

del Estado en activo, que quedarán supernumerarios en sus respectivas escalas.

c) Los consorcios rendirán sus cuentas anualmente al Ministerio y se someterán a los mismos trámites que actualmente las de Juntas de Obras de puertos o de canales.

C.

El Gobierno designará Institutos superiores técnicos que preparen, estudien y metodicen todas las cuestiones referentes a ancho de vía, sistema de tracción ferroviaria, aplicaciones de la energía hidroeléctrica, su mejor aprovechamiento y su transporte, condiciones técnicas de todas las obras y su modo de explotación, a fin de obtener un criterio claro y definido en el tecnicismo de todas las obras y servicios.

J. BORES Y ROMERO,
ingeniero de Caminos.

BARCO-PONTÓN DE HORMIGÓN ARMADO DE 700 TONELADAS DE CARGA

por

ALFONSO PEÑA

ingeniero de Caminos.

El día 28 del pasado mes de octubre tuvo lugar la botadura de un pontón de hormigón armado, construido en los astilleros que en Vianna do Castelo (Portugal) instaló la Sociedad Moderna Constructora Naval, formada por el súbdito portugués Sr. Abrunhoza, con los ingenieros españoles Sr. Salvatierra y el que suscribe este artículo.

Las características de este barco son las siguientes: eslora, 37,50 metros; manga, 10 metros; puntal, 3,75 metros; coeficiente de afinado $\phi = 0,86$; calado en rosca, 1,30 metros.

La botadura se verificó con toda felicidad, si bien algo antes del momento esperado, fenómeno bastante frecuente, a causa de la pendiente de la grada; pero esto no fué origen de ningún trastorno, pues dió tiempo a cortar las escoras de popa, quedando sujeto el barco por tres embarbillados de proa, que ligaban el carro de deslizamiento con la carrera, cuyos enlaces fueron destruidos al ponerse en movimiento, sin que diera tiempo a levantarlos.

Recién botado el pontón «hacia bastante agua», no obstante el embreado del fondo y el pintado con la patente inglesa; pero no era por permeabilidad del forjado de hormigón del fondo ni de los costados, sino por los poros abiertos en las varengas. Es de advertir que por la velocidad de botadura rompió el barco el cable de retenida (que era de acero con más de 30 milímetros de diámetro) y ese golpe brusco sobre el botalón sacudió toda la estructura, produciendo quizá algunas fisuras en el elemento resistente.

No tuvo importancia este accidente que puso a prueba su resistencia, pues bastó hacer un calafateo de esos poros y enlucir las caras de las varengas con mortero de cemento para que el barco quedara absolutamente impermeable.

La estructura del barco es análoga a la de los barcos de madera, en cuanto a disposición; se compone de cuadernas muy espaciadas (un metro de eje a eje) formadas como siempre por sus tres elementos: varengas, costados y baos, excepto en los correspondientes a los vanos de bodega en que los últimos están cortados; la resistencia longitudinal la proporcionan la quilla central,

dos carlingas y los pantoques inferiores y ligamentos superiores, además de las vigas de refuerzo de los vanos de bodega y de las vagras que forman cintura. Todas esas piezas, exceptuando los ligamentos, tienen 15 centímetros de ancho y cantos variables, según la ley de momentos solicitante, y el conjunto está revestido por un forro que cierra las claras con 7 centímetros de espesor, menos el de cubierta que tiene 6 centímetros.

El armado de la estructura es sumamente sencillo, mucho más que el ejecutado en la mayor parte de los barcos de hormigón armado.

Los americanos, que son los únicos que han propulsado en



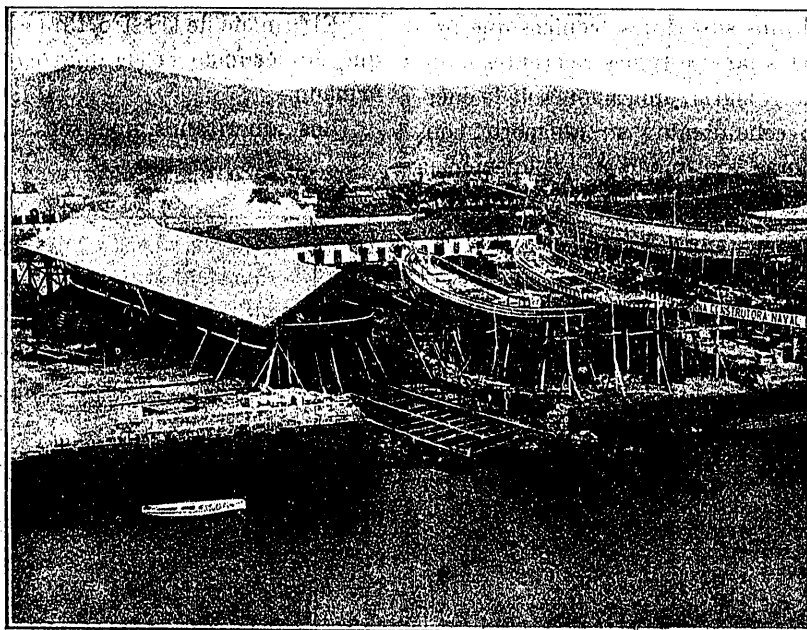
estos últimos años las construcciones flotantes de hormigón armado con intensidad, disponen ordinariamente doble capa de armado para el forro, formando, cada una, retículas a 45° con la horizontal. Además, para los efectos del cálculo suponen cada trozo de cuaderna con su mitad de forro a cada lado como una pieza en T, es decir, que para la resistencia unen a la pieza de la cuaderna la del forjado. Nosotros suponemos que la resistencia total debe estar asegurada por las piezas rectangulares de la estructura solamente y que el forro es sólo un cerramiento de las claras sin absorber más trabajo que el del panel correspondiente. Más lógica nos parece esta hipótesis y después de construido el barco lo creemos más aún, al ver cómo se han propagado por la totalidad del navío los esfuerzos a que le hemos sometido en las pruebas dinámicas de que ha sido objeto.

El forro en este barco no lleva más que una retícula simple de alambre de 8 milímetros a distancia de 10 centímetros reforzado únicamente por pequeños trozos supletorios del mismo alambre en los arranques de cuaderna para evitar fisuraciones por inversión de momentos, cosa que hubiéramos evitado por levantamiento de las varillas, pero que resultaba más cómodo hacerlo así para la rapidez del armado.

Para el cálculo de la estructura resistente, por lo que afecta a los esfuerzos en sentido transversal del barco, hemos supuesto el conjunto de la cuaderna, con sus cuatro elementos formando una

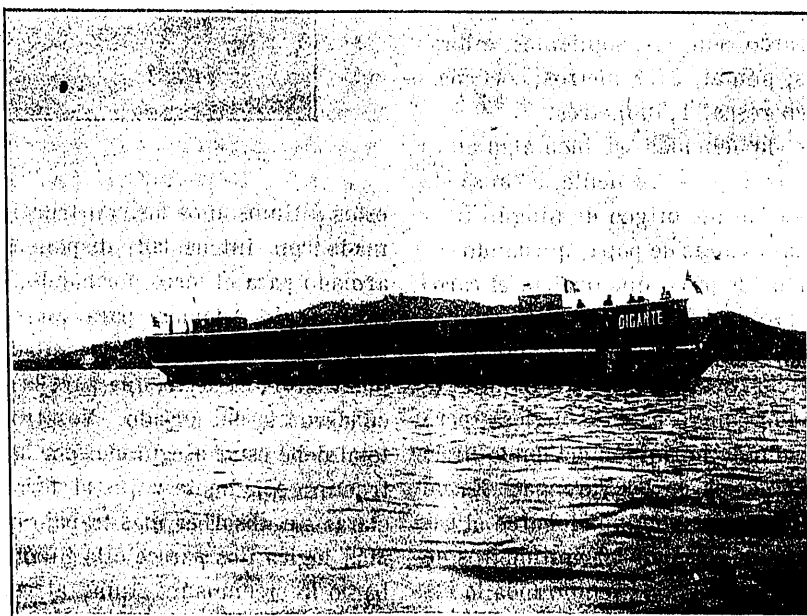
figura hiperestática, solicitada por los empujes del agua y las cargas interiores y de cubierta con arreglo a la estiva ordinaria, aplicando a ella el método de Müller Breslau para determinar la ley de los momentos flectores en las distintas piezas, y de sus cargas tangenciales. A las secciones que así resultan las hemos

tiene condiciones de estabilidad náutica para tal objeto, no es ese su fin, holgaba el hacer tales hipótesis, que únicamente se pondrían en juego al trasladarle de un puerto a otro, operación que no habría de hacerse en desfavorables condiciones, con olas de tanta altura.



aliviado, colocando luego al hacer la construcción doble fila de pilares, en el interior de bodega, si bien con sección muy pequeña (15. x 15 cm.) que no serían precisos, pero que obedecieron a indicaciones atendibles.

Pero si era indispensable preocuparse del arrufo que se produciría al botarle de popa y, calculado este momento, pudimos comprobar que era comparable a aquéllos, y forzoso, por lo tanto, dotarle de la resistencia suficiente. A ese fin obedecen los



Para la resistencia longitudinal, en los barcos que se calculan (¡que son los menos!), se hacen ordinariamente las dos hipótesis: en que más desfavorablemente estará el barco en navegación, calculando los momentos de arrufo y de quebranto que se producen, suponiendo el navío entre las crestas de dos olas de proa y popa, o con la cuaderna maestra en la cresta de una ola de longitud igual a la del barco y forma trocoidal.

Tratándose en este barco no de una embarcación para navegación de altura, sino de una construcción flotante que, si bien

haces de varillas de 30 milímetros que arman las piezas longitudinales, según se aprecia en la sección transversal.

*
**

Muy discutidos han sido en el campo de la técnica los barcos de hormigón armado, y el hecho de haber dejado algunos astilleros de trabajar con ese material parecería dar la razón a los escépticos, si no hubiera en general otras de índole distinta de las de orden técnico. Dentro de nuestra modestia, si nos fuera dable

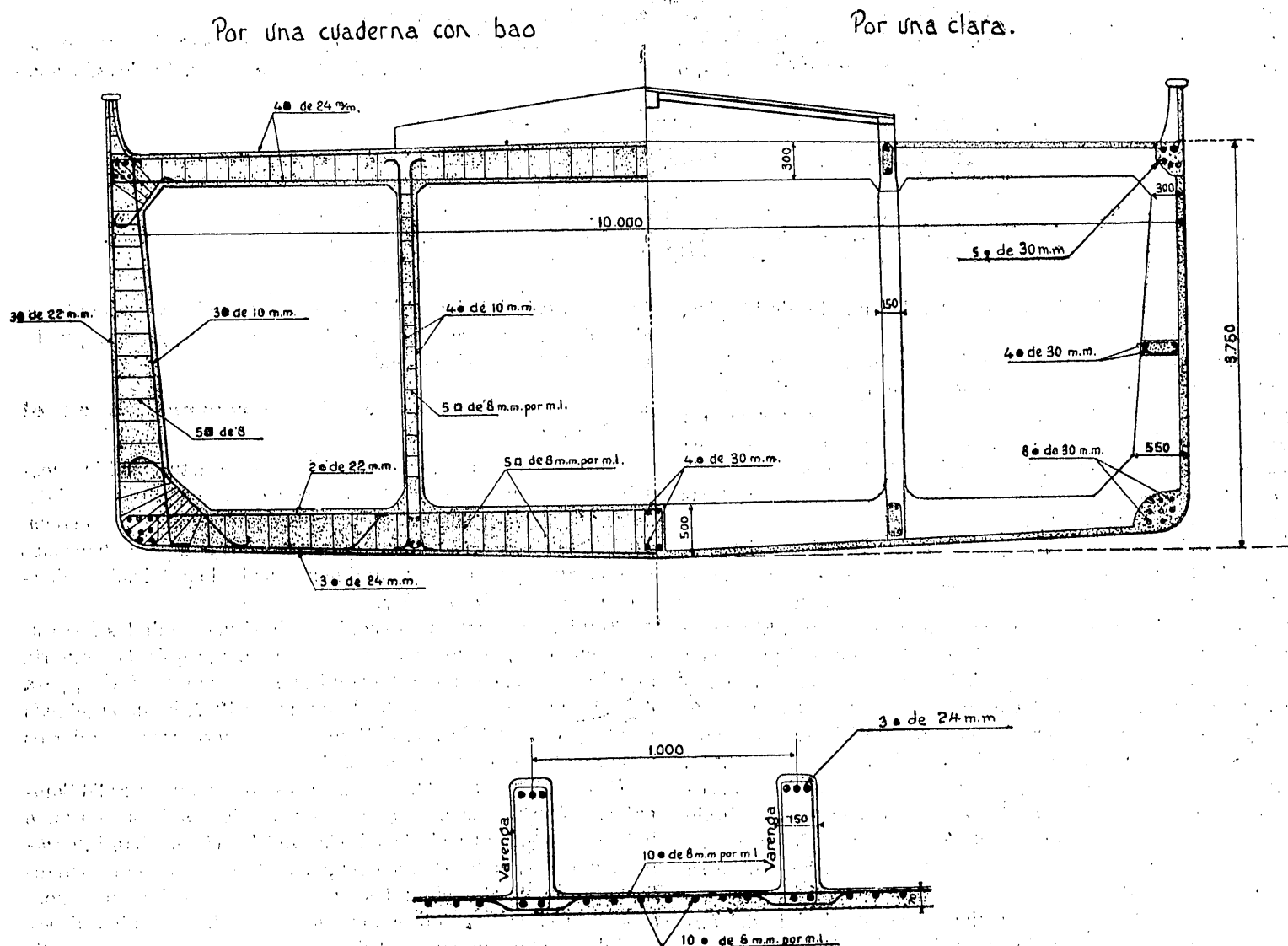
opinar, diríamos que nunca fuimos partidarios de los barcos de hormigón armado para navegación de altura; pero desde luego su resultado es positivo en pontones y construcciones flotantes exentas del trabajo dinámico del mar. De todas suertes, también deben desecharse algunas opiniones de los detractores.

Los barcos contruidos con ese material, empezaron a tomar incremento durante la guerra europea, a causa principalmente del enorme precio que alcanzó el acero. Es innegable que pre-

que uno de madera, para la misma carga, precisa un desplazamiento de cerca de 600 o más aún. Y ese rendimiento puede mejorar considerablemente por el empleo de hormigones con árido, formado por arcilla calcinada, que rebaja en un 20 por 100 su peso específico, y que, sin disminuir apreciablemente la resistencia le hace inatacable a los efectos del agua del mar, que en algunos parajes alteran los hormigones ordinarios.

Sin embargo, para la navegación de altura tienen los barcos de

Sección Transversal



sentan ventajas sobre los barcos de madera, pues en primer lugar se pueden ejecutar con gran rapidez (1), mucho menos de la mitad del tiempo que se emplea con los mismos elementos para uno de madera homólogo; además, no requiere el empleo de obreros especializados, pues el trabajo de dirección es el único que precisa ser inteligente; la resistencia mecánica es muy grande (calculándose claro está de un modo racional); la impermeabilidad es también muy superior a la de los de madera, y, por último, el rendimiento de carga es bastante mayor que en aquellos, pues aun empleando hormigones de los elementos corrientes, un casco de hormigón armado para 700 toneladas de carga puede dar un desplazamiento en rosca de 400 toneladas, en tanto

hormigón armado inconvenientes de consideración, que dimanar principalmente de su gran rigidez; estos barcos carecen en absoluto de la flexibilidad de los de hierro y madera y, en efecto, no sólo produce un movimiento duro en los balances, sino que, sometido a la violencia de los temporales, su escasa facultad de deformarse hace que tenga que absorber en la masa toda la energía que le combate, y quizá sea esa la causa de la destrucción rápidamente operada en algunos transatlánticos contruidos.

De todos modos, en los elementos flotantes que no están sometidos a esos efectos, repetimos que el resultado obtenido es muy satisfactorio y en todo caso el hecho de haberse empleado ese material en barcos de mucha importancia ha dado lugar a una serie de estudios y experimentos sobre los morteros y hormigones, que sólo por sí son un visible progreso en el orden técnico.

(1) Nosotros, prescindiendo de las demoras que tuvimos para adquirir los materiales, empleamos setenta días de trabajo para construir el pontón.