

Remolcador "Eduardo Benot"

por Rafael Crespo Ingeniero Naval

Hace pocos meses, ha sido entregado a la Junta de Obras del Puerto de Cádiz, un remolcador de motores, construido por la S. E. de C. N. en su astillero de Matagorda.

Las características principales son las siguientes:

Eslora entre pp.	25.000 Mts.
Manga fuera de miembros	5.650 »
Puntal al canto del bao	2.850 »
Calado máximo	2.470 »
Desplazamiento a este calado . . .	180 tons.

La proa es recta, la popa elíptica y tiene un amplio castillo que contribuye a darle aguante contra la mar, aunque haya sido proyectado como lo indican sus características para el servicio de puerto únicamente.

El barco ha sido construido de acuerdo con las reglas del Bureau Veritas para obtener la clasificación † I $\frac{3}{3}$ G 1. 1, máxima en su clase, y los escantillones adoptados, están acotados en los dibujos de la cuaderna maestra y sección longitudinal.

Tiene doble fondo parcial, que se extiende desde la cuaderna N.º 10 a la N.º 42, excepto en la sección de máquinas (cuadernas 15 a 28),

dividido en 3 tanques por las varengas estancas número 10-15, 28-32 y 42, de los cuales el primero de unos 3 m³ de capacidad, se utiliza como tanque de combustible.

Distribución.—El casco va dividido en 6 compartimientos estancos por los mamparos 4, 15, 32, 42 y 43 cuyos compartimientos son: pique de popa, alojamientos del patrón y motorista, cámara de motores, bodega, caja de cadenas y pique de proa.

En el entrepuente que forman el castillo y la cubierta principal, se ha dispuesto un pequeño pañol limitado a popa por el mamparo de colisión. En el espacio comprendido entre dicho mamparo y el N.º 35, que es el mamparo terminal del castillo, va dispuesto a Br. un alojamiento para 4 marineros en literas dobles, de madera, que comunica con un W. C. dispuesto entre un mamparo longitudinal a cruzía y otro de la misma clase, prolongación del correspondiente del tronco de escotilla.

A popa de este y limitado por prolongaciones de los mamparos laterales de dicho tronco, hay un local destinado a cocina, en el que va instalado un elemento de 0,700 × 0,520 mts. con horno y termosifón. En el compartimiento a es-

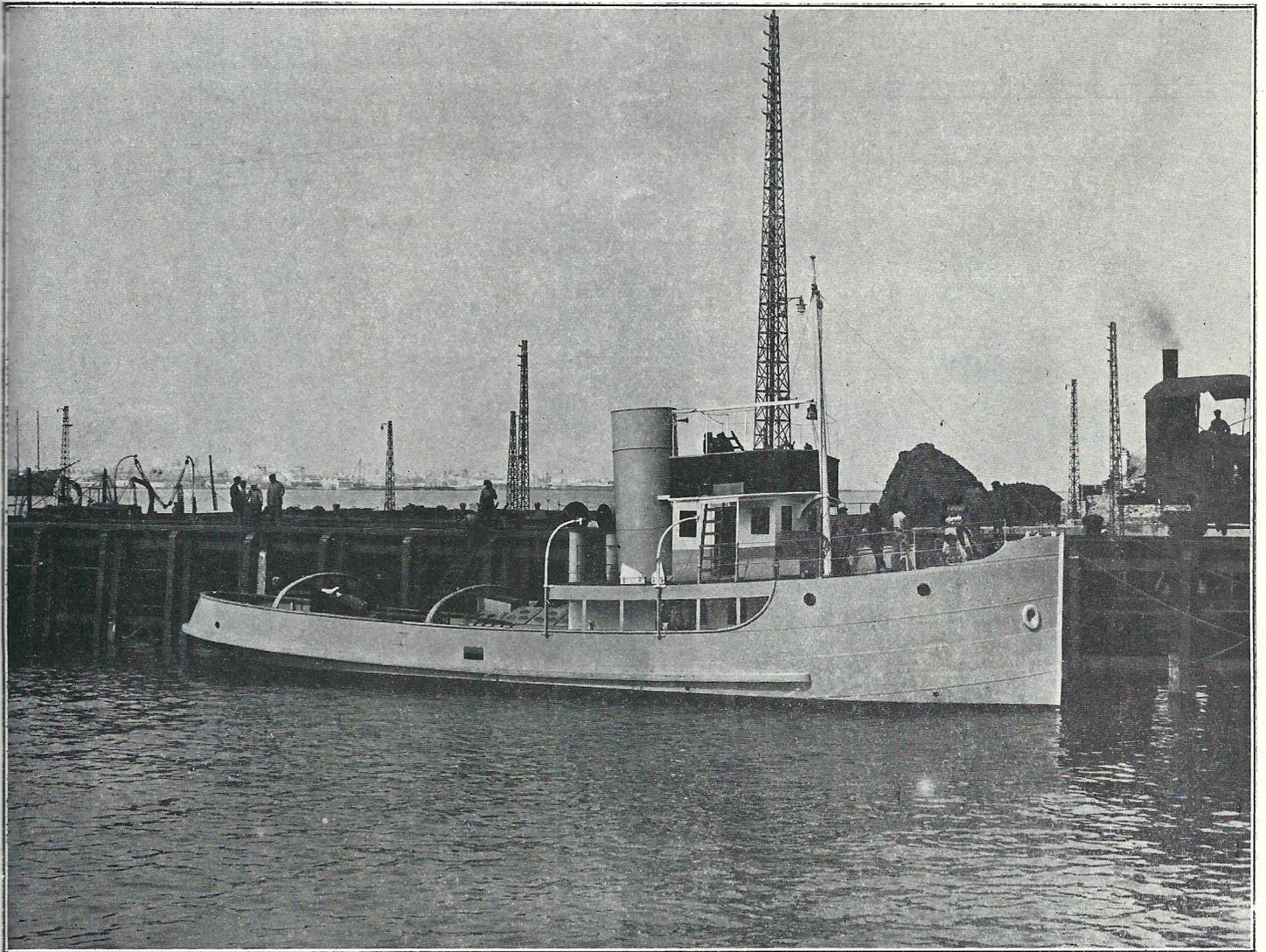
tribar de los anteriores se ha dispuesto un baño, lavabo y W. C.

La cubierta alta no termina en la cuaderna número 35, sino que continúa hasta la núm. 23, uniéndose al costado por una cenefa referida por puntalés a la cubierta baja, y yendo entre ambas una caseta que deja dos pasillos laterales y uno transversal a proa con el que comunican los alojamientos mencionados anteriormente.

pansión en altura de la cámara de motores, en la que van instalados los filtros, tanque de gravedad, etc.

En la cubierta baja sigue el pique de proa y caja de cadenas, una bodega en la que se pueden almacenar los cabos y cables de remolque así como los elementos de salvamento que se estimen necesarios.

En el tercio de popa y a continuación de la



El Remolcador «Eduardo Benot», construido por la S. E. de C. N. en los Astilleros de Matagorda (Cádiz)

La caseta entre cubiertas está formada en su parte de proa por un saloncito forrado de tableros, de «ply-wood» y decorado sencillamente destinado a cámara del personal de la Jefatura que eventualmente embarque. Como mobiliario lleva una mesa, tres sillas y dos sofás «Pullman», transformables en literas.

La parte de popa de esta caseta es una ex-

cámara de motores, existen dos alojamientos, uno para el patrón y otro para el motorista, compuestos de litera de madera, taquilla y lavabo. Los mamparos de frente de las literas, son desmontables y hacen asequible el acoplamiento del eje de cola, que puede ser desconectado en caso necesario. A ambos alojamientos se llega por un antepañol al que conduce la escala de

bajada cubierta por el correspondiente tambucho y en el que van estibados los respetos de motores, completando el pique de popa la distribución de esta cubierta.

Sobre el castillo existe una caseta cuyo techo se extiende en parte hacia los costados formando las alas del puente con endolado de teca en todo su contorno. Aquí iba primitivamente

Equipo.—El equipo lo constituyen; 2 anclas sin cepo de 175 kgs. cada una, 1 ancla con cepo de 65 kgs., 90 mts. de cadena de 19 mm. de diámetro, 80 mts. de cable de acero flexible de 25 mm. de mena para espía, otros 80 mts. de cable de 38 milímetros de mena para remolque y 90 metros de cabo de abacá de 102 mm. para guindaleza.

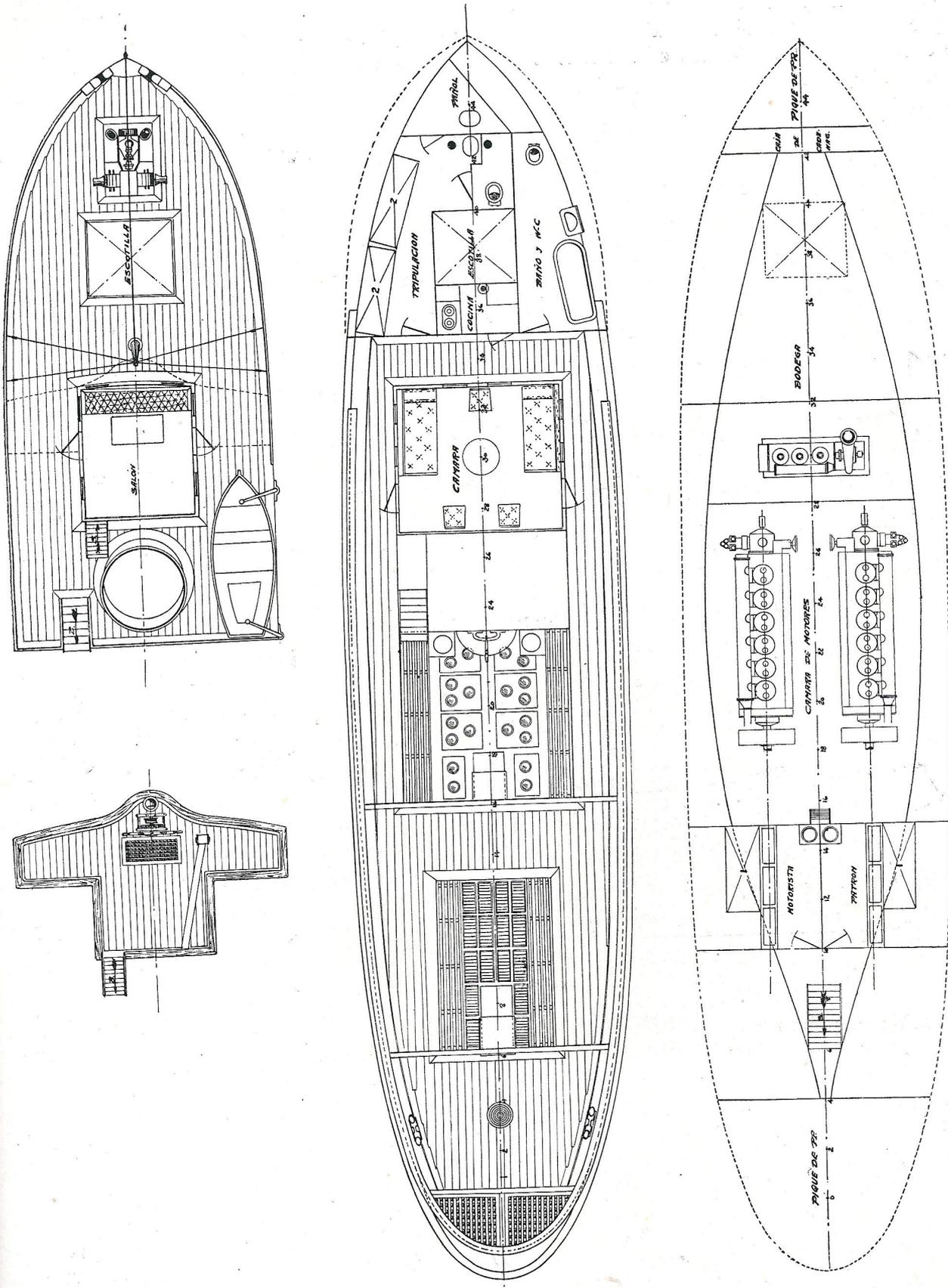
Motores principales.—El barco está equipa-



Vista de popa

dispuesto el gobierno del barco estando destinada la caseta a salón, según está indicado en los planos. No obstante por indicaciones posteriores y con objeto de proteger al patrón de las durezas del clima en estas latitudes (¿?) fueron trasladados al interior de la caseta los aparatos de gobierno.

do con dos motores «Otto-Deutz», tipo SVMS-150, directamente reversibles, de cuatro tiempos inyección sólida y seis cilindros, dando una potencia normal de 330 EHP a 275 r. p. m. El diámetro de los cilindros es de 280 mm. y la carrera 500 mm. El número de revoluciones puede variarse, conservándose la regularidad de cada



CUBIERTAS

bajada cubierta por el correspondiente tambucho y en el que van estibados los respetos de motores, completando el pique de popa la distribución de esta cubierta.

Sobre el castillo existe una caseta cuyo techo se extiende en parte hacia los costados formando las alas del puente con endolado de teca en todo su contorno. Aquí iba primitivamente

Equipo.—El equipo lo constituyen; 2 anclas sin cepo de 175 kgs. cada una, 1 ancla con cepo de 65 kgs., 90 mts. de cadena de 19 mm. de diámetro, 80 mts. de cable de acero flexible de 25 mm. de mena para espía, otros 80 mts. de cable de 38 milímetros de mena para remolque y 90 metros de cabo de abacá de 102 mm. para guindaleza.

Motores principales.—El barco está equipa-



Vista de popa

dispuesto el gobierno del barco estando destinada la caseta a salón, según está indicado en los planos. No obstante por indicaciones posteriores y con objeto de proteger al patrón de las durezas del clima en estas latitudes (¿?) fueron trasladados al interior de la caseta los aparatos de gobierno.

do con dos motores «Otto-Deutz», tipo SVMS-150, directamente reversibles, de cuatro tiempos inyección sólida y seis cilindros, dando una potencia normal de 330 EHP a 275 r. p. m. El diámetro de los cilindros es de 280 mm. y la carrera 500 mm. El número de revoluciones puede variarse, conservándose la regularidad de cada

vuelve a inyectar combustible en los cilindros.
Maquinaria auxiliar.—El barco va provisto de un grupo de achique y contraincendios situado transversalmente a proa de los motores principales.

El grupo, que es capaz de lanzar 100 toneladas de agua por hora a 40 metros de altura manométrica, se compone de un motor «Otto-Deutz», tipo PMD-122, de dos tiempos, tres cilindros, sin compresor, dando 33/44 EHP a 450/600 r. p. m. según la regulación, y de una bomba M.A.G. Balcke de 355 mm. de diámetro de rueda, girando a 1.450 r. p. m. por intermedio de engranajes en baño de aceite. La carga de su botella de arranque se obtiene por comunicación directa de un cilindro con dicha botella, por medio de un tubo con una válvula de retención. La carga se efectúa en pocos minutos ya que la capacidad de la botella es muy limitada.

Con objeto de poder cargar las botellas de los motores principales sin necesidad de valerse de estos, se ha provisto de una comunicación análoga a la descrita, entre un cilindro del motor del grupo contraincendios y cada uno de los grupos de botellas de cada motor principal, pero debido a la capacidad mayor de cada una de aquellas, se ha dispuesto un sistema de refrigeración del tubo que de no hacerlo así tomaría temperaturas muy altas con gran probabilidad de avería.

En la propia cámara de motores va instalado un grupo «Delco» de 600 W a 32 volts. que asegura la iluminación de todos los compartimientos.

La maquinaria auxiliar de cubierta está constituida por un molinete que se cons.ruye ordinariamente en el astillero para ser manio-brado a mano con destino a barcazas, gánguiles, etc., al cual se le ha adaptado mediante tornillo sin fin y rueda helicoidal, un motor «Bolinders», tipo W3M15, de dos tiempos, un cilindro y 6 EHP a 900 r. p. m., con el que se ha podido izar una carga equivalente al quintuplo del peso de un ancla a la velocidad de 12 metros/min.

Elementos característicos del proyecto.—Las dimensiones principales, fuera de miembros, proyectadas, fueron las siguientes:

$$L = 25.000 \text{ mts.} \quad M = 5.650. \quad C = 2.450 \text{ mts.}$$

y los coeficientes adoptados son:

Coficiente de bloque.	$\delta = 0,490$
Id. de afinamiento de la cua- derna maestra	$\beta = 0,765$
Coficiente de afinamiento de la flo- tación	$\alpha = 0,754$
Coficiente cilíndrico	$\varphi = 0,640$

El C. de G. del buque desprovisto de maqui-naria auxiliar y principal está a 2,712 mts. sobre la línea base o sean 0,95 del puntal de construc-ción.

El del buque totalmente armado y listo para navegar está a 2,436 mts. sobre la misma base. De los datos de la carena en flotación normal se deducen.

Ordenada del C. de C.	1,520 mts.
Radio metacéntrico	1,296 »
Ordenada del metacentro , ,	2,816 mts.
» » C. de G.	2,436 »
$\rho - a =$	0,380 mts.

Como datos complementarios mencionare-mos los siguientes:

- Franco bordo = 380 mm.
- Arrufo a proa = 1.065 »
- » a popa = 0.400 »
- Punto inferior de la cubierta, en la cuaderna de trazado núm. 8.
- Superficie del timón = 1,912 m², equivalente a 3,25 % del plano de deriva.
- Diámetro de las hélices = 1,630 mm.
- Relación de paso a diámetro = 1
- Número de palas = 3
- Relación $\frac{\text{área desarrollada}}{\text{área disco}} = 0,45$

Resultados de las pruebas.—Para la medida de la tensión en el remolque se dispuso un aparejo de cinco tiras con uno de los cuadernales firme en el gancho de remolque, el otro en tierra y en la tira libre se intercaló un diamómetro y se afirmó en tierra después.

Como el suponer un rendimiento de los cua-les se prestaba a error, ya que este coeficiente varía muchísimo de unos aparejos a otros (en nuestro caso como puede comprobarse fué de 0,76) decidimos contrastar el dinamómetro lo que se hizo afirmando el cuadernal de tierra y la tira del dinómetro al gancho de una grúa y colgando del otro cuadernal pesos conocidos. El resultado de esta operación se ha llevado al

gráfico correspondiente (1) juntamente con la curva de revoluciones, en función de la tensión de remolque. La prueba sobre amarras comprobó el enorme frenado que sufren las hélices ensayadas en estas condiciones, habiéndose llegado a alcanzar la velocidad de 210 r. p. m. y siendo

los muelles de atraque de la factoría, cuyos resultados se han trasladado al gráfico de la figu-

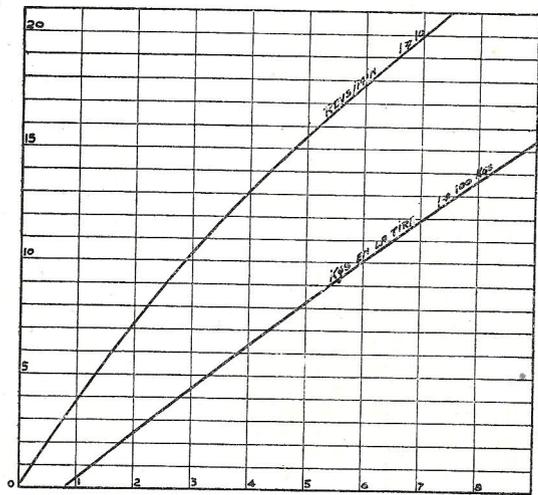


Gráfico (1)

imposible rebasar esta cifra: La tensión obtenida en esta forma, fué de 7,7 toneladas. Después de esta prueba y tras ligeros retoques en la regulación de algunos cilindros que no quemaban correctamente, se hicieron pruebas de velocidad sobre una base de 1 cable marcado sobre

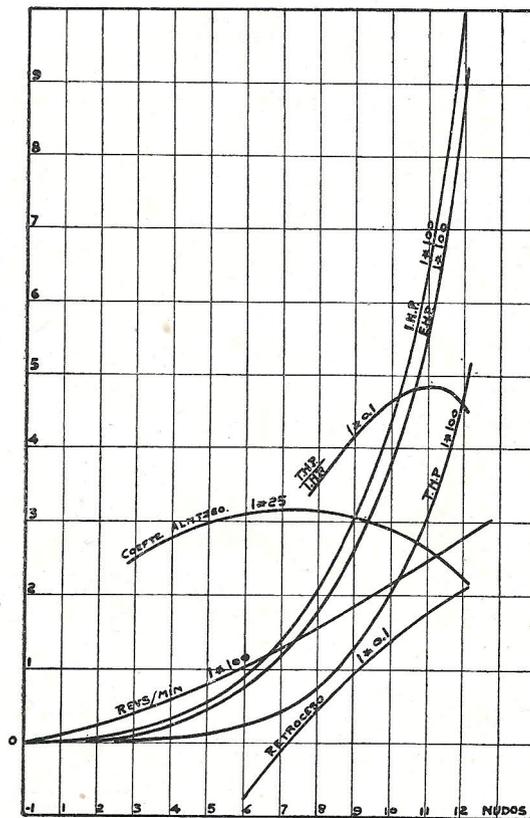


Gráfico (2)

ra (2) además de expresarse en el cuadro siguiente:

HORAS	Rumbos	Tiempos	VELOCIDADES		R. P. M.	Retroce- sos %	E. H. P.	T. H. P	Coeficiente de propul- sión
			En la corrida Nudos	Media Nudos					
12 h 57'	S	60"	6.00	6.00	105	7.5	75	—	—
13 h 05'	N	60"	6.00		105				
14 h 00'	S	39"	9.230	9.52	202	12.2	304	162	0,453
14 h 05'	N	36"	10.000		202				
14 h 44'	S	43.5"	8.276	11.00	202	18.0	560	318	0,483
14 h 52'	N	32.5"	11.077		202				
15 h 25'	S	46"	7.826	12.00	202	21.0	900	475	0.449
15 h 33'	N	31"	11.613		202				
16 h 03'	S	38"	9.474	7.80	248	1.54	157	68	0,368
16 h 23'	S	37"	9.730		248				
16 h 31'	N	29"	12.414	12.00	248	21.0	900	475	0.449
16 h 37'	S	27"	13.333		275				
17 h 48'	N	33"	10.666	7.80	275	1.54	157	68	0,368
17 h 05'	S	54"	6.667		150				
17 h 17'	N	40"	9.000	7.80	150	1.54	157	68	0,368
			9.000		150				

Los caballos de empuje se han determinado teóricamente.

El barco se proyectó para dar cumplidamente la velocidad de 10 nudos exigida, haciéndose los cálculos de las hélices a base de 11 nudos ya que al adaptarnos a los tipos normales de motores ofrecidos por los fabricantes, se disponía de potencia en exceso.

No obstante, durante las pruebas se sobrecargaron los motores para observar la máxima velocidad alcanzada, que fué de 12 nudos con 900 E. H. P. a 275 r. p. m.

El barco a esta velocidad levantaba una ola enorme con sus crestas netamente localizadas en la roda y el codaste del buque corroborando los valores calculados para la velocidad crítica ya que la fórmula;

$$V_0 = \sqrt{\frac{g L}{2 \pi z}}$$

da para $L = 25$ mts. y $z = 1$, resonancia de primer orden

$$V_0 = \sqrt{\frac{9.81 \times 25}{2 \times 3.14}} = 6,25 \text{ m/s} = 12,15 \text{ nudos.}$$

A la velocidad de 10 nudos, el barco se comporta perfectamente y el diámetro táctico de evolución es aproximadamente igual a dos esloras.

En la ciaboga gira el barco sobre si mismo con completa regularidad, notándose ligeramente alguna vibración en las partes altas, siendo este el único caso en que se puede observar ya que es inapreciable en la marcha avante o atrás a cualquier potencia.

La maniobra de cambiar de toda máquina avante a toda máquina atrás puede efectuarse en 14 segundos.

Ya en servicio el buque ha demostrado buen comportamiento marineramente, saliendo fuera de puerto con tiempo lo bastante duro para encapillar golpes de mar en el puente alto. Respecto a faenas de remolque, hace todas las que no pueden hacer aislada o conjuntamente los restantes remolcadores cuando arrecian los vientos en la bahía.

Un error fundamental hemos sufrido en este proyecto y paladinamente vamos a confesarlo.

Dispusimos el gancho de remolque ligeramente a popa de la cuaderna media con la idea de que el barco tras de moderar la máquina pudiese enmendarse fácilmente de una dirección defectuosa que hubiese tomado el remolque como consecuencia de la caída del buque remolcado. Esto que a nuestro entender es una ventaja para la maniobra del barco puede ser contraproducente en la mayoría de los casos, puesto que una impremeditación hija del desconocimiento de lo que es la estabilidad de un buque, puede ser la causa de que al tratar de enmendarse a toda máquina el remolque, se abra más de 45° por la popa, lo que da una componente transversal en el gancho del mismo orden que la fuerza de tracción y dada la ligereza del barco le obliga a tomar escoras de 8° a 10° hasta llegar a establecerse el equilibrio entre el par escorante y el constituido por la fuerza transversal ya citada y la resistencia a la traslación lateral ofrecida por el plano de deriva, como efecto conjugado de aquella.

Por las anteriores razones nos permitimos recomendar que al proyectar esta clase de barcos se dispongan los ganchos a la americana esto es casi en la perpendicular de popa y si puede ser unos metros más a popa mejor, mucho mejor...