos de M. Igonet, ha sido un poco menos satisfactoria.

Se ha efectuado una tercera comparación con los resultados de ensayo de un modelo de carena de buque rápido. En estos ensayos, el modelo podía libremente flotar y tomar sus calados. La confrontación entre estas pruebas y la teoría de M. Guilloton, ha mostrado una excelente concordancia del sistema de las olas, con una ligera diferencia en la traslación vertical.

El conocimiento del sistema de las olas alrededor de una carena tiene, sobre todo, interés para el cálculo de la resistencia a la marcha debida a las olas. La teoría precedente encuentra en ella su aplicación. M. Guilloton recuerda que la resistencia debida a las olas se expresa por medio de la fórmula:

$$R = 2\ \rho g \int\int \zeta\ (x, z,) \frac{\delta n'}{\delta x}\ dx\ dz.$$

La aplicación de la teoría de Michell permite efectuar este cálculo con considerables simplificaciones, sea que la carena no se modifique por la ola ni haya cambios de calado, sea que estos dos factores o uno de ellos estén modificados por la marcha.

UNA SUPERSTICION MODERNA: EL AERODINAMISMO. *(Le Yacht,* núm. 2.960, octubre 1941.)

Se ven de vez en cuando aparecer embarcaciones de motor dotadas de superestructuras "aerodinámicas". Una de las más recientes, y que ha terminado muy pronto su carrera por razones extrañas a la aerodinámica, es el *Qed*, del constructor Fokker.

Podríamos preguntar si las formas extrañas de la mayor parte de estos buques están realmente justificadas, si la dificultad de construcción resultante de estos trazados poco ortodoxos es compensado por un verdadero mejoramiento en su rendimiento.

Para responder exactamente a esta pregunta hace falta establecer después de los ensayos de los modelos, tanto en el taque de experiencias como en el túnel, los resultados de resistencia hidro y aerodinámicas de algunos buques rápidos. Desgraciadamente, los constructores son muy discretos en lo referente a los resultados de los ensayos en el tanque de experiencias y, además, no parece que se hayan efectuado hasta ahora medidas en túnel aerodinámico, de los coeficientes de resistencia aerodinámica de las superestructuras de los buques.

A falta de tal información, se puede calcular la parte de la resistencia del aire en la resistencia total de la marcha de los buques, como sigue:

Se empieza por hacer el cálculo preliminar del coeficiente unitario de resistencia, C_x, de las superestructuras y de la obra muerta del casco. Este coeficiente, por comparación con los resultados de ensayos aerodinámicos de automóviles y trenes, debe estar bastante cerca del valor ($C_x = 112$), bastante superior a este valor para las superestructuras, bastante abundantes en apéndices, tales como los ventiladores, palos, etc., y verosímilmente menor para los cascos mejor perfilados que las superestructuras.

Por otra parte, se planimetra la sección frontal de las obras muertas, lo cual da dos valores de la sección S, uno relativo al casco propiamente dicho y el otro a la superestructura. Se hace la suma de los productos $SC_x = R_x$ correspondientes.

Por definición, la potencia absorbida por la resistencia del aire es, en función de la velocidad V (m/seg) del viento aparente:

$$W_a = R_a\ V^3/1600 \text{ (en Kg.m/seg)}.$$

Se conoce, por otra parte, la potencia del freno del motor o de la máquina, W_o, y se puede definir un valor probable del rendimiento global r, de la transmisión y de las hélices. La relación $W_a/r\ W_o$, permite apreciar la parte de la resistencia del aire en la resistencia total a la marcha, del buque considerado.

A título de documentación, el cuadro que insertamos da, para algunas embarcaciones rápidas, los elementos de tal cálculo. Esta documentación está completada por los elementos relativos al transatlántico *Normandie*.

En este cuadro las superficies están expresadas en metros cuadrados; las velocidades, en metros/segundos, y la potencia, en caballos.

	Casco			Superestructuras			Suma V.					
	S	Cx	Rx	S	Cx	Rx	Rx	max.	Wu	r	Wo	Wa / r Wo
Buque de regatas *Miss England II*...	3,3	80	264	0,4	80	32	296	54	390	0,55	3.500	20,3 %
Hors-bord *Cooper*	0,6	50	30	0,3	130	39	69	25,3	9,15	0,55	50	42 %
Lancha torpedera *Lorraine*.....	8,7	80	696	2,5	100	250	946	27,7	168	0,55	2.000	15,2 %
Lancha rápida *Lulworth*	2,5	80	200	1,15	130	150	350	18,6	18,5	0,50	275	13,6 %
Yate *Berania*	5,1	80	408	1,3	120	156	564	16,4	20,7	0,50	1.000	5,1 %
Transatlántico *Normandie*.....	S = 603			Cx = 100			60.300	15,9	20,20	0,60	160.000	2,1 %

Se observa que la resistencia del aire, prácticamente insignificante para un transatlántico tal como el *Normandie*, donde no absorbe más que el 2,1 por 100 de la potencia total, llega a ser relativamente considerable para las embarcaciones de regatas, donde, según los tipos, absorben de 20 a 40 por 100 de la potencia disponible.

Sin embargo, en razón de la variación rápida de la potencia con el cubo de la velocidad, estas partes importantes de la resistencia del aire en la resistencia total de los buques afectan generalmente poco a los resultados con viento nulo.

En efecto: suponiendo que la resistencia hidrodinámica de los cascos sea una función de V^3 (hipótesis simplificadora poco exacta), y admitiendo que la "resistencia del aire sea nula", caso ideal de las superestructuras impecablemente perfiladas, las lanchas rápidas no ganarían más que 5 por 100 de velocidad máxima; los cruceros, menos todavía; solamente las embarcaciones con motor exterior (out-bord) verían su velocidad máxima sustancialmente aumentada.

El cuadro siguiente da estos resultados de velocidad máxima:

Miss England II	7,4 %
Aut-bord *Cooper*	16,5 %
Lancha torpedera	5,4 %
Lancha *Lulworth*	5,2 %
Yate *Berania*	1,8 %
Transatlántico *Normandie*.....	0,6 %

De esto resulta que, prácticamente, los únicos buques que merecen un serio estudio aerodinámico en sus obras muertas son, en rigor, los buques de regata; pero, sobre todo, los deslizadores de motor exterior.

Conviene observar que se dibujarán difícilmente verdaderas superestructuras aerodinámicas para estos últimos deslizadores, donde el cuerpo del tripulante constituye el principal obstáculo que se ofrece al aire, pues es preciso dejar al tripulante la posibilidad de soltarse rápidamente en caso de accidente, lo que impide las superestrcturas únicas muy eficaces.

En el estado actual de los conocimientos se debe estar en condiciones de aumentar del 5 al 8 por 100 la velocidad de los deslizadores de motor exterior, dotándoles de superestructuras que envuelvan parcialmente al tripulante y al motor; superestructuras que puedan ser rotas en caso de accidente.

Para los otros buques, el estudio de superestructuras fusiformes no parece necesario.

Se ha considerado hasta ahora el caso teórico del buque que navega con viento de proa. Es interesante estudiar además la influencia del viento de proa sobre la velocidad máxima.

Se puede calcular esta influencia, suponiendo, como primera aproximación, que la potencia absorbida por la resistencia hidrodinámica del casco, varía con el cubo de la velocidad y construyendo para cada buque considerado el diagrama esquematizado figura 1.

Se construye este diagrada, trazando a partir del punto *A*, que caracteriza el funcionamiento del buque

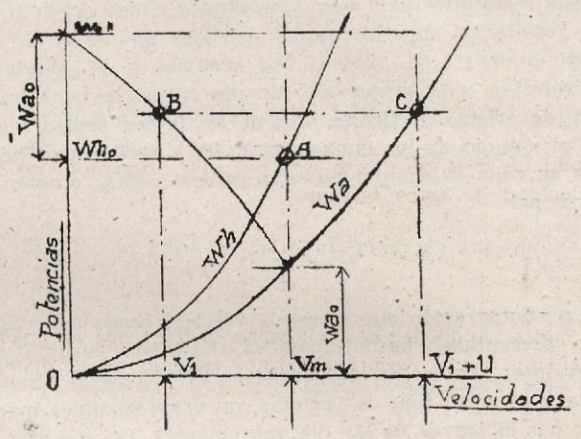


Fig. 1

con viento nulo a la velocidad máxima y definido por las coordenadas W_m y $W_h = W_o . r - W_a$, la parábola cúbica según la cual varía por hipótesis la potencia W_h y W_{ao} la potencia disponible para vencer la resistencia del aire. Se traza después en función de la velocidad del viento aparente (velocidad buque + velocidad verdadera del viento de proa) la curva igualmente cúbica de la potencia W_a absorbida por la resistencia del aire. Para una velocidad *U* del viento de proa correspondiente al segmento *BC* sobre el diagrama, la velocidad máxima del buque será *Vl*, obtenida llevando el punto *B* sobre el eje de las velocidades.

El diagrama figura 2 da, en función de la velocidad del viento de proa, la disminución de la velocidad calculada de esta manera, para la serie de buques considerados anteriormente.

Se ve que la disminución debida al viento de proa, no es realmente apreciable más que en los buques ligeros y aun en éstos conviene observar que prácticamente la resistencia del aire propiamente dicha no puede por sí sola provocar las disminuciones de velocidad así calculadas, pues aunque el buque sea frenado aerodinámicamente, nos veremos en la obligación de disminuir la marcha por culpa de la mar creada por el viento reinante.

Si se examina de este modo el diagrama figura 2, teniendo en cuenta la agitación verosímilmente creada

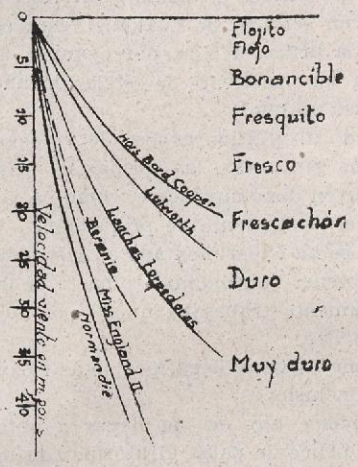


Fig. 2

por el viento en la superficie del agua, se ve que de hecho, la resistencia aerodinámica por sí sola no puede disminuir más que de 5 a 7 por 100 como máximo la velocidad de estos buques.

El diagrama figura 3, expresa a título documental, los resultados precedentes traídos a la velocidad máxima por viento nulo. Se ve que aun bajo esta forma simplificada, las curvas de los diferentes buques estudiados, están demasiado dispersas para que se pueda fijar una regla empírica para el cálculo de la disminución producida por el viento de proa.

La conclusión de este estudio es, que en puridad, el perfil aerodinámico de las obras muertas es de mínimo interés. La sola razón de tales perfiles debe ser una mínima resistencia of ecida al viento de costado. Es indudable que las superestructuras cuidadosamente redondeadas, disminuyen sensiblemente la resistencia y por consiguiente la deriva. Desgraciadamente, no

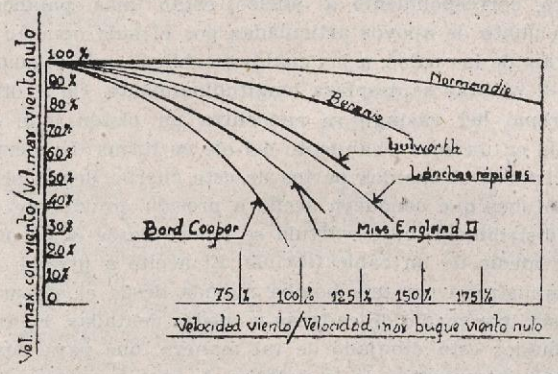


Fig. 3

poseemos ninguna experiencia seria de tales formas. Sería conveniente procurar en el túnel aerodinámico, medidas de resistencia a la deriva sobre una serie de superestructuras típicas, que comprendan desde la superestructura angulosa clásica, al puente en forma de caparazón de tortuga de ciertos buques modernos. De este modo se podrían medir igualmente los momentos aerodinámicos, lo que permitiría apreciar la influencia de las formas y del viento lateral sobre el par de evolución y sobre el momento de escora.

Las circunstancias actuales, tan desfavorables al desarrollo de la industria, permiten en compensación emprender fácilmente estos estudios, pues los laboratorios aerodinámicos franceses que se encuentran ordinariamente agobiados de trabajo por las demandas de pruebas de los constructores de aviones, no tienen en este momento más que una actividad muy moderada.

NOTAS HISTORICAS DE ENSAYOS HECHOS EN EL CANAL DE EXPERIENCIAS DEL ALMIRANTAZGO, EN TORQUAY.

Los números de la revista *Shipbuilding and Shipping Récord,* correspondientes al mes de septiembre de 1941, contienen sendas partes de un artículo de R. Gamu, en el cual se describen algunas investigaciones interesantes, desde el punto de vista histórico y anecdótico, llevadas a cabo en el antiguo y célebre tanque de Torquay, que, como ya hemos dicho a nuestros lectores, fué el Canal de Experiencias en donde el gran William Froude llevó a cabo una buena parte de sus experimentos.

Este artículo no tiene mayor interés científico actual, razón por la cual hacemos gracia a nuestros lectores de extractar el mismo. Sin embargo, dado el interés anecdótico que pudiera tener, hacemos aquí referencia al citado trabajo, remitiendo a nuestros lectores a los números de la revista *Shiphuiding and Shipping Récord* del mes de septiembre del presente año.

HELICES DE PALAS GIRATORIAS, por F. Kretzschmar. *(Wertf Reederei Hafen,* 1 septiembre 1941.)

1. *Generalidades.*—El empleo de las hélices de palas giratorias tiene ya algunas decenas de años de edad. El desarrollo de los motores de explosión, no reversibles, como propulsores de embarcaciones, llevó al principio a la necesidad del uso de hélices de palas giratorias. Sin embargo, no se había llegado a imponer hasta el presente el empleo de esta clase de propulsores, debido a las dificultades y complicaciones del mecanismo de reversión de las palas.

La casa Escher Wyss, de Zürich, que construye ordinariamente turbinas hidráulicas, ha fabricado algunas grandes máquinas del tipo llamado Kaplan, cuyo impulsor es una hélice de palas giratorias; el mecanismo de giro ha sido notablemente simplicado y ha permitido, basado en la experiencia obtenida en dichas turbinas hidráulicas, el desarrollo de un mecanismo de reversión verdaderamente sencillo y eficaz en el servicio, para hélices propulsoras.

Construído según estas directrices, se ha montado en el buque de motor *Etzel,* destinado al servicio de pasa-

jeros en el lago de Zürich, un sistema de hélice con palas giratorias, cuyo resultado ha sido excelente, no sólo desde el punto de vista de manejabilidad en el servicio, sino también desde el punto de vista de fabricación y montura.

Para la instalación del sistema propulsor, la casa armadora estudió las tres soluciones siguientes:

a) Reversibilidad por medio de engranajes.

b) Hélices de palas giratorias; y

c) Motor Diesel directamente reversible.

La reversibilidad era extraordinariamente importante en este buque, dado el servicio a que se destinó, puesto que debía hacer aproximadamente una maniobra cada cinco minutos durante un servicio continuo.

La solución *a)* de engranajes inversores de la marcha, fué rápidamente desechada, debido a la dureza del servicio y al elevado coste.

Hélices de palas giratorias.—El mecanismo de reversión debe tener, en este caso, características bastante distintas del que acciona las turbinas Kaplan. En este último caso, las palas solamente deben girar desde un peso mecánico prácticamente igual al máximo, hasta un paso igual a cero; mientras que en el caso del propulsor, las palas deben girar desde un paso máximo positivo a un paso también máximo negativo, para la marcha atrás. Además, la velocidad de maniobra debe ser en este último caso mucho más elevada que en el de las turbinas Kaplan, cosa que exige una mayor manejabilidad en el mecanismo.

También había que prever si la facilidad de maniobra de una instalación con hélice de palas giratorias era comparable a la obtenida con otros mecanismos de reversión, no sólo desde el punto del mecanismo en sí, sino también teniendo en cuenta el factor personal del encargado de hacer la maniobra. También había que tener en cuenta si los pesos mayores de las hélices de palas giratorios, podían influir en el funcionamiento del motor Diesel, acercando sus velocidades críticas, peligrosas a las de régimen. Una cosa se aclaró, y es que el motor Diesel había de funcionar mejor con esta clase de propulsores, no teniendo que arrancar con aire frío un número tan grande de veces. Las dimensiones del propulsor no producen ninguna duda, ya que se ha llegado en turbinas Kaplan hasta hélices de 7 m. de diámetro, que aguantan un empuje de unos 900 toneladas, sin que hasta el presente, y después de un cierto número de años de trabajo, se presentasen mayores dificultades en el servicio.

Después de las pruebas, todas estas dudas se han aclarado y han permitido a la casa armadora del *Etzel* contratar con la casa Escher Wyss algunas de estas instalaciones.

2. *Fundamentos teóricos y experiencias.*—El profesor doctor J. Ackeret, de Zürich, ha hecho las siguientes afirmaciones:

a) Debido al giro de las palas, que alteran el paso mecánico, se puede cambiar el empuje sin alteración en la velocidad de rotación.

b) Llegando al paso mecánico negativo, se tiene un empuje también negativo para la marcha atrás, sin alterar el sentido de rotación.

c) Conservando el mismo empuje, puede alterarse la velocidad de rotación, con lo cual se puede obviar el inconveniente de las velocidades críticas del motor propulsor, que coincidan con la velocidad de régimen.

d) Con las hélices de palas giratorias, es posible la corrección en servicio de cualquier equivocación en el cálculo de la hélice, debido, por ejemplo, a error en la apreciación del coeficiente de estela, llegando a la marcha con paso óptimo.

e) Debido al relativo grueso del núcleo de las hélices de palas giratorias, las formas de la popa del buque no influyen disminuyéndole, como en las hélices enterizas, en el rendimiento de propulsión.

Además, se ha experimentado en las turbinas Kaplan, pudiendo obtener un rendimiento hasta de un 90 por 100, cuando solamente trabajaba un 50 por 100 del diámetro de la hélice.

El profesor Ackeret llegó, por estas razones, a las siguientes conclusiones:

1.ª Se puede hoy en día llegar a obtener teóricamente una hélice de palas giratorias con un rendimiento aceptable. No hay razón ninguna para que esta clase de propulsores deba tener menos rendimiento que una hélice de palas enterizas.

2.ª La realización constructiva de las turbinas Kaplan, garantiza para las hélices de palas giratorias, una seguridad completa durante el servicio.

3.ª Por esto, se abre a las hélices de palas giratorias un ancho campo de acción en todos los buques de tipo mercante y de guerra.

Se han llevado a cabo cuidadosas experiencias en un túnel aerodinámico elemental, cuyo fotografía ilustra el artículo de referencia, llegando a obtener resultados de resistencia de carena y coeficientes de estela, así como del aprovechamiento de una hélice con núcleo grueso y palas reversibles y de una hélice vulgar de núcleo pequeño y palas enterizas.

3. *Construcción del mecanismo de giro de las palas.* El mecanismo de accionar las palas de las hélices, conforme se ha dispuesto en las últimas instalaciones, consta de un vástago que se desplaza en el interior del eje portahélice, que es hueco. En el extremo de este vástago, correspondiente al núcleo, están unas palancas con punto de apoyos articuladas por el lado opuesto a la raíz de las palas, a las cuales se obliga a girar, cuando el vástago se desplaza longitudinalmente. En el otro extremo del vástago se encuentra un pistón, que se aloja en un ensanchamiento del eje en forma de cuerpo de bomba. A las dos partes de este cuerpo llegan sendos tubos que conducen aceite a presión, provinente de un distribuidor, cuya válvula se mueve desde el puente, por medio de un cable flexible. El aceite a presión es suministrado por una bomba movida desde el eje propulsor, por medio de cadenas y ruedas dentadas. El distribuidor está dibujado de tal manera, que para posiciones intermedias de la palanca de mando, corresponden posiciones determinadas del pistón que mueve el vástago y, por tanto, ángulos de ataque de las palas, también determinados.

Las posiciones extremas del pistón corresponden a los máximos pasos positivos y negativos para la marcha avante y para la marcha atrás, respectivamente.

Todo el mecanismo está relleno de aceite a una pre-

sión ligeramente superior a la del calado, a fin de impedir la entrada de agua en el mecanismo.

Las raíces de las palas se encuentran encastradas en el núcleo, de tal manera, que el momento resistente o cualquier golpe provinente de colisión, no debe ser resistido por el mecanismo de giro.

Las palas están talladas a sus pasos en una máquina especial para esta operación, de que dispone la casa Escher Wyss.

4. *Datos de pruebas de navegación.*—Las velocidades fueron medidas por medio de tubos de Pitot colocados en la proa. En el artículo de referencia se inserta en forma de gráfico los resultados de revoluciones y velocidades para distintos ángulos de las palas; los empujes y los rendimientos de propulsión para distintos resbalamientos (debe destacarse de esta última experiencia el rendimiento máximo de 0,70 con un ángulo de 20°); los empujes para distintos ángulos de palas.

También se llevaron a cabo experiencias encaminadas a determinar el tiempo que se tarda en dominar el buque, en función del ángulo de las palas, partiendo de una velocidad de 24 km.-hora, obteniendo como máximo el de cuarenta segundos. La cualidad de las hélices de palas giratorias para dominar el buque es superior, sin duda alguna, a la de las hélices de palas enterizas:

1.° Por el menor tiempo invertido en la maniobra con relación a un mecanismo de reversión directa o por engranajes.

2.° Porque se pueden obtener en la marcha atrás ángulos de ataque convenientes, que no es posible obtener con las hélices de palas fijas.

3.° Porque se puede emplear toda la potencia del motor propulsor en la marcha atrás. Durante las pruebas llegó a obtenerse una velocidad ciando de 21,5 kilómetros-hora.

Se han llevado a cabo pruebas de tracción a punto fijo, insertándose en el artículo de referencia los resultados de las tracciones dinamométricas en función del número de revoluciones y para distintos ángulos de las palas. Por último, también se han medido los empujes específicos:

$$C_s = \frac{S}{q\, n^2 D^4}$$

en función del ángulo de las palas, obteniendo resultados muy acordes con los suministrados por el tanque de Experiencias de Hamburgo, donde se probaron los modelos de las hélices del *Etzel.*

5.° *Resultados en servicio.*—La instalación del *Etzel* empezó a funcionar en el año 1934. El buque ha navegado hasta la fecha unos 240.000 kilómetros, haciendo por lo menos unas 120.000 maniobras de atracada y desatracada, sin el menor contratiempo hasta el día.

Como consecuencia de desgastes producidos en las palas por las arenas en suspensión en las aguas del lago, hubieron de cambiarse, al cabo de unos tres años de funcionamiento, por palas de acero; se aprovechó la oportunidad para inspeccionar el mecanismo de giro, que se encontró en perfecto estado. Los resultados en servicio han sido condensados por el director de la casa armadora con las siguientes palabras:

"Las principales ventajas del *Etzel* con relación a otros barcos similares, consiste en que este buque no necesita más que del timonel o patrón, mientras que los demás precisan en todo momento de personal de máquinas. Con hélices de palas giratorias, se puede maniobrar sin actuar sobre el motor Diesel. El patrón tiene, en todo momento, el barco en sus manos, lo que le da mucha seguridad en tiempo malo o con niebla. Las atracadas son tan sencillas, que permiten al patrón atracar completamente sin maniobras de estachas. La dominación del buque es también muy sencilla. Por otra parte, el mecanismo de inversión no ha exigido hasta el presente, ninguna preocupación. El motor de propulsión ha trabajado con menores desgastes que en ninguno de los otros buques similares con motores directamente acoplados, debido al menor número de arranques."

6.° *Casos de empleo de hélices de palas giratorias.*—Los buenos resultados del *Etzel* fueron origen de otras muchas instalaciones de embarcaciones a motor en los lagos suizos, en las cuales se han aprovechado el continuo sentido de giro para mover desde el eje propulsor todas las auxiliares.

Fuera de Suiza se han montado algunas instalaciones en pesqueros franceses y en buques a motor noruegos; también se han montado bastantes instalaciones en remolcadores, en los cuales las ventajas de las hélices de palas giratorias adquieren mucha importancia. Se preparan algunas instalaciones para buques ordinarios de alta mar, tanto en barcos de guerra como mercantes.

Hasta ahora la hélice mayor construída ha tenido 2,6 m. de diámetro; pero no hay ninguna razón de límite de éste, pues las turbinas Kaplan han llegado a tener 7 m., hace ya bastantes años.

Una aplicación excelente de esta clase de propulsores, se encuentra en los buques propulsados por turbinas. Con estas hélices no es necesario la turbina de marcha atrás. Evitándose así pérdidas de rendimiento debido al efecto de ventilador de la turbina de ciar. Se puede obtener también en marcha atrás la misma potencia que en marcha avante, pudiendo pasar de toda avante o toda atrás, sin parar el grupo propulsor. La turbina principal puede mover así todas las auxiliares directamente desde los ejes propulsores. Para buques de muy poco calado puede disponerse un solo motor propulsor acoplado a dos ejes propulsores, pudiendo hacerse con esta clase de hélices todas las maniobras, incluso la ciaboga.

Otro campo de empleo de esta clase de propulsores está en los sumergibles, en los cuales puede alterarse el paso durante la navegación submarina, a fin de obtener un mejor rendimiento de los motores eléctricos principales.

Por último, el artículo de referencia inserta un ejemplo de aplicación a hélices de aeroplano, en donde esta clase de propulsores tiene un interés casi capital.

CALDERAS

RECEPCION DE TUBOS PARA CALDERAS DE VAPOR, por Karl Wellinger. *(Die Wärme,* 20 y 27 de septiembre de 1941.)

La Revista citada en el epígrafe publica las especificaciones completas usadas en Alemania para recepción de tuberías con destino a calderas acuotubulares.

En líneas generales, las normas de recepción se refieren a las operaciones siguientes:

1.° *Inspección preliminar y marcado de los tubos.*

2.° *Pruebas de tracción.*—Se describen las dimensiones de las barretas y se dan los valores de las principales características de tracción para los tubos de acero al cobre molibdeno. También se describen las pruebas encaminadas a la determinación del límite elástico a temperaturas elevadas y la fatiga de resistencia indefinida, dando los valores de estas características para distintas clases de aceros.

3.° *Pruebas tecnológicas.*—En esta parte se describen las pruebas de abarrilamiento, abocardado, plegado, chafado, mandrinado en cono y tracción de un anillo obtenido.

Se dan las características de estas pruebas que han de resistir los tubos; ilustrando el artículo con interesantes fotografías.

4.° *Segundo reconocimiento de los tubos.*—En él se comprende la comprobación de las medidas, el sellado de recepción, la prueba hidráulica y la repetición de pruebas dudosas.

5.° *Pruebas especiales.*—Se comprenden aquí las pruebas de recepción del material para tuberías; las pruebas de mandrinado y montura en la caldera; el análisis con rayos X y la prueba magnética.

Todas las operaciones de precisión están detalladas con la minuciosidad y rigorismo que es proverbial en las normas alemanas.

MAQUINAS Y TURBINAS DE VAPOR

EL VAPOR DE AGUA EN LAS TABLAS DE REGNAULT, por el Prof. de la Facultad de Ciencias de París, Jean Villei. *(La Technique Moderne,* 15 marzo de 1941.)

Examina el artículo de referencia las aproximaciones que se obtienen en la realidad con las fórmulas clásicas de las propiedades del vapor de agua saturado a temperaturas que apenas pasan de 200°, y agrupa los datos teóricos necesarios para cálculos prácticos. Para esto, aplica en cada caso la fórmula clásica o tabla de Regnault y comprueba por medidas directas algunos valores particulares, comparando ambos resultados en forma tubulada.

Las características del vapor objeto de estos estudios son las siguientes:

1.ª Tensión máxima del vapor.

2.ª Volumen específico del vapor saturado.

3.ª Calor de saturación con determinación del exponente k de politropia.

4.ª Calor de vaporización.

5.ª Calor específico y título consiguiente.

6.ª Energía interna.

7.ª Entropia y entalpia.

Aunque el valor principal del artículo estriba en los cuadros de resultados y, por lo tanto, no se presta a una glosa más detallada, la minuciosidad con que están hechas las experiencias hacen que este artículo sea interesante para los que tengan que proyectar máquinas de vapor y especialmente turbinas.

EXPERIENCIAS EN EL TANQUE SOBRE LA CIRCULACION POR REACCION DE LOS CONDENSADORES, por el Dr. Ing. M. Orlando. *(La Marina Italiana.)*

En el año 1937 se puso de manifiesto por experiencias realizadas en el Tanque Nacional de Roma, la gran resistencia de carena producida, especialmente en naves veloces, para el embarque del agua de circulación y se propuso un sistema llamado de reacción, mediante el cuel se puede recuperar en la descarga una notable parte del trabajo que se había consumido al aspirar el agua de circulación, reduciendo así la resistencia total de la carena. Con objeto de comprobar estas deducciones teóricas, la dirección de los astilleros de O. T. H. O. de Livorno, se han decidido a hacer una serie especial de experiencias en el Canal Hidrodinámico de Roma.

Estas experiencias han puesto de manifiesto, que el aumento de resistencia de carena, debido al embarque de agua para la circulación del condensador, varía de 6 a 9 por 100 de la resistencia total de la carena desnuda. Para darse cuenta de la magnitud de este porcentaje, puede decirse que en un crucero de 100.000 HP. y 40 nudos de velocidad, se exige de 6.000 a 9.000 HP. para efectuar la circulación de los condensadores, potencia que podría aumentar la velocidad en casi un nudo.

Decisión de las experiencias.—Las experiencias se llevaron a cabo con la entrada de circulación fuera de la escala usada en el modelo, obteniendo una resistencia total de la que luego se restó la resistencia de la carena desnuda, previamente conocida. En la tubería de circulación se intercalaba una bombita eléctrica movida por su motor independiente, con el fin de variar el consumo de agua, que era medido por medio de una tobera Venturi y tubos de Pitot, previamente tarados por la Real Universidad de Pisa.

Las presiones fueron medidas por medio de tubos y columnas de agua.

Consideraciones generales.—La resistencia mínima que un buque encuentra por efecto del sistema de circulación, puede fácilmente calcularse por la fórmula de la cantidad de movimiento.

$$\text{Resistencia} = \frac{\text{consumo} \times \text{velocidad relativa de entrada de agua}}{g}$$

Esto supone naturalmente que la descarga se haga en dirección normal al sentido del movimiento, sin producir ninguna reacción útil, disposición que se ha venido usando inveteradamente desde hace algunos años. Además, se supone que el "kingston" de entrada tenga una sección mínima necesaria, tal, que multiplicada por la velocidad relativa de entrada del agua, dé el consumo, sin que haya mayor cantidad de agua puesta en movimiento que la que entra por el tubo.

Una vez cumplida la primera condición, viene a ser necesario que el diámetro del tubo de aspiración aumente, a fin de disminuir también ligeramente la velocidad y aumentar la presión, como ocurre en la toma tipo Schmidt.

Si la descarga no es normal al sentido de la marcha, sino que forma con ésta un ángulo α, se obtendrá:

$$\text{Reacción útil} = \frac{\text{consumo} \times \text{velocidad relativa de salida} \times \cos \alpha}{g}$$

En los resultados del Tanque, que se mencionaron al principio, se demostró que es conveniente (entre ciertos límites) disminuir un poco la sección del "kingston" de descarga, a fin de aumentar la velocidad de salida y por tanto la reacción útil, aunque para ello sea necesario aumentar la potencia de la bomba de circulación, aun teniendo en cuenta el mal rendimiento y el consumo elevado de vapor de este aparato.

Paso de los resultados del modelo a la realidad.—Fué hecho sirviéndose de la fórmula común de similitud, usada también en la prueba de hélices.

Al objeto de facilitar la confrontación de los resultados por medio de los coeficientes usados por Wesar en las experiencias análogas hechas con aire, se usaron los siguientes coeficientes:

$$\text{Coeficiente de gastos } C_v = \frac{\text{velocidad del agua en el tubo}}{\text{velocidad del buque}}$$

$$\text{Coeficiente de presión } C_p = \frac{\text{Reacción estática} - k}{\text{velocidad del buque}/2\,g.}$$

$$\text{Coeficiente de resistencia } C_r = \frac{\text{Resistencia del sistema}}{\text{velocidad del buque}^2 \times \text{área tubo}/2\,g.}$$

Representación de los resultados.—En el artículo de referencia, se inserta en forma gráfica los resultados obtenidos con las siete combinaciones de tomas de descarga de circulación: cuatro con aspiración tipo Schmidt, y las otras tres con aspiración vulgar; tres con descargas normales al casco, y cuatro con descargas inclinadas, a fin de obtener reacción útil.

Se dan las dimensiones y el trazado de las bocas de toma y de descarga y se hace un estudio muy detallado de cada una de las combinaciones, desde el punto de vista de resistencia neta y presión estática, para los distintos consumos, todas ellas a una velocidad constante y refiriéndose a un crucero de unas 4.000 toneladas de desplazamiento y 40 nudos, al cual se le supone un consumo de unas 8.000 toneladas por hora de agua de circulación.

Como resumen, se puede aconsejar la toma tipo Schmidt y la descarga tipo de reacción.

Aplicaciones prácticas.—Como consecuencia práctica se deduce en el artículo de referencia, que la presión estática en naves muy veloces que producen la natural entrada de agua debido a la velocidad, es suficiente para la circulación, por lo cual, la bomba puede ser suprimida o si no lo es, se la debe dejar moverse únicamente para no producir resistencia, con un pequeñísimo gasto de vapor.

Naturalmente, también se necesita una bomba auxiliar para los servicios de puerto y de maniobras.

En el artículo de referencia se preconiza por último un sistema de circulación mixta por medio del cual el condensador puede ser dividido en dos secciones: una con circulación natural debida a la velocidad, y otra con circulación forzada, debida a una pequeña bomba auxiliar.

Se muestra la disposición de la circulación del transatlántico americano "Manhattan", inspirado poco más o menos en el principio que acabamos de decir.

MOTORES

CAMISAS DE CILINDROS PARA MOTORES DIESEL CON PAREDES CROMADAS, por Bleicken (Lloyd's Germánico). (*Schiffbau,* del 1.º de octubre de 1941.)

El duro trabajo a que están sometidas las paredes interiores de las camisas de cilindros de los motores Diesel, produce un desgaste que por lo menos es de 1 mm. de diámetro cada 5.000 horas de trabajo, por término medio. Este desgaste está aumentando en la actualidad por el empleo de combustible de baja calidad, con un número Conradson bastante alto.

Para evitar estos desgastes, se ha desarrollado desde hace algunos años el método de endurecimiento de las paredes interiores de las camisas, por medio del cromado electrolítico de las mismas. Esta operación se lleva a cabo en un baño cuyo anodo está constituído por un cilindro de una aleación de plomo, y el catodo lo constituye la misma camisa, soportada por un anillo especial. La superficie exterior, que no se desea cromar, debe ser recubierta por una capa protectora de barniz. El electrolito es una sal de plomo disuelta en agua, que se descompone por la acción de la corriente eléctrica, y cuyos iones de Cr. se depositan sobre las paredes interiores de la camisa, formando una capa protectora de una grandísima dureza, y cuyo espesor depende de la intensidad de corriente y del tiempo de la operación. Para la protección de espesor medio, se suele emplear una temperatura de 35 a 40º y una intensidad de corriente de unos 8 a 10 amperios por decímetro cuadrado, pudiendo llegar hasta 50 ó 70 amperios por decímetro cuadrado. El espesor de la capa sue-

le ser de 0,4 a 0,5 mm., y como quiera que la velocidad de depositación es 0,02 a 0,03 mm. cada hora, la operación del cromado interior exige alrededor de unas veinte horas de tiempo, durante el cual, la camisa debe estar girando sobre su eje, a fin de que el grosor de la capa protectora tenga la uniformidad debida. De todas maneras, es muy difícil una completa uniformidad en el grosor de la capa protectora, encontrando en algunos casos diferencias de diámetro que oscilan entre 3 y 6 centésimas de milímetro, en camisas que antes del cromado estaban prácticamente perfectamente redondas.

La dureza de una camisa cromada oscila en la pared revestida entre los 65 y 70° Rockwell, o sean unos 1.000° Brinell, mientras que la dureza obtenida en la cara de trabajo de una buena camisa de fundición perfectamente perlítica, no puede ser mayor de 200 a 220° Brinell. Una esquina cortante cromada raya el cristal y ninguna herramienta es capaz de rayar la superficie cromada de una camisa.

La resistencia y duración también se mejoran notablemente con el cromado, por las cualidades de inoxidabilidad y anticorrosionabilidad de este metal.

Algunas casas especialistas acostumbran a pulir el interior de las camisas después de terminar el cromado, por medio de un esmerilado, pero esta operación no es aconsejable, debido a que puede reducir considerablemente el espesor de la capa protectora.

El cromado de las camisas de motores de cuatro tiempos no presenta dificultad alguna. En cambio, el de las camisas destinadas a motores de dos tiempos, exige cuidados especiales en la parte contigua a las lumbreras, necesitando ser redondeados los cantos de estas aberturas, para obtener una capa uniforme y adherida debidamente. Por tanto, el coste de un cromado de camisa en motor de dos tiempos, es superior al de cuatro tiempos, pero siempre proporcional al coste global de ambas piezas.

El cromado se emplea también, no solamente en camisas de cilindros, sino en otras piezas, tales como ejes, rodillos y similares.

A continuación, el artículo de referencia, desarrolla un estudio comparativo de las camisas cromadas y no cromadas, del que deducimos las siguientes consecuencias:

En casi todas las marcas y en distintos cromados por varios sistemas, el desgaste obtenido con esta clase de camisas suele ser de 1/4 a 1/5 de los obtenidos con las camisas corrientes. Unicamente en algunos casos especiales y en máquinas Burmeister Wain, dos tiempos, doble efecto, y también en motores de pistón buzo, las camisas cromadas han dado resultados similares y aun inferiores al de las camisas ordinarias. Esto se explica por la mayor presión media en los motores de esta marca, que exige una temperatura más elevada que la mayoría de los motores que afluyen al mercado. La capa cromada, cuando la temperatura pasa de 400 a 500°, sufre una transformación que disminuye notablemente la resistencia al desgaste.

En ensayos comparativos de desgaste con un buen número de camisas de ambas clases, se ha comprobado que el desgaste máximo se encuentra a la misma altura respecto a la posición de punto muerto alto del pistón, pero que en el caso de camisa cromada, tiene un valor medio aproximadamente de un 1/4 a 1/5 del correspondiente a una camisa ordinaria.

De comparaciones de desgastes en distintas camisas, trabajando en condiciones similares, se han obtenido después de cien horas de funcionamiento con un combustible malo (10 Conradson), los siguientes datos:

Camisa de hierro fundido con vanadio, titano o molibdeno	0,05 mm.
Camisa de hierro fundido solamente al titano	0,06 —
Camisa de hierro fundido perfectamente perlítico	0,12 —
Camisa cromada, prácticamente	Nada.

El cromado también se opone al desgaste en los aros del pistón, como lo demuestra un cuadro de resultados comparativos que se inserta en el artículo de referencia, en el cual se ve que el desgaste en roce de los aros de pistón en una camisa cromada es, respecto a los desgastes en aros de pistones que trabajan en condiciones similares pero con camisa corriente, hasta nueve veces menor.

GOLPES Y MOVIMIENTOS DE VIBRACION EN LOS ORGANOS DE TRABAJO DE LOS MOTORES DIESEL.

En el "Wert Reederei Hafen", de 1.° de septiembre de 1941, publica el Dr. J. Geiger un artículo relativo a los golpes y movimientos de vibración de los órganos de trabajo de los cárters de los buques a motor Diesel.

Hacemos gracia a nuestros lectores a una glosa detallada del mismo, debido a la índole demasiado especial de este artículo. Sin embargo, hacemos referencia a él, por si puede interesar a los especialistas, tanto más, habida cuenta de la importancia de la categoría del autor. Como es sabido, el Dr. Geiger es el creador de casi todas las teorías modernas de vibraciones; es el inventor del vibliógrafo que lleva su nombre y el autor de casi todas las experiencias fundamentales que sobre esta materia se han hecho en los últimos años.

NUEVO MOTOR DE COMBUSTION DE CARBON PULVERIZADO. *(Le Génie Civil,* del 13-20 septiembre 1941.)

El empleo del combustible pulverizado en los motores de combustión interna ha sido estudiado ya en distintas épocas.

En 1806, los hermanos Nipce habían ya conseguido una patente para motor de combustión interna, utilizando carbón pulverizado mezclado con resina, o bien, a título experimental, polvo de licopoido. Hasta el mismo creador de la idea del motor Diesel, Rodolfo Diesel, empezó sus experimentos en el año 1892 empleando carbón pulverizado como combustible. El Profesor Pawlikoski, antiguo colaborador de Rodolfo Diesel, consiguió hacer funcionar un motor de carbón pulverizado, de manera regular.

En las circunstancias actuales toma la idea nuevo interés, hasta el punto de que en estos últimos tiempos se han concedido muchas patentes respecto a esta clase de motores. Este método de carburación, presenta una economía evidente en los países europeos que no disponen en su suelo de pozos petrolíferos y pueden disponer en cambio de abundante carbón.

Conviene advertir, que el carbón pulverizado, de no estar perfectamente hecha la pulverización, produce grumos que entorpecen la alimentación.

El motor de combustión de carbón pulverizado ha tenido algunos éxitos, como el motor del citado Profesor Pawlikoski, de 420 mm. de diámetro y 620 mm. de carrera, que llegó a desarrollar 80 HP. por cilindro a 160 r. p. m., con un gasto de combustible correspondiente a 2.000 cal./hora. La cantidad de cenizas en un motor de 500 HP. de consumo 0,5 kgm./B. H. P./hora, de un carbón de 10 por 100 de cenizas, sería alrededor de 500 a 600 kgm. cada 24 horas. En los laboratorios de Farveindustrie, de Oppau, se ha desarrollado un tratamiento en el carbón por ácido nítrico y vapores nitrosos, gracias al cual, el punto de fusión de las cenizas se ha elevado considerablemente, llegando a aumentarse desde 200 a 2.000° C; al mismo tiempo, la temperatura de inflamación del combustible se puede reducir desde 400° antes del tratamiento, hasta unos 200° después del tratamiento.

La influencia del grosor de los granos sobre la combustión es considerable; sin embargo, se desarrollan reacciones superficiales en las cuales entran a juego los principios de destilación y se produce seguramente una cantidad de óxido de carbono. Por esto, se puede admitir que la finura de los granos que actualmente se obtienen, puede producir una combustión suficientemente rápida, sobre todo después del tratamiento del carbón que hemos dicho más arriba; así se puede permitir el empleo de carbón pulverizado en motores rápidos.

En el Consejo de la Sociedad de Ingenieros de Máquinas del Japón, celebrado en agosto de 1940, se dió a conocer el esquema de un motor de carbón pulverizado a gran velocidad que tendrá un nuevo ciclo de funcionamiento. El motor ha estado estudiado y construído con seis cilindros en bloque, girará a una velocidad normal de 1.300 r. p. m. y una máxima de 2.000.

El sistema de funcionamiento es el siguiente: El carcarbón pulverizado se almacena en una tolva, en cuyo extremo inferior se halla un tornillo sin fin movido directamente por el cigüeñal, de tal modo que la cantidad de carbón que pasa a la tubería de aspiración es función de la velocidad del motor, pero no de su potencia. En la citada tubería de aspiración hay una abertura para la entrada del aire y al final una válvula que comunica con la cámara de precombustión .

En este motor, la combustión se hace en tres partes: 1.ª. El carbón pulverizado se calentará en la cámara de precombustión en la cual el aire está comprimido durante la carrera de compresión subsiguiente, siendo la mezcla encendida por medio de una bujía que está en la citada cámara y que funciona un poco antes del punto muerto alto. La combustión parcial de la mezcla en la cámara de precombustión y la elevación de presión subsiguiente, dirigen la mezcla a través de un conducto "ad hoc" hacia una cámara de combustión, de forma anular que rodea la parte alta del cilindro, en donde tiene lugar la segunda fase de la combustión, que se efectúa por el choque de los granos de carbón sobre las paredes, produciendo una pulverización completa. La gran velocidad relativa que existe entre el carbón y el aire acelera la combustión. Como consecuencia, la parte principal de la mezcla no quemada es arrojada al mismo tiempo que ella, vigorosamente agitada en el cilindro; pasa a la cámara de combustión a través de agujeros de comunicación que se encuentran practicados en la camisa.

Al final de la carrera descendente se abre una lumbrera inferior en las paredes de la camisa y da admisión al aire de barrido, procedente de una bomba.

Continúa este aire barriendo el cilindro a través de una válvula colocada en la culata y en comunicación con el exterior. También, pasando por la cámara de combustión anular, llega hasta la cámara de precombustión.

En la cabeza están también colocadas dos válvulas, una que sirve para el barrido principal y otra que es la verdadera válvula de escape. Las cenizas escapan por este barrido doble tan enérgico. Después funciona el motor según el ciclo de cuatro tiempos.

A pesar de todo, se forman erosiones en las camisas, debido a las cenizas.

No pueden evitarse en los motores de carbón pulverizado que se produzcan estas dificultades.

METALURGIA

COMBUSTION EN LOS HORNOS DE BRONCE, CALENTADOS POR COK. Conferencia por Mr. Martial Guerin. *(L'Usine,* número 38 del 18 septiembre 1941.)

Los hornos de cok destinados a la fusión de los bronces, que son de uso corriente en las fundiciones de tipo medio, tienen un rendimiento calorífico extremadamente bajo. En algunos casos, se llega a un consumo de carbón de un kilogramo por cada kilogramo de material fundido, consumo tan elevado, que no es debido seguramente ni a la ignorancia ni al despilfarro por parte de los fundidores, sino más bien, por un pésimo rendimiento intrínseco del horno.

¿Cómo se puede mejorar este rendimiento? Aquí el objeto de la conferencia. Durante toda ella se hace un estudio del caso concreto de un crisol de 200 kilogramos de carga con las siguientes bases: La temperatura del caldo de bronce es alrededor de 1.150°, partiendo el metal de unos 15° de temperatura inicial. La cantidad de calor que le corresponde desarrollar hasta su punto de fusión, teniendo en cuenta el poder calorífico del metal y el calor requerido por la fusión, resulta de unas 26.800 calorías, para los 200 kilogramos.

El poder calorífico de un cok usual es de unas 7.100 calorías, y como prácticamente se consumen unos 45 kilogramos para el crisol de 200 kilogramos, resultan 319.500 calorías, suministradas por el cok. El rendi-

miento térmico es, pues, 26.800/319.500 = 8,4 por 100, cifra extremadamente reducida si se tiene en cuenta que el rendimiento de los modernos hogares, llega algunas veces a 75 por 100. La pérdida se puede evaluar en 91,6 por 100.

El balance térmico que se inserta en el artículo de referencia de un horno de cok para fundir bronce del tipo descrito más arriba, es el siguiente:

Calor de fusión y calentamiento del metal...	8	%
Calor perdido por irradiación.....	13	%
Calor perdido por los refractarios y el crisol	5	%
Pérdida de cok y menudos por las parrillas...	6	%
Calor de los gases de exhaustación.....	67,6	%
TOTAL.....	100	%

Pérdida de calor por los gases de combustión.

La pérdida más elevada, como se ve, es la debida al calor que se escapa con los gases de exhaustación. Veamos cómo se puede reducir.

El calor desarrollado por la combustión completa del carbono en CO_2 es 8.100/kgm.; la oxidación del óxido de carbono desarrolla 68,2 calorías. De aquí resulta que en el caso de combustión incompleta se pierde un 69 por 100 de las colarías que se pueden obtener quemando completamente el carbón.

Si se supone que el carbón se quema en CO_2 con la cantidad justa de aire (sin exceso de aire), los gases se compondrán de un 21 por 100 de CO_2 y de un 79 por 100 de nitrógeno, y admitiendo para la temperatura de escape de los gases la de 1.150°, resulta que cada kilogramo de gas llevaría consigo solamente 3.486 calorías. Comparando esta cifra con las 4.810 calorías que pueden deducirse del cuadro anterior, resulta que por el exceso de aire se pierden 1.324 calorías por kilogramo. Si no hubiera, pues, exceso de aire, el rendimiento térmico subiría del 8,4 al 22 por 100. Hay, pues, que proceder a una combustión completa sin exceso de aire.

La mala compensación de los gases y particularmente la formación de CO, provienen de distintas causas: Mal régimen de insuflación; hogar demasiado estrecho y carga demasiado alta, de tal modo que el hogar funciona parcialmente al menos, como si fuera un gasógeno; encendido de un hogar demasiado cargado.

Para una buena combustión hace falta insuflar exactamente la cantidad de aire necesaria y suficiente, cosa que es fácil calcular conociendo el gasto del ventilador, y asegurar un contacto íntimo entre el combustible y el aire comburente. La dificultad estriba en que en función del tiempo y durante la fusión, la cantidad de aire necesaria a la combustión, crece, desde un valor relativamente pequeño en el encendido y a medida que el cok se inflama, hasta que está completamente inflamado, aproximadamente al tercio del tiempo de la duración de la fusión. Después baja lentamente. Ahora bien, el ventilador suele ser de velocidad constante y por lo tanto la cantidad de aire soplado, también lo es.

Hay, pues, dos maneras de regular la cantidad insuflada: o bien actuando sobre el ventilador, o bien (y esto es lo que prefieren los fundidores), haciendo nueva carga parcial de cok durante la fusión.

Para un horno de unos 200 kgs. se deberá regular el ventilador a una presión de 25 a 40 mm. de agua, presión que corresponde a una combustión perfecta. De este modo se retrasa un poco la combustión, pero se evitan fenómenos de erosión en el fondo del crisol, además de la ganancia térmica más arriba expresada. Algunas veces se puede hacer marchar el ventilador con un 15 a 20 por 100 de exceso sobre la capacidad necesaria, a una presión de 40 a 70 mm. de agua. Sin embargo, no se debe exagerar el soplado, porque además perjudica la fusión. La temperatura normal de la combustión en CO_2 es 2.040°; con un exceso de aire de un 50 por 100 no se obtiene más que 1.050°; con un 100 por 100, solamente 1.200°, y con un 150 por 100 no puede pasarse de 900°.

Pérdidas por irradiación.

La pérdida por irradiación que se valúa en el cuadro anterior, es del 12 al 20 por 100; en calderas solamente alcanza de un 4 a un 10 por 100, lo que prueba que puede hacerse una reducción del 8 al 10 por 100; para esto hace falta emplear refractarios espesos de 20 a 40 cm., obturar los orificios de comunicación con la fosa del horno y tener un horno más alto que el crisol.

Pérdidas de calor por los refractarios y el crisol.

Esta pérdida es inevitable y solamente puede reducirse empleando el horno en sucesivas fusiones sin interrupción. Según las condiciones de marcha, puede variar desde el 20 por 100 hasta el 3 ó 4 por 100.

Pérdidas por menudo a través de la parrilla.

Se trata del cok que está aprisionado entre las cenizas que cae entre las parrillas. Para reducir esta pérdida deben usarse parillas poco separadas, alrededor de unos 15 mm. todo lo más.

Por otra parte, se puede aprovechar el cok que se saca entre las cenizas y escorias y utilizarlo en otros aparatos, como estufas, con lo que se obtendrá una economía indirecta.

Finalmente, teniendo en cuenta todas las mejoras que se han explicado, se puede llegar a un cuadro de balance térmico como el siguiente:

Calor utilizado en la fusión.....	19	%
Pérdida por radiación.....	10	%
— por menudo.....	5	%
— por refractarios y crisol.....	4	%
— de calor en los gases de escape.....	62	%
TOTAL.....	100	%

La pérdida de calor que llevan los gases, es siempre considerable. Se puede probar a utilizar estas calorías por recuperación, bien sea para calentar el aire necesario a la combustión, bien sea para utilizarlo en otros usos, como calefacción de locales, etc. La primera solución es poco satisfactoria, porque los gases salen a unos 1.000° aproximadamente, mientras que el aire comburente no se puede calentar más que a unos 150°. La segunda solución tampoco es muy satisfactoria, porque los locales de nuestras latitudes, requieren solamente calefacción de tres a cinco meses en el año.

La conferencia de referencia ha sido discutida por algunos de los miembros de la Asociación de Técnicos de Fundición de París, entre los cuales destaca con su intervención M. Charles Dennery, que aconseja como precauciones directas:

1.° Evitar la formación de gases reductores, empleando un cok escogido y un control cuidadoso del ventilador.

2.° Calentamiento previo de los metales por medio de los gases perdidos.

3.° Facilitar la fusión por medio de fundentes y escoriantes.

4.° Evitar el demasiado calentamiento del caldo.

5.° Inyectando un aire seco para la combustión.

Como precaución indirecta aconseja la reducción en lo posible de la cantidad de caldo por kilogramo de pieza limpia, reduciendo todo lo posible los bebederos y las mazarotas.

M. Daniel Wels expuso la improcedencia de las cargas parciales durante la fusión, que interrumpen la marcha de la misma y enfrían el horno, estropeando generalmente el material refractario. Debe, pues, actuarse solamente sobre el ventilador.

Las pérdidas por radiación se pueden reducir un 20 a 30 por 100 aislando el horno con material refractario. Interiormente por placas de amianto y exteriormente por lana de vidrio o polvo de amianto sujetado por medio de chapas.

Se tiene generalmente la zona de mayor temperatura colocada a demasiada altura, con lo cual los gases salen muy calientes. Debe, pues, bajarse lo más posible el crisol. El horno basculante es el que tiene mejor rendimiento y a él se debe ir en lo posible. Se debe evitar prolongar la fusión innecesariamente, no sólo por el consumo indebido de carbón, sino también por el efecto nocivo que esto lleva consigo sobre el caldo.

La duración de la crisolada para 200 kgs., comprendiendo desde el principio de la licuefacción hasta el fin de la colada, no debe pasar de unos 7 a 12 minutos. Puede oscilar de 15 a 20; durante este tiempo, la temperatura del metal se eleva de 100 a 200°.

No deben hacerse pequeñas fundiciones, a menos que se trate de piezas de alta resistencia.

Se deben emplear refractarios silicios y cada horno debe tener su propio ventilador.

LA FOSFATIZACION DE LOS METALES FEROSOS, por O. Macchia. *(L'Industria Meccanica,* julio 1941.)

Las propiedades que, según el autor presenta, la fosfatización o parkerización de los metales ferrosos y sus ventajas sobre otros revestimientos o protecciones contra la corrosión, son las siguientes:

a) Una buena protección respecto a los metales ferrosos. Con relación a la corrosión se han estudiado los efectos de distintas protecciones, sobre láminas de acero, expuestas a una niebla salina con 20 por 100 de cloruro de sodio, obteniendo unos datos que se insertan en el artículo de referencia en forma de un gráfico, del cual se pueden sacar las siguientes conclusiones: La muestra que aguantó más (unas 800 horas) sin la menor señal de picadura, tenía una protección por sherardización de 2.635 miligramos cada decímetro cuadrado; después viene, en orden de resistencia, una prueba con revestimiento protector por medio de la oxidación, según el proceso Baur-Barff; después, una muestra galvanizada electrolíticamente con 1.210 mm. de cinc cada decímetro cuadrado, e inmediatamente después, las probetas parkerizadas o fosfatizadas y pintadas luego de barniz. Luego siguen, en orden de resistencia, una serie de probetas defendidas por casi todos los procedimientos de protección conocidos, cuya resistencia es muy inferior a la de las piezas fosfatizadas.

b) Los tratamientos fosfáticos presentan bastantes ventajas de realización práctica, con relación a otros procedimientos electrolíticos, etc.

c) Localización de las picaduras. Las piezas provistas de revestimiento fosfórico, sobre el cual se ha dado una capa protectora de barniz, tienen un poder extraordinario de localización de las picaduras. Usando otra clase cualquiera de pintura sin fosfatización previa de la superficie, al cabo de algún tiempo de inmersión en un agua salina u otro medio oxidante, si se produce una picadura, se extiende la corrosión por debajo de la capa protectora. No sucede así si se ha tenido la precaución de fosfatizar, antes de la pintura. Esta cualidad se prueba en el artículo de referencia por medio de plaquitas protegidas de ambas maneras, en las cuales se había hecho de antemano una erosión en un extremo, con el consiguiente desprendimiento del barniz. Las plaquitas fosfatizadas no permitieron la propagación de la corrosión, mientras que las que no estaban protegidas por este procedimiento, sufrieron las consecuencias de una gran propagación de la picadura.

d) La fosfatización proporciona un buen poder aislante, sobre todo a la acción electrolítica. Para probar esta propiedad, se han hecho experiencias, en casos de superficies ligeramente fosfatadas, comprobando que esta aplicación obstaculiza la corrosión electro-química en los materiales ferrosos.

e) Perfecta fijación y adherencia de aceites, lacas, barnices, etc., sobre una superficie metálica fosfatizada. Para demostrar esta propiedad, varias probetas de acero, unas de ellas fosfatizadas y otras simplemente pulidas, con barniz a la nitrocelulosa, fueron sometidas a una prueba de plegado alternativo. Se comprobó que en las probetas simplemente pulidas, el barniz a la ni-

trocelolosa no pudo resistir más de 1.947 plegados sin presentar rajaduras, mientras que las fosfatizadas pudieron aguantar con el barniz incólume hasta 3.383 plegados.

f) La parkerización no produce ninguna alteración en las propiedades mecánicas de los metales. Para probar esto, se han llevado a cabo bastantes experiencias de tracción y de flexión. En el artículo de referencia se inserta un cuadro comparativo, en el que se dan los valores del límite elástico, la carga de rotura, el alargamiento y la estricción, en probetas de acero fosfatizado y sin fosfatizar. En este cuadro, puede comprobarse que los resultados son casi iguales en ambos casos. Lo mismo puede decirse de las otras pruebas de flexión, resiliencia, etc.

Por contra, las principales desventajas que tiene este procedimiento, según algunos de sus detractores, son las siguientes:

1.° Menor aspecto decorativo con relación a una superficie niquelada, cromada, etc. Esto es cierto; sin embargo, hay que considerar el menor coste y la mala aplicación que algunas veces tiene el cromado y niquelado en superficies irregulares, cosa que en el tratamiento fosfatizado no ofrece dificultad alguna.

2.° Dificultad de aplicación en objetos de grande superficie. En los últimos años se ha perfeccionado el procedimiento de fosfatización, hasta el punto de dejar de ser una dificultad, aunque se trate de piezas de grandes dimensiones y superficies.

3.° Disminución del valor protector a temperaturas elevadas. Desde luego, a temperaturas elevadas la protección fosfatizada va desapareciendo, hasta el punto de que en breve período de tiempo desaparecerá completamente; si se ha de someter el material a temperaturas superiores a 400° C; pero no llegando a temperaturas superiores a 200° C, el poder protector del revestimiento, no sufre una disminución grande.

4.° Escasa resistencia del procedimiento de fosfatizado al roce a una alta presión específica. Debe tener el técnico en cuenta, respecto a esto, que el metal duro conserva la fosfatización en todas las demás partes de la pieza que no rozan, mientras que los metales blandos, como bronce, estaño, etc., dejan una traza en la parte fosfatizada como consecuencia del rozamiento. En general, no se protegen por medio de fosfatización las superficies que están expuestas a un continuo roce con una alta presión específica.

El procedimiento de fosfatización se puede emplear en muy diversas industrias, descollando la industria de armas, sobre todo la de armas portátiles. En el artículo de referencia se insertan una serie de fotografías de fusiles y ametralladoras de los ejércitos italiano y americano. La fosfatización se emplea también para armas de artillería, sobre todo en cierres y piezas de mucha precisión y delicadeza, como puede verse en unas fotografías insertadas en el artículo que glosamos. También se emplea en la industria del motor, para proteger los cilindros sueltos, especialmente en el caso de aeronaves. En construcción naval, se usa también la fosfatización, por resultar un revestimiento muy resistente a la acción corrosiva del agua de mar; principalmente se usa en la protección de elementos importantes de maquinaria; como son botellas de aire de alta persión de los sumergibles, y en general, en botellas que encierran gases comprimidos a alta presión. En el armamento de los buques también se emplea en diversas piezas, como por ejemplo en las vainas de los proyectiles que no se disparan con saquete.

BETON U. EISEN.—Número 14, del 20 de julio de 1941.

Medidas eficaces de protección contra las heladas al realizarse obras de hormigón y hormigón armado.
Construcción de una fábrica de papel moderna en Bulgaria (final).
Varios: *Comunicaciones dirigidas a la Redacción.*
Revista de libros.
Rectificaciones.

BETON U. EISEN.—Número 15, del 5 de agosto de 1941.

Presión adicional de agua sobre los muros de presas de embalse durante terremotos.
Sobre las fuerzas cortantes en recipientes circulares (silos) con tabiques de división.
Sobre el cálculo de las secciones rectangulares de hormigón armado solicitadas por cargas excéntricas.
El procedimiento general de distribución de momentos o fuerzas.
Varios.
Revista de libros.

BETON U. EISEN.—Número 18, del 20 de agosto de 1941.

La mezcla del hormigón y las correspondientes máquinas modernas.
Sobre la influencia de los modos rígidos de vigas de emparrillado sobre la distribución de la carga.
Varios: *La construcción de botes de hormigón armado.*
Revista de libros.

MODERNE BAUFORMEN.—Número 8, agosto de 1941.

Casas para alquilar.
Tiendas.
El arte de amueblar.
Estampas de color.
Comunicaciones del ramo.

THE METROPOLITAN VICKERS GAZETTE.—Julio de 1941.

Editorial.
Un equipo de control unificado para las calderas en las Roah Antelope Copper Mines.
Unidad de fusible no inflamable, para un transformador de 3.300 voltios de corriente trifásica, para el empleo en minas.
Electrificación en la industria textil.

El calculador del factor de potencia "Mulligan" de la Metrovick.
Un defecto en las soldaduras de acero dulce debido al contenido de sustancias no metálicas en el metal adicional.

LA MARINA ITALIANA.—Número 8, agosto de 1941.

Sobre la financiación de la construcción.
Artículos: *La Marina mercante en la primera y la segunda guerra mundial.—Teoría, técnica y práctica en la construcción naval.—Tráfico mediterráneo.—Sobre el proyecto de un pontón de brazo fijo.*
Ganancias de los armadores ingleses.—El futuro de Francia.—Hacia la creación de un centro de seguros italiano.—El comercio en la actualidad... y el comercio en el porvenir.
Se trabaja.
Jurisprudencia.

DIE BAUTECHNIK.—Número 33, del 1.° de agosto de 1941.

La estabilidad de los tubos de paredes delgados en posición vertical libre.
Elevador de buques con cuerpo flotante plano y horizontal.
Varios.
Comunicaciones dirigidas a la Redacción.
Anexo: DER STAHLBAU.—Números 16 y 18, del 1 de agosto de 1941.
Sobre la deflexión lateral de vigas de acero circular de sección variable, apoyadas estáticamente indeterminando.—Cálculo práctico de puentes colgantes según la teoría de orden II (final).

DIE BAUTECHNIK.—Números 34-35, del 15 de agosto de 1941.

El cemento de piedra de trass.—Advertencias referentes a la hoja DIN 1.167.
Daños en el hormigón causados por la temperatura.
Relleno de hormigón de la tubería de refrigeración en el hormigón de una presa de embalse.
Varios.
Revista de libros.
Personales.

TELEGRAPHEN-FERNSPRECH-FUNK-UND FERNSEH-TECHNIK. Julio de 1941.

La emisión de impulsos de corriente al marcar en el servicio automático de conferencias telefónicas.
Proposiciones para la creación unificada de valores de medición en receptores de radiodifusión.
Procedimientos gráficos para la representación de las cualidades de filtros eléctricos de ondas a base de los parámetros de ondas (continuación).
Transmisión por teletipo con tiras perforadas.
La técnica de los teléfonos automáticos públicos del Correo Imperial del Reich.
Crítica de libros.

DIE BAUTECHNIK.—Número 36, del 22 de agosto de 1941.

Encajonado y andamios para las obras de hormigón armado y la construcción de puentes.
Sobre la comprobación de la sensibilidad a la soldadura de aceros de construcción.
Varios.
Revista de libros.
Noticias personales.

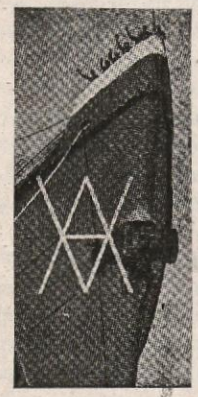
LA METALURGIA ITALIANA.—Julio de 1941.

El equilibrio del manganeso y del silicio al horno de inducción y revestimiento ácido.
Teoría nueva sobre laminación.
La cementación de los ácidos con la mezcla Giordani.
Noticiario siderúrgico.
II. Procesos de fabricación: *Condiciones técnicas y económicas de desecación del aire de soplado en las acererías Thomas.*
Un nuevo procedimiento de fabricación de hierro fundido en cubilote.
Lo colada continua.
III. Pruebas físicas y mecánicas: *Los métodos de aplicación de las cargas en las distintas pruebas sobre fragilidad cáustica de los aceros.—Medida de la fluidez de las aleaciones de zinc.*
IV. Propiedad de los metales y de las aleaciones metálicas. Estructuras. Métodos de estudio: *Los aceros modernos resistentes a temperaturas elevadas.—Los aceros al Cr-Nn resistentes a tempetrauras elevadas en sustitución de los aceros al Cr-Ni.*
Método para el dosificado fotométrico del cobre en las acererías comunes y en las fundiciones.
Cementación profunda al baño de sal de aceros de cementación al Cr-Nn y al Cr-Mo.—El templado con emulsión no oleosa.
Posibilidad de una rápida regulación de la temperatura.
Los recientes adelantos en el campo de los aceros especiales.
Investigaciones con el microscopio electrónico sobre estratos superficiales oxidados.—Selección del acero y del tratamiento térmico en la fabricación de los engranajes.
Sobre la conveniencia del empleo del aluminio en la fabricación de cajas para conservas alimenticias.

Unión Naval de Levante S. A.

Proyectistas y constructores de toda clase de buques de guerra, pasaje y carga
Diques flotantes en Valencia y Málaga
Reparación de buques y maquinaria

Casa central en Madrid: Alcalá, 47 - planta D



YBARRA y C.ía, S. en C.

SEVILLA

Servicios regulares rápidos de cabotaje entre los puertos españoles

Línea a Sud América

Salidas regulares desde España y Portugal para **Venezuela, Brasil, Uruguay y Argentina,** con escalas en **La Guaira, Pernambuco (facultativa), Río de Janeiro, Santos, Montevideo y Buenos Aires,** por los trasatlánticos correos españoles de 22.000 toneladas

"CABO DE HORNOS"
"CABO DE BUENA ESPERANZA"

Acomodaciones para pasajeros de **Clase Unica (Cabin Class) y Económica**

Magníficas acomodaciones y salones. Todas las cabinas exteriores. Piscina al aire libre. Espléndidas cubiertas de sol y deportes. Excelentes comidas. Cine sonoro.

INFORMES:

SEVILLA:	D. Joaquín de Haro - Tomás de Ybarra, 7	Telegs.	HARO
BILBAO:	Bergé y Cía. - Alameda de Mazarredo, 6, bajo	—	BERGE
VIGO:	D. Alvaro Vázquez - Avenida de Montero Ríos, 22	—	VAZQUEZ
LISBOA:	Agencia Marítima Trasatlántica, Lda. - Rua San Paulo, 9, 1.°	—	TRANSMARA
CADIZ:	D. Juan José Ravina - Beato Diego de Cádiz, 12	—	RAVINA
MADRID:	Vizconde de Aliatar - Avenida José Antonio, 8	—	ALIATAR
BARCELONA:	Ybarra y Cía., S. en C. - Delegación: Vía Layetana, 7	—	YBAÑOL

AGENCIA EN TODOS LOS PUERTOS