

CONSTRUCCION DE LOS BUQUES DE CARGA DE 3.700 TONELADAS «CAMBRAISIEN» Y «DOU AISIEN»

PREFABRICACION DEL FORRO EXTERIOR

P O R

R. LABBENS

INGENIERO PRINCIPAL DEL GENIE MARITIME

RESUMEN.

Después de haber construído los cargueros de 2.600 toneladas "Tell" y "Tafna" (véase el A. T. M. A. 1948) y el correo "Ville de Tunis", con cubiertas y dobles fondos soldados y prefabricados, y el forro exterior remachado, el astillero de Lorient consideró útil ampliar la soldadura por lo menos a todas las uniones del forro y su montaje. Trata a continuación de deducir los principios de la prefabricación total de los buques mercantes construídos según el sistema transversal y totalmente soldados, sin abordar el problema de las instalaciones y organización del astillero.

I. ESQUEMA DE LA PREFABRICACIÓN.

La idea directriz de la construcción del "Cambraisien" y "Douaisien" fué la de avanzar lo más posible hacia el buque totalmente soldado y buscar el mejor método de construcción principalmente en lo referente a las condiciones para

una buena ejecución y a eliminar los empotramientos.

La factoría "Talleres y Astilleros del Loire", de Nantes, que hizo los planos de construcción de estos buques de acuerdo con el proyecto redactado por la Sociedad Anónima de Gerencia y Armamento y la Sociedad de Estudios e Investigaciones Marítimas e Industriales, había previsto las siguientes uniones remachadas:

- Uniones remachadas del forro exterior.
- Unión del forro interior (techo de los lastres) a la "quillacajón" (duct-keel).
- Uniones de las cubiertas a sus planchas trancañiles.
- Uniones al forro exterior de los ángulos de las cuadernas y varengas.
- Cuadernas, ángulos inferiores de varengas, baos de cubiertas y algunas otras uniones de ángulos importantes.

El resto del casco era soldado.

En líneas generales, la sustitución de un ángulo remachado por una pletina soldada lleva consigo en el Reglamento del "Bureau Veritas" un aumento en el espesor de la plancha a que

se une. Por tanto, no era cosa de rectificar las especificaciones de materiales. Por ello siguieron remachados los ángulos inferiores de varangas y vagras (excepto las uniones estancas),

tado bodegas muy despejadas, con pocos puntales y escotillas muy amplias. Esto hizo necesarias unas esloras de dimensiones extraordinarias: vigas de "cajón" cerradas con tres

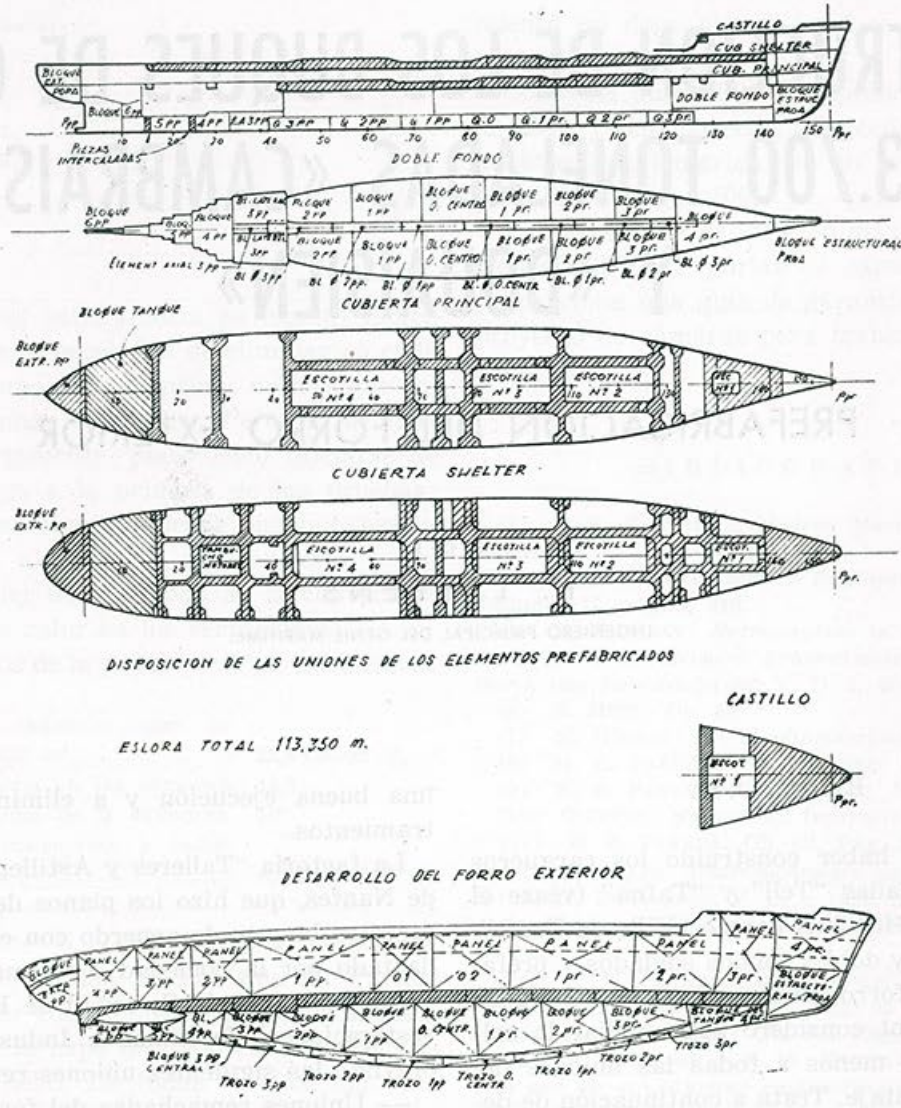


Fig. 1

las cuadernas, baos de cubiertas y ángulos trancañiles.

Por el contrario, era sencillo sustituir las juntas remachadas del forro por juntas soldadas a tope (ganancia de peso bastante importante: aproximadamente, 40 toneladas). Fué necesario buscar la forma de ejecutar en horizontal el mayor número posible de estas juntas, lo que condujo a prefabricar el forro exterior en la forma que se verá más adelante.

Las cubiertas eran bastante particulares. La S. A. G. A. y la S. E. R. M. I. habían proyec-

almas, aumentando su altura sobre la cubierta para formar la brazola de las escotillas, y a cuadernas y baos reforzados formando también anillos de "cajón".

Cuando los baos son de llanta con nervio es natural prefabricar las cubiertas invertidas; en cambio, cuando son ángulos remachados, el remachado sobre "tablero de armar" es bastante difícil y no está indicada la prefabricación. Además, la presencia de las esloras sobresaliendo de la cubierta hacía más difícil la construcción de los citados tableros y la ejecución de las jun-

tas. La prefabricación de las cubiertas en grandes elementos no podía realizarse, tanto más, cuanto que la falta de espacio de almacenamiento impedía el realizar una prefabricación total.

El esquema de la prefabricación fué, por tanto, el siguiente (figs. 1, 2 y 3).

a) *Doble fondo.*

- Quilla-cajón en siete trozos.
- Doble fondo en trozos que comprendían el forro exterior, extendiéndose hasta la

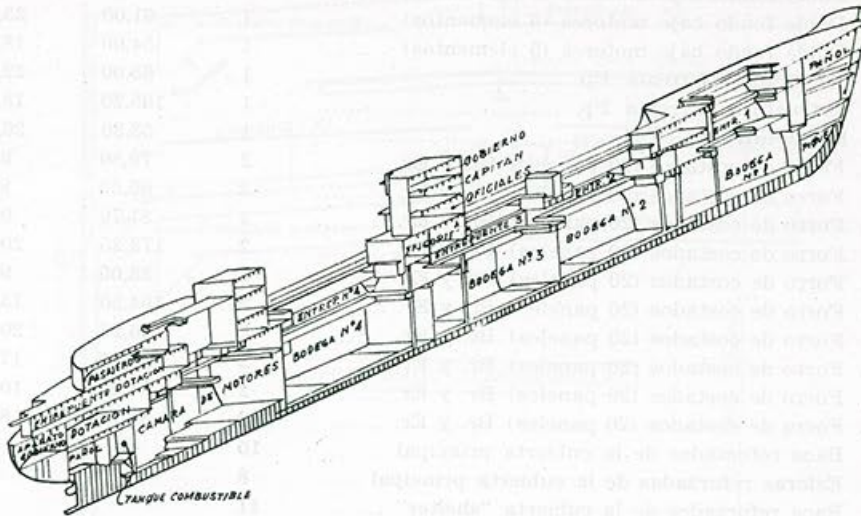


Fig. 2

quilla-cajón en la semimanga del buque (en siete trozos); en toda la manga a proa y popa de la quilla-cajón (en tres trozos); las juntas transversales de los forros exterior e interior están situados en la misma clara, pero netamente defasadas respecto a las de la quilla-cajón, lo cual impone la prefabricación en la semimanga; las uniones a la quilla-cajón de los forros exterior e interior y de las varengas son soldadas.

b) *Forro de los costados.*

- Diez paneles a cada banda desde la perpendicular de *pp* hasta la roda y en altura desde el pantoque hasta la cubierta "shelter", y a proa hasta el castillo; a la traca de pantoque se le asigna el papel de elemento de ajuste.

c) *Extremidades.*

En la extremidad de proa, el pique está construido en un bloque sobre el tercer palmejar, que prolonga la cubierta principal.

En el extremo de popa un bloque que abarca las piezas fundidas entre las cuadernas 0 y 10 se construye en la posición normal. Sobre éste un bloque comprende la cubierta principal y el tanque de combustible se construye invertido como un doble fondo. Por la popa de la cuaderna 0 un bloque estructural comprende una

parte de las cubiertas principal, "shelter" y forro.

d) *Cubiertas.*

Esloras-cajón y baos reforzados prefabricados.

Baos normales y tracas de cubiertas montados a bordo en la forma clásica, excepto en las extremidades de pr. y p., que no tienen esloras de cajón, en donde las cubiertas son prefabricadas en toda su manga.

e) *Mamparos.*

Prefabricados en la forma ordinaria.

El cuadro que sigue da el detalle de los elementos prefabricados, sus dimensiones y su peso.

Marcas	Designación	Número por barco	Superficie unitaria (m ²)	Peso unitario (Ton.)	Peso total (Ton.)
—	Quilla-cajón (7 trozos)	7	—	—	41,300
2 Pp.	Doble fondo (13 elementos) Br. y Er.	2	65	16,000	32,000
1 Pp.	Doble fondo (13 elementos) Br. y Er.	2	72,60	18,500	37,000
0 Cent.º	Doble fondo (13 elementos) Br. y Er.	2	70,00	18,000	36,000
1 Pr.	Doble fondo (13 elementos) Br. y Er.	2	66,60	18,000	36,000
2 Pr.	Doble fondo (13 elementos) Br. y Er.	2	57,60	15,000	30,000
3 Pr.	Doble fondo (13 elementos) Br. y Er.	2	43,20	16,500	33,000
4 Pr.	Doble fondo (13 elementos) Br. y Er.	1	83,20	32,000	32,000
3 Pp. (central)	Doble fondo bajo motores (5 elementos)	1	12,50	3,000	3,000
3 Pp. Br. y Er.	Doble fondo bajo motores (5 elementos)	2	45,10	17,000	34,000
4 Pp.	Doble fondo bajo motores (5 elementos)	1	61,00	25,000	25,000
5 Pp.	Doble fondo bajo motores (5 elementos)	1	54,00	18,000	18,000
Extr. Pp.	Estructura extrema Pp.	1	65,00 ¹	22,500	22,500
Bloq. tanq. combt.	Estructura extrema Pp.	1	105,20 ¹	18,000	18,000
Extr. Pr	Estructura Pr.	1	53,30	20,500	20,500
4 Pp.	Forro de costados (20 paneles) Br. y Er.	2	79,80	9,500	19,000
3 Pp.	Forro de costados (20 paneles) Br. y Er.	2	65,60	8,000	16,000
2 Pp.	Forro de costados (20 paneles) Br. y Er.	2	81,70	9,500	19,000
1 Pp.	Forro de costados (20 paneles) Br. y Er.	2	173,25	20,000	40,000
0 1	Forro de costados (20 paneles) Br. y Er.	2	86,00	9,500	19,000
0 2	Forro de costados (20 paneles) Br. y Er.	2	104,50	13,500	27,000
1 Pr.	Forro de costados (20 paneles) Br. y Er.	2	166,25	20,500	41,000
2 Pr.	Forro de costados (20 paneles) Br. y Er.	2	151,25	17,500	35,000
3 Pr.	Forro de costados (20 paneles) Br. y Er.	2	97,20	10,500	21,000
4 Pr.	Forro de costados (20 paneles) Br. y Er.	2	82,10	8,500	17,000
	Baos reforzados de la cubierta principal	10	—	—	58,350
	Esloras reforzadas de la cubierta principal	8	—	—	38,600
	Baos reforzados de la cubierta "shelter"	11	—	—	83,200
	Esloras reforzadas de la cubierta "shelter"	16	—	—	37,200
	Bao reforzado de la cubierta castillo	1	—	—	3,100
	Cubierta "shelter" de 4 a 18	1	114,60	12,500	12,500
	Cubierta "shelter" de 140,5 a la Pr.	1	42,00	4,300	4,300
	Mamparos transversales principales	7	—	—	38,500
	Mamparos menores	—	—	—	115,400
	Cubierta castillo de 138 a la Pr.	1	94,00	11,700	11,700
	Cubierta pasaje (2 paneles)	2	—	—	23,050
	Cubierta botes (3 paneles)	3	—	—	18,350
	Cubiertas ligeras y plataformas	5	—	—	37,650
TOTAL					1.153,200

¹ En la cubierta.

El tonelaje prefabricado es, pues, de 1.150 toneladas en 1.590 toneladas de casco metálico, es decir, un 72 por 100.

Un esquema de prefabricación similar, aunque menos desarrollado, había sido utilizado por la "Tampa Shipbuilding Co." para los seis buques iguales por ella construídos (véase "Marine Engineering and Shipping Review", de diciembre de 1947).

Dimensiones de los elementos.

Teóricamente, las dimensiones de los elementos están determinadas por las siguientes consideraciones:

— Evitar la colocación de juntas en las regiones en las que discontinuidades de la estructura pudiesen provocar concentraciones de tensión.

- Separación de topos, en elementos adyacentes, que se estime conveniente.
- Posibilidad de su manejo definida por el peso y su rigidez.
- Presentación o empalme de los trozos entre sí.

Además, hay que tener en cuenta las longitudes de las planchas normales, y en este caso

el panel, lo mismo que la extremidad del invertido de la cuaderna cuando existía. Se tenía, por tanto, la seguridad de una presentación o empalme fácil.

La región de popa ofrecía numerosas dificultades de presentación por el hecho de la complejidad de las estructuras. Se resolvieron con la ayuda inicial de un modelo de madera, y lue-

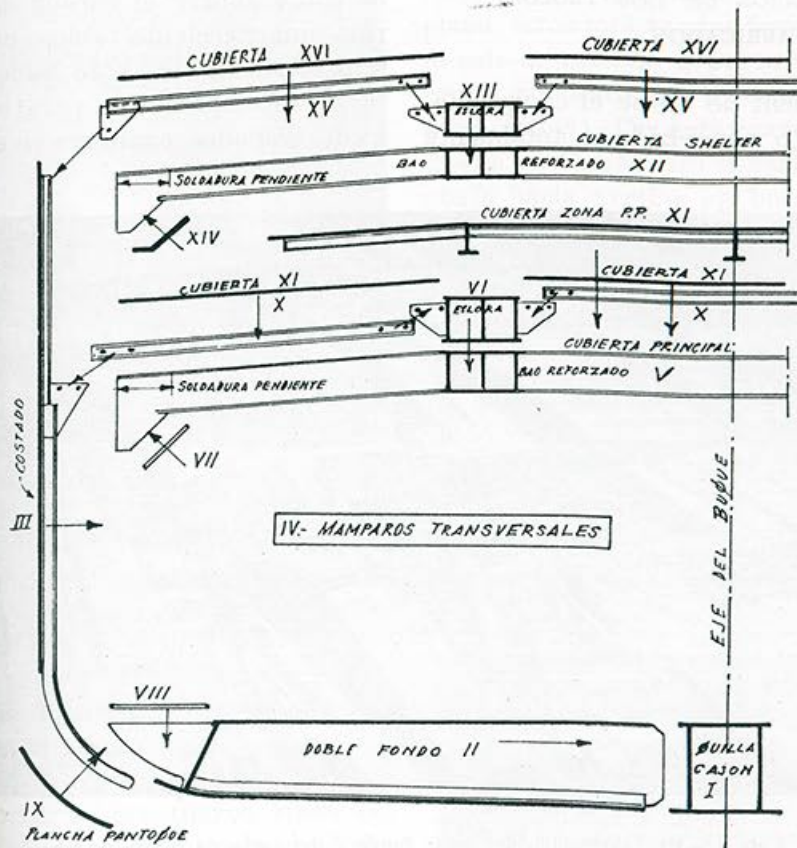


Fig. 3.—Los números romanos indican el orden de montaje.

particular, las dimensiones de los trozos han sido a menudo determinadas por las longitudes de las planchas previstas por los "Talleres y Astilleros del Loire".

En lo que se refiere al llamado "campo de presentación" de los trozos, por M. Dutilleul, Ingeniero Jefe del Genie Maritime, en su Memoria de 1949, se trató de que no se redujese a un plano transversal. Las uniones de los paneles de costado se previeron de tal manera que las cuadernas de cada elemento quedasen todas del mismo lado del plano de referencia; cuando excepcionalmente esto no fué posible, se cortó la extremidad de la varenga saliente del doble fondo que se colocó después de haber montado

go, una vez desarrollado un anteproyecto, por medio de un modelo de plancha fina, escala 1 : 10. Este modelo confirmó, en líneas generales, las disposiciones previstas, en lo referente a las pletinas de empalme que había que prever y respecto a los cortes de las cuadernas, pero puso de manifiesto que para facilitar la presentación del bloque de los tanques de combustible era necesario cambiar la posición de los baos de la cubierta principal, con relación al plano de referencia. Es probable que sin el modelo no se hubiesen previsto las grandes dificultades que se habrían presentado en el montaje.

Dentro de los límites determinados por las

consideraciones anteriormente indicadas, naturalmente, hay interés en construir los elementos lo mayores posible para reducir a un mínimo el número de juntas a ejecutar a bordo. Los buques fueron lo suficientemente pequeños para construir los paneles de los costados en toda su altura, desde el pantoque al castillo.

II. CONSTRUCCIÓN DE LOS TROZOS PREFABRICADOS.

El arsenal de Lorient no tiene el equipo moderno de un astillero concebido o totalmente

A. Doble fondo.

La prefabricación del conjunto forro interior-varengas es la clásica y sobre la cual no vamos a extendernos. Las juntas del forro exterior—de los fondos—pudieron haber sido soldadas en horizontal sobre los picaderos, pero los pies de las varengas de los elementos prefabricados constituyeron—cuando el empleo de la pletina de cobre ahorra el cordón de rectificado de la raíz—un excelente tablero para soldar, que fué utilizado (foto 1); este tablero es muy interesante, principalmente para los forros relativamente delgados, como era en este caso (12 mm.),

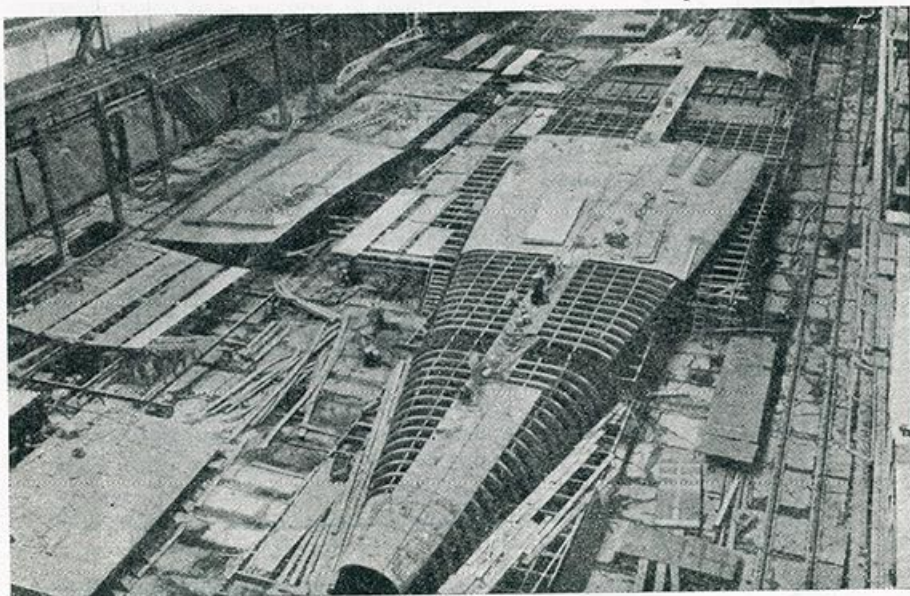


Foto 1.—Prefabricación del doble fondo y del forro de los costados.

transformado con vistas a una extensa aplicación de los modernos métodos de soldadura que conducen, generalmente, a la prefabricación.

Sin embargo, dispone de una grada de construcción vasta, bien provista de grúas, pero en la cual es necesario hacer, a la vez, la prefabricación, el almacenamiento de los trozos y el montaje, lo que supone interferencias con los buques precedentes y dificultades por falta de superficie libre.

La Memoria presentada en la A. T. M. A., de 1948, sobre la construcción de los cargueros de 2.600 toneladas "Tell" y "Tafna", describió los medios con que cuenta el astillero.

Las soldaduras fueron hechas a mano y según las reglas del Manual de Brest.

que hay que sujetarlos muy bien para soldar.

La quilla-cajón había sido anteriormente prefabricada y ajustada en longitud en el taller. Se prefirió hacer el doble fondo sobre un solo y gran tablero a ambos lados de la quilla-cajón, al objeto de facilitar el ensamble ulterior y suprimir los márgenes.

Se observó que ciertos elementos tuvieron que esperar para ser terminados sobre el tablero a que los elementos próximos estuviesen terminados, al objeto de realizar el ajuste. Esto demostró que si se tuviese un programa de construcción en serie, sería preferible construir los trozos independientemente unos de otros dejando los márgenes de ajuste.

Debe hacerse notar también que las uniones

de ángulos remachados necesitan la presentación de algunas planchas del forro en el curso de ajuste de varengas y vagras al objeto de asegurarse de que los barrenos concuerdan bien. Esta presentación subsistiría también aunque el forro estuviese montado sobre el trozo prefabricado. En cambio, si los pies de las varen-

las cuadernas por encima, sobre un tablero plano. El remachado de las cuadernas hubiese sido poco cómodo y este procedimiento no hubiese podido ser aplicado prácticamente a las zonas de figura, lo cual hubiera quitado mucho interés a la experiencia. Se decidió, por tanto, construir el forro de los costados sobre paneles formados por las mismas cuadernas (procedimiento ya utilizado por otros astilleros) sostenidas por montantes soldados a un tablero plano; estos montantes fueron determinados por la sala de gálibos a partir de un plano de referencia supuesto en el citado tablero de soldadura (foto 4). De esta manera las soldaduras se dieron en horizontal o casi, y el remachado de abajo hacia arriba en buenas condiciones.

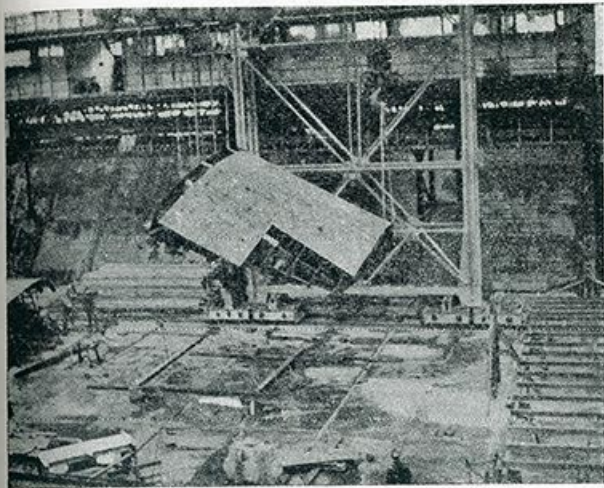


Foto 2.—Inversión del block 4 R (25 toneladas).

gas y vagras estuviesen soldados al forro, bastaría comprobar en el ajuste que las varengas y vagras formasen una superficie bien regular sobre la que pudiese aplicarse el forro. Se ahorraría así el ángulo de unión, el barrenado y el tiempo de montaje.

Las últimas fases, a partir del remachado de los ángulos del forro, se efectuaron fuera del "tablero", lo que facilitaba la entrada en el elemento. Después de darles la vuelta (fotos 2 y 3) se soldaban las "planchas de margen" sobre el forro, impidiendo su levantamiento y se terminaba la habilitación del trozo: registros, escalas, tuberías, etc. Si los pies de varengas y vagras estuviesen dispuestos para soldarlos al forro, estas soldaduras se habrían efectuado después de hecha la "inversión".

B. Forro de costados.

Para el forro de costados, era necesario efectuar horizontalmente lo que se hace normalmente en posición vertical. Se podía concebir en la parte plana, bastante corta (16 por 100 de la eslora solamente), la construcción del forro, con

tes formarán, pues, un ángulo constante con el tablero.

La longitud de los montantes está determinada en la sala de gálibos, así como los barrenos por los que son atornilladas las cuadernas.

Los elementos simétricos son ejecutados con

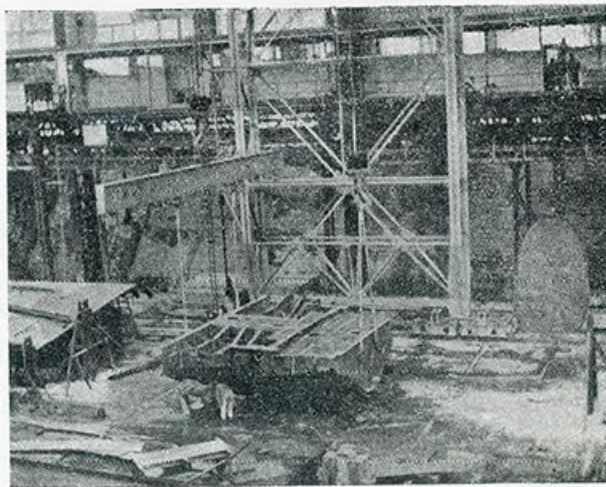


Foto 3.—Carlingado de los reductores.

los mismos montantes, una vez sueltos y girados. Podría parecer más sencillo el haber dispuesto el tablero con perfiles paralelos a las cuadernas que soportasen cada uno a una cuaderna y que mediante un giro individual servirían para la construcción del elemento simétrico.

La convexidad de los tableros no fué molesta, aunque podría serlo si los barcos fuesen muy pequeños.

Para la ejecución de las soldaduras a máquina sería interesante ver a qué curvatura podría acomodarse la máquina.

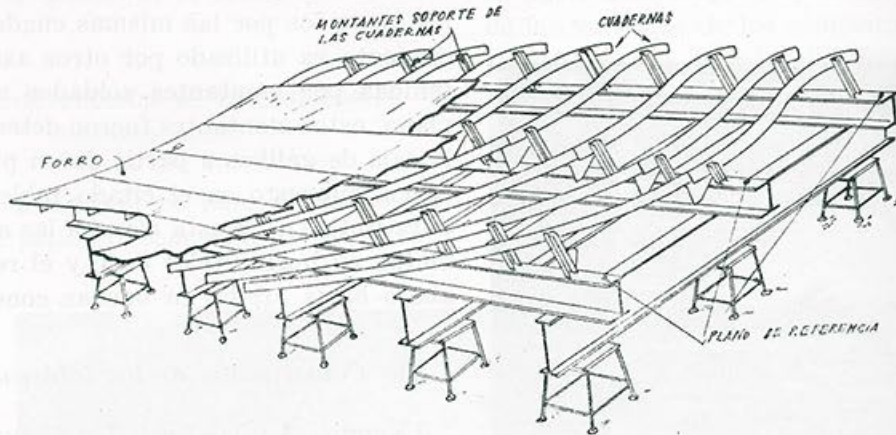


Fig. 4.—Tablero para soldadura de paneles de costado.

Esto podría resultar ventajoso en una serie importante, pero para dos buques solamente el gasto de perfiles hubiese sido demasiado grande.

El remachado fué hecho sobre los mismos tableros. Si las cuadernas fuesen soldadas al forro sería necesario conservar la rigidez de los

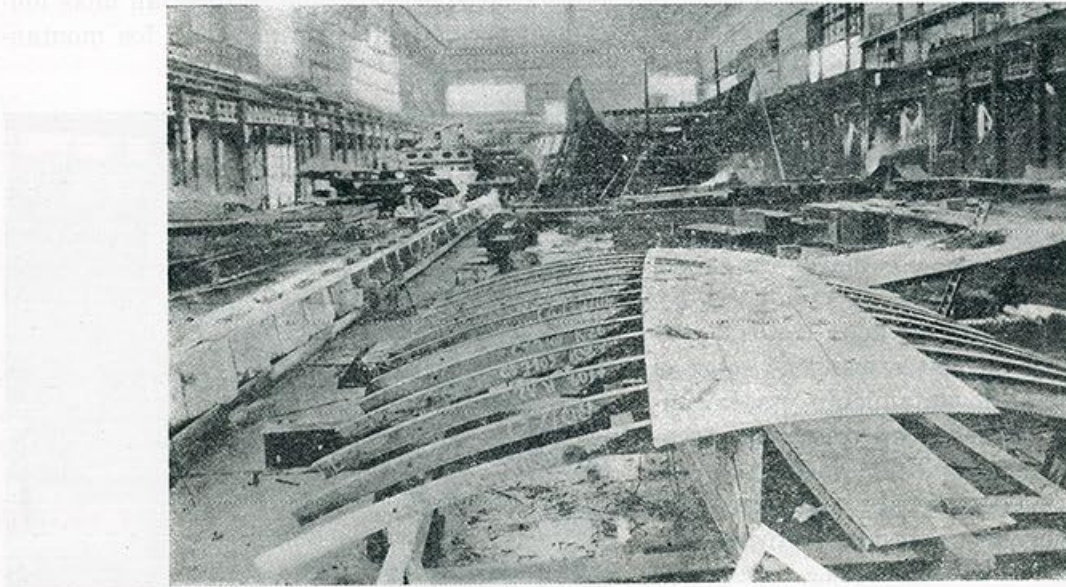


Foto 4.—En primer plano: Prefabricación de un elemento del costado. Detrás: idem de un bao reforzado. Al fondo: El "CAMBRAISIEN" en tarea de armamento.

b) Ejecución de los paneles del forro.

Preparados los tableros de armado y montadas las cuadernas, la construcción de los paneles es muy sencilla. Basta colocar las planchas, soldarlas horizontalmente y remacharlas.

paneles durante la soldadura, no separarlos de los tableros hasta después de soldarlos e invertirlos.

Sobre los mismos tableros se efectúan la mayor cantidad de trabajos posible, que posteriormente necesitarían andamios exteriores: fija-

ción de las escalas de calados, trazado de líneas de pintado. No se atrevieron a colocar los arcos de los portillos porque su trazado debía tener en cuenta contingencias inherentes a los locales que a menudo es difícil prever, pero que seguramente se podría hacer en los últimos barcos de una serie.

Estos paneles deben ejecutarse independien-

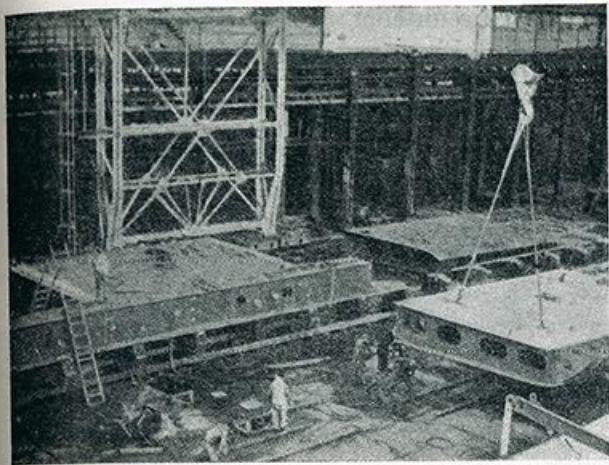


Foto 5.—Montaje de un elemento del doble fondo.

temente unos de otros. Por tanto, se previeron los márgenes en longitud necesarios para evitar dificultades en los empalmes.

c) *Precisión obtenida.*

Al tratar del montaje, se verá que la precisión obtenida fué muy satisfactoria.

C. *Esloras y baos reforzados.*

La prefabricación de estos elementos no tiene más comentarios a causa de su particularidad, que las dificultades de ajuste de tres almas y sus alas gruesas.

El precio de coste elevado de estos elementos es imputable a su naturaleza misma y no a la prefabricación. El peso y dimensiones reducidas de estos elementos permiten fabricarlos en gran parte en el taller.

III. MONTAJE DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS.

A. *Montaje del doble fondo.*

a) *Colocación y alineación de los elementos.*

Sobre la única línea de picaderos centrales (fotos 5 y 6), se colocaron los elementos de la

quilla-cajón que se soldaron entre sí, haciéndose las cuatro soldaduras simultáneamente.

Los elementos del doble fondo se llevaron lateralmente y la extremidad de las varengas colocada entre la quilla horizontal y sobrequilla de la "quilla-cajón", habiéndose cortado el ángulo superior de las varengas para facilitar su entrada. El elemento reposa así sobre la quilla horizontal por los ángulos inferiores de las varengas y sobre dos gatos dispuestos en dos pequeñas mesas. El ajuste se hace por el techo del lastre (forro interior) por medio de los gatos y se verifica con un nivel. Basta entonces meter puntales y separar los gatos.

El ajuste en el plano horizontal se efectúa también por medio de gatos.

El contorno bastante complejo de las soldaduras: tres en dos planos horizontales y otras en planos verticales, originó dificultades de ajuste. Aunque los elementos fueron construidos al lado unos de otros, fué necesario compensarlos ligeramente y esperar a que estuviesen colocados varios elementos consecutivos para empezar a soldar. Mediante esta preocupación, los huelgos en el fondo del chaflán de los topes y las contracciones fueron normales.

Se colocaron algunas galgas sobre la pared

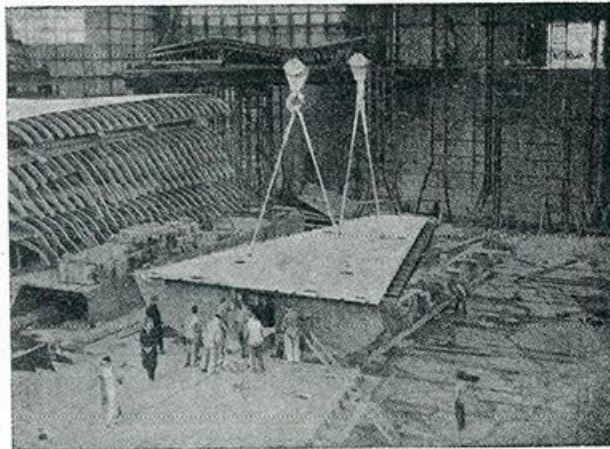


Foto 6.—Montaje de un quilla-cajón (32 toneladas).

de la quilla-cajón para mantener separadas 3 milímetros las extremidades de las varengas.

b) *Soldadura.*

Las soldaduras del ensamble se ejecutaron en el orden siguiente (fig. 5):

— Topes de los forros exterior e interior, sol-