

José M. Domingo Arnaiz  
Ingeniero Naval

## Nuevas tendencias en la Construcción Naval

### RESUMEN

*Ante el hecho de que el Gobierno esté considerando actualmente la posibilidad de instalar unos astilleros en Concepción, al abrigo de la planta de Huachipato, nos ha llevado a escribir unas líneas acerca de las fuerzas que, hoy día, están entrando en juego en la moderna construcción de buques.*

*En la primera parte, se estudia la distribución de un astillero para la construcción soldada, haciéndose hincapié en las áreas de producción de cascos, con vistas a obtener un rendimiento máximo en la producción.*

*Posteriormente, se hacen algunos comentarios a fin de dar primeras ideas a la Oficina de Planificación, que ha de organizar, promover y controlar toda la producción.*

### CONCEPCION MODERNA DE ASTILLEROS

Si es cierto que las condiciones de vida del hombre han ido mejorando paulatinamente, en el transcurso de los siglos, no es menos cierto que a partir de la última guerra mundial, han ocurrido cambios, de orden técnico, verdaderamente fundamentales, a fin de que una mayor proporción de la población mundial disfrute de un nivel de vida más alto.

Cualquier sistema de gobierno que se encuentre en el camino de este objetivo, tenderá a resolver el problema de una mejor explotación y distribución de sus fuentes de riqueza, con el consiguiente aumento del comercio interior y exterior, que se desarrollará a través de los mares, hasta tanto el transporte aéreo esté en condiciones de franca competencia, tanto en precio como en volumen; esto y las pérdidas ocurridas durante la pasada guerra han producido mayores encargos de buques, en todo el mundo y en este sentido, el año 1951 puede considerarse como excepcional.

Debido al nuevo estado de la mano de obra, con mejores condiciones y salarios altos, se hace más necesario que antes, su uso económico, sobre todo



si se emplea en la construcción o manejo de los buques. Existe una relación calculable entre el costo del fuel y otros costos diarios en la mar, para obtener una economía máxima; puesto que el precio de los salarios, alimentos, etc., aumenta paralelamente a los costos del fuel, se hace preciso incrementar la velocidad de los buques, lo que ha conducido a un aumento general y progresivo de las relaciones eslora-desplazamiento y eslora-peso muerto.

Este incremento de las dimensiones de los buques está limitado por las condiciones particulares de los respectivos puertos de servicio. Pero se ve claramente que determinados puertos se constituirán en cabezas de puente, de forma que un eficiente servicio de cabotaje distribuirá las mercancías entre los puertos restantes.

### **Factores influyentes en la construcción naval**

De todos es conocida la enorme importancia que en la actualidad está desempeñando la soldadura eléctrica en la construcción de buques. La soldadura ha resultado ser para la prefabricación el sistema ideal de unión, a causa de las posibilidades que ésta le da para trabajar en la posición óptima. mejorar la inspección de los cordones en tierra y protegerse del tiempo.

Ningún adelanto técnico, por ingenioso que sea, resulta de valor, a menos que exista una demanda mundial por las ventajas que reporta. El hecho de que la prefabricación haya sido aceptada tan rápidamente, a pesar de necesitarse un fuerte capital y un cambio radical en la distribución de los astilleros, es la mejor demostración de sus ventajas.

En sí misma, la prefabricación no precisa que el procedimiento de unión sea la soldadura. Mucho antes de la última guerra, algunos astilleros europeos y americanos emplearon un tipo de prefabricación a base de remachado.

Pero con la prefabricación se obtienen los mejores resultados, ya económicos como técnicos, y esto se ha podido conseguir con la soldadura. Además, la introducción de la soldadura automática como el empleo de una soldadura más eficiente por su gran penetración, ha forzado la necesidad de soldar en la posición más conveniente, lo cual sólo es posible con la prefabricación.

En resumen: para una prefabricación eficiente es necesaria la soldadura y una soldadura óptima se consigue con la prefabricación. •

Todos los factores que se han ido enumerando motivaron un estudio de orden económico, de los métodos de construcción naval, para obtener la máxima economía entre los costos de los materiales y de la mano de obra, y el hecho escueto es que resulta más barato y más satisfactorio, construir unidades fuera de las gradas e instalar grúas de gran potencia, relativamente costosas, que permitan terminar de soldar esas unidades en la grada y en la posición más adecuada. Se ha prestado mucha atención al deseo de obtener un flujo de materiales en línea recta, desde el parque de acero del astillero hasta las gradas, pero este objetivo tampoco es nuevo, pues hay muchos astilleros, algunos de los cuales llevan funcionando casi un siglo, que se habían aproximado a este ideal; no obstante, la diferencia actual radica en los grandes pesos a mover, y por esto se busca el conseguir una línea de producción óptima.



Por tanto, como resultado de la soldadura y de la prefabricación, el factor principal que ha influido en el trazado del nuevo astillero, ha sido el lograr un circuito, sencillo y continuo a la vez, para el acero. Se hace observar que en los astilleros de remachado, los elementos individuales (planchas y perfiles) iban uno a uno a la grada, en donde se armaban con más o menos dificultades, no siendo raro que una plancha, en su camino hacia la grada, fuese "cogida" hasta 20 veces por las diversas grúas y medios de transporte.

#### Áreas de producción de cascos

• Durante los últimos doce años se han construido un gran número de astilleros, basados en la soldadura como método de unión de planchas y perfiles; con pocas excepciones, éstos se construyeron en los Estados Unidos, durante la pasada guerra, como astilleros "múltiples", dedicados a la producción en serie de uno o de unos pocos tipos de buques. El primero de estos astilleros se dimensionó por conjeturas, pero gradualmente parece haber sido halladas reglas para el dimensionamiento de estos astilleros de producción en serie. Paralelamente han sido reconstruidos, parcial o totalmente, un gran número de astilleros comerciales corrientes en todo el mundo, mientras que otro gran número lo será en los próximos años.

Ringdahl ha estudiado las causas que influyeron en la transformación de un astillero antiguo para convertirlo en un instrumento eficaz en la construcción de cascos soldados, a saber: soldadura y prefabricación por una parte, el nuevo modo de manejo y transporte del material por otra; en definitiva, dos fuerzas que actúan en la misma dirección y sentido. Como consecuencia del análisis de una serie de astilleros construidos o convertidos para la construcción soldada, obtuvo unas relaciones entre las diferentes áreas de producción del casco, que se indican a continuación.

El prototipo de astillero para la soldadura es el desarrollado en profundidad, que suele tropezar, normalmente, con la falta de terreno. Veamos las áreas primarias de producción de cascos, puesto que los talleres auxiliares (equipos, ebanistería, etc.) se pueden conectar fácilmente con dichas áreas, que forman una auténtica espina dorsal del astillero.

Áreas primarias (fig. 1):

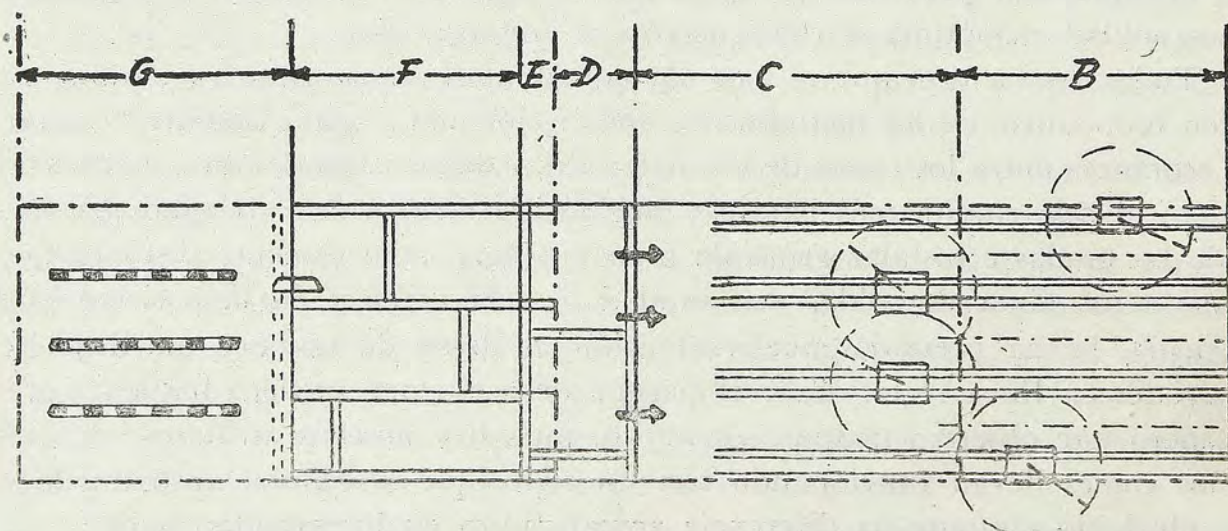


Fig. 1 Esquema de disposición de astillero para soldadura, desarrollado en profundidad.



B) **Gradas:** Se definen por la placa de concreto armado. El área de una grada antigua se fija por la del rectángulo circunscrito al mayor buque construido normalmente, incluyendo los andamiajes. Si las gradas están sobredimensionadas para los buques que se construyen, solamente se considerará la parte en uso, transfiriéndose el resto a C.

C) **Prefabricación y almacenamiento de bloques:** Es el espacio situado entre B y D, al alcance de las grúas de las gradas. Una cierta parte de C se usa, a veces, tanto para mesas auxiliares de soldadura como para el almacenamiento.

D) **Mesas de soldadura en taller:** Son las situadas dentro de las construcciones, sin incluir las mesas auxiliares de C.

E) **Almacenamiento intermedio:** Es la zona de almacenamiento de planchas y perfiles terminados de labrar y de preparación de grupos de elementos para cada bloque soldado.

F) **Taller de acero:** Comprende los talleres permanentes de planchas y perfiles.

G) **Parque de materiales laminados.**

Ringdahl obtuvo datos para B-G de numerosos astilleros de soldadura y de las medias obtenidas, se deduce, con relación a B:

B — 1; C — 1,2; D — 0,3; E — 0,1; F — 0,85; G — 1 a 1,5.

En estos resultados, no se ha considerado el tiempo medio  $T$  de estancia del buque en la grada. Por análisis y razonamientos, Ringdahl ha descubierto que, permaneciendo constante B, C y D varían con  $T$ , mientras que E y G no lo hacen.

En la fig. 2, se representan estas curvas de variación.

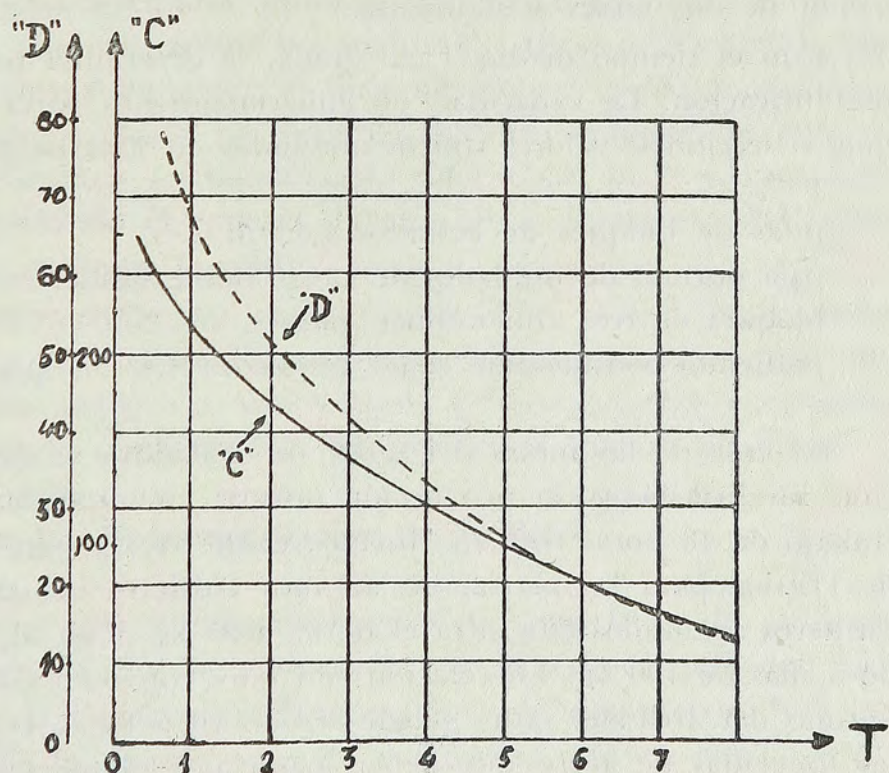


Fig. 2. Las curvas «C» y «D» indican las relaciones entre las áreas C y D, y el tiempo  $T$ . «C» y «D» se dan en % del área de gradas B.



Respecto a la zona de armamento, aunque perteneciente a la espina dorsal, puede, dentro de ciertos límites, estar situado en el punto más adecuado, sin conexión inmediata con el área de la espina, por lo que no se considera en este análisis.

La falta de la necesaria profundidad puede requerir una disposición comprimida del astillero; otras veces, por circunstancias topográficas o por la vía de entrada del acero al parque, convendrán otros tipos de flujo, en forma de L o de U.

Debe tenerse muy en cuenta la necesidad de reservar para ampliaciones, todo el terreno posible, ya porque aumente el número o tamaño de los buques construídos, ya porque ciertas secciones de las áreas primarias exijan una expansión ulterior o porque la zona de armamento deba ampliarse por circunstancias imprevistas. Se advierte que surgen dificultades si se incrementa el tamaño de los buques, pues B quitará espacio a C, pero puede resolverse alargando las gradas hacia el agua.

Conviene insistir en la enorme importancia que tiene el disponer de un área suficiente de prefabricación y almacenamiento de bloques junto a la grada, pues el tiempo de un casco en ella depende directamente de este factor.

#### Reglas para el dimensionamiento de un astillero de soldadura

Partiendo del tonelaje que se desee producir cada año, se determina el área de grada necesaria, que se divide en un número de gradas de tamaños adecuados a los tipos de buques a construir. Se ha de estudiar cuidadosamente la relación del área de gradas con el tipo de buques, pues un error aquí se reflejaría en el resto del astillero. No hay que olvidar que cuanto menor sea el tiempo en grada, tanto más barato resultará el casco, siempre que no sea menos de dos meses actualmente.

Con el tiempo medio T en grada, se determina por la fig. 2, el área de prefabricación. La capacidad de almacenamiento varía según el tipo de bloques o secciones; valores típicos obtenidos en Eriksbergs, son:

pilas de bloques de costados 1,33 m<sup>2</sup>/t.

tipo normal de unidades de casco, doble fonde, etc. 5.32 m<sup>2</sup>/t.

bloques de tres dimensiones, piques, etc. 3.10 m<sup>2</sup>/t.

pudiendo considerarse como promedio 4,43 m<sup>2</sup> por tonelada.

El área de las mesas del taller de soldadura se determina como la anterior. En Eriksbergs, la producción normal en toneladas por m<sup>2</sup>. y semana de trabajo de 48 horas con un "turno", es de 64 kg. para los buques de carga y de 119 kg. para los petroleros; algunos astilleros utilizan 65 kg. de acero, en astilleros avanzados esta cifra es de 85 a 95 kg. y en algunos casos se ha llegado a más de 100 kg. En relación con esto, conviene saber que el rendimiento óptimo del área del taller puede ser de 70 a 80%. Habrá que comprobar si las toneladas de acero que deben pasar por el taller coinciden con estas ci-



fras, teniendo en cuenta que en un astillero bien desarrollado, un 70 a 80% del acero del casco pasa por el taller, lo que significa que el 60 a 70% de la longitud total de los cordones se deposita en el mismo taller. Si el espacio dentro del taller no es suficiente, se pueden disponer mesas auxiliares exteriores, provistas generalmente de una especie de cubierta; a menudo, las unidades más pesadas de tres dimensiones se montan en C.

Se tendrá que contar con el área de almacenamiento intermedio para la disposición de los talleres de acero y de soldadura; siempre se utiliza el espacio entre ambos talleres, pero se prefiere incluirlo, parcial o totalmente, en el segundo, para facilitar la rápida selección de planchas y perfiles. El valor de E tiende a aumentar.

Respecto a los talleres de acero, Ringdahl da el valor de un 85% del área de las gradas y opina al mismo tiempo que existe una tendencia a disminuir. La resolución del área más conveniente depende de muchos factores, pues interesa conseguir un flujo de materiales racionalmente planeado para que pasen lo más rápidamente posible hacia la zona E, aumentando así la capacidad de producción por área. Es aquí donde la Oficina de Planificación puede iniciar sus primeras armas en el estudio de tiempos de las distintas máquinas-herramientas; por eso, el valor de 0,85 se da a título informativo.

El valor de G varía considerablemente en los diferentes países, de acuerdo con el plazo de suministro de acero; las cifras dadas para G representan un valor medio en Escandinavia, en donde prácticamente todo el acero tiene que ser importado y el área del parque es elevada a causa de las irregularidades en el suministro. No obstante, G no precisará ser tan grande en países en los que la provisión de acero sea normal y en cantidad suficiente.

Con una obtención regular de acero, se evita que la nueva organización del astillero, dedicado a una producción ordenada, caiga por su base.

Después de haberse calculado las áreas principales del astillero, han de tantearse las de los talleres auxiliares; entonces es cuando comienza el trabajo de detalle, que debe también incluir un análisis del flujo del material, que puede ejecutarse de la forma siguiente: el flujo de acero semanal se representa por modelos de cartón, a escala, de todas las mayores unidades prefabricadas; éstas se renuevan "semana a semana" para comprobar que no existen estrangulamientos, no olvidando el trabajo, fabricación y transporte del acero no representado por los modelos de cartón.

No obstante las cifras dadas, las reglas expuestas no deben usarse como un patrón, sino como guía: las condiciones topográficas y otras muchas circunstancias varían de un astillero a otro y atañe a los ingenieros encargados del estudio del astillero, la resolución de los problemas que se planteen.

### Ejemplos de reorganización de astilleros

Una de las memorias más informativas sobre la disposición de astilleros para la construcción soldada, fué la presentada por Eckerbom. Jefe del Astillero de Eriksbergs, en la Conferencia Internacional de Arquitectos Navales, en Londres, el año 1951. El autor puso de manifiesto que en este astillero



sueco se fué adoptando progresivamente la prefabricación desde 1936 y describió la disposición de los talleres, parques de almacenamiento y otras secciones, con objeto de hacer factible la construcción de buques en unidades prefabricadas. El astillero fué extendido en 1938 sobre un terreno adquirido al oeste del astillero.

Areas primarias:	m <sup>2</sup>	% de área de gradas
(G) Parques de acero	19.350	148
(F) Herreros de ribera	7.214	56
(E) Zona de almacenamiento	1.428	11
(D) Superficie de ensamble:		
I. Ensamble de elementos sencillos	380	3
II. Ensamble de elementos principales	3.200	25
III. Ensamble de elementos compuestos	3.900	30
(C) Zonas de almacenamiento	9.900	77
(B) Gradas de erección	12.950	100

Como ya se indicó anteriormente, la zona (G) es suficiente para el suministro de acero de seis meses a un año; el acero para un programa comprende lo necesario para 12 buques por año, más la cantidad precisa para reparaciones, lo que supone una capacidad de almacenaje de 25.000 a 40.000 toneladas.

En las superficies de ensamble (DI), (DII) y (DIII) está la clave de la producción completa. Estas superficies están destinadas de la siguiente forma:

I. Para unidades armadas sencillas: vigas armadas, alas, etc., cuyo peso raramente excede de las 5 a 10 toneladas.

II. Para formar elementos principales: paneles de planchas reforzadas con perfiles o mediante la unión de las unidades simples de la sección I.

III. Para unidades compuestas formadas por planchas, secciones y unidades descritas en las secciones anteriores.

Las secciones I y II están localizadas en los talleres de soldadura; la III está situada en frente y contigua a las superficies (C), a causa de la falta de espacio interior y por consideraciones de grúas.

Las áreas de los talleres de soldadura se han ampliado considerablemente y con objeto de asegurarse si serán lo suficientemente capaces para una prefabricación desarrollada, Eriksbergs estudió su factor de capacidad, ya mencionado.

Una parte importante del almacenamiento en la línea de producción es la superficie para los grandes elementos (C), situada en los frentes inmediatos a las gradas; como esta superficie necesita estar al alcance de las grúas de las gradas, es fundamental que se utilice lo mejor posible a fin de reducir al máximo las costosas vías que precisan.

Tres nuevas gradas de concreto forman el final de la línea de producción; todas, idénticas en tamaño y capacidad de grúas, son aptas para buques hasta



de 600 pies de eslora. Bajo la estructura de la losa de cada grada hay una gran variedad de servicios: pañoles, cantinas, taller de herramientas, oficinas de maestros, etc. En la grada central existe una estación de transformación que suministra corriente continua, a bajo voltaje, para la soldadura en gradas, en contraste con los cobertizos de soldadura, en donde ésta se alimenta con corriente alterna.

Existen otros muchos ejemplos de modernización de astilleros dentro de las áreas existentes y disminuyendo el número de gradas. Se puede citar el astillero de Lindholmen, en Gotemburgo, que actualmente tiene tres gradas en vez de las cuatro utilizadas en otro tiempo y que gracias al uso de la prefabricación, se ha conseguido una mayor producción de buques. Otra adaptación feliz ha sido la llevada a cabo en Doxford, en Sunderland, que de seis gradas se ha reducido a tres con la misma producción de acero por año y al mismo tiempo le ha permitido una reducción en un 22% de los operarios dedicados a la obra de acero, como se ve a continuación:

	1936	1951
Herreros de ribera	125	118
Herreros de ribera, ayudantes	340	201
Herreros de ribera, aprendices	54	16
Remachadores, entibadores y calentadores	301	101
Remachadores, aprendices	21	11
Calafates	37	71
Calafates, aprendices	30	20
Soldadores	18	154
Soldadores, aprendices	2	48
Taladristas	36	35
Taladristas, aprendices	29	2
Total	993	777

Contrasta la disminución progresiva de los remachadores con el rápido aumento de los soldadores y es explicable. El rendimiento de la mano de obra ha bajado después de la guerra y existe una tendencia hacia trabajos de condición más fácil en los que los métodos científicos y las máquinas reemplacen a cerebros y manos. La construcción naval, como en general las industrias pesadas, será puente para la clase obrera hacia las industrias ligeras, a menos que se introduzcan nuevos factores que alteren materialmente las condiciones de trabajo. La prefabricación en gran escala asociada a la soldadura eléctrica prevé condiciones de trabajo más fáciles y facilita el empleo de personal con un menor grado de adiestramiento, ofreciendo, por tanto, una línea de acercamiento a la solución del problema vital del trabajo en los astilleros.

Sin embargo, ha de existir una preocupación constante, tanto en los ingenieros como en los mandos subalternos, por ahorrar jornales en todos los trabajos; por eso, se ha de disponer de muchos elementos para el transporte de



materiales y una gran abundancia de medios: grupos de soldadura, oxígeno, acetileno, andamiajes con profusión, herramental, etc.

### **Transformaciones deducidas de la prefabricación**

Después de las ideas expuestas en los apartados anteriores, sancionadas por la práctica, se deduce que el nuevo astillero será de construcción soldada, pues el período de transición entre el remachado y la soldadura está tocando a su fin.

En el astillero de nueva construcción, se puede llegar al tipo ideal, en cuanto a la prefabricación, siempre que se cuente con terreno suficiente. Respecto a la transformación del astillero antiguo, ésta se ha de hacer, como es natural, por razones de economía, aprovechando todos los elementos existentes como fuese posible. Sin embargo, a veces será imprescindible demoler gradas y replantear de nuevo los edificios de algunos de los talleres. Hay astilleros en los que todos sus talleres de casco son prácticamente de nueva planta, pero raro será el astillero que precise una solución tan drástica, que si en algunos casos las circunstancias económicas pudieran aconsejarlo, en otros bastaría con una solución intermedia mediante una inteligente utilización de lo ya existente.

En general, los elementos afectados por la modificación, son: equipo de grúas, taller de acero, red de distribución de la soldadura y equipo de trabajo, taller de soldadura, Oficina técnica, personal e inspección.

No se insiste en los procedimientos adoptados en estos nuevos elementos, pues admiten de suyo mucha discusión; pero sí se quiere hacer recalcar seguidamente la enorme importancia que dentro del astillero moderno está tomando lo que se llama Oficina de Planificación o de Planes de Trabajo y sobre la que centraremos la segunda parte de este artículo.

### **OFICINA DE PLANIFICACION**

En el astillero moderno, la base de la organización estriba en esta Oficina que tiene por misión la confección de los programas semanales de trabajo y su coordinación y control a fin de obtener un rendimiento máximo de los elementos de trabajo.

En primer lugar organiza la producción, preparando programas individuales para cada buque, basándose en la experiencia ya adquirida y muy especialmente en la estadística.

En segundo lugar ha de acoplar, en forma flexible, los distintos programas entre sí para lograr continuidad en el trabajo y una inversión mínima de horas extras; en esta coordinación de programas se fundamenta el éxito económico de la empresa.

Ha de controlar el cumplimiento de los mencionados programas y solventar las dificultades que pudieran presentarse, en especial por falta de coordinación.

Por último, si el sistema general de salario de los operarios se basa en el



destajo, la Oficina estudiará los tiempos asignados a cada operación, a fin de permitir un beneficio razonable.

### Programas de trabajo

La base de su realización es la estadística; por eso, uno de los principales trabajos de la Oficina es llevar al día una estadística que le permita, en un momento determinado, saber exactamente con qué elementos cuenta y qué ritmo de trabajo se puede imprimir a una obra determinada.

Esta estadística se ha de referir, principalmente, a los gremios básicos: herreros de ribera, remachadores, soldadores, armadores, etc. Convendrá, por tanto, tener unos libros especiales, en los que, por buque y semana, se anoten las horas totales asignadas e invertidas, las horas perdidas y el tanto por ciento de éstas y a continuación, los conceptos propios de cada especialidad: por ejemplo, número de remaches dados, metros de soldadura, horas de supervisión, etc. Estos libros nos indicarán la carga de trabajo y el gremio más agobiado (en general, herreros de ribera) y, por tanto, el que se ha de vigilar más de cerca.

Se puede llevar también un libro de obra en el que semanalmente se anoten en términos generales, pero claros, la obra realizada en cada buque, es decir, la progresión de la obra, y un libro de ausencias con los resultados semanales de las faltas, indicando, por gremios, el número de operarios que han asistido al trabajo, el número de faltas justificadas y sin justificar y los tantos por ciento relativos. Las medias de las ausencias suelen ser sorprendentemente elevadas, del orden del 14 al 16%.

Los programas de trabajo han de decidir para cada buque:

- a) Bloques a prefabricar.
- b) Orden de soldadura dentro de cada bloque, para reducir deformaciones.
- c) Orden de construcción.
- d) Lugar donde han de construirse.
- e) Fechas de principio y terminación.
- f) Montaje final en el buque.

El estudio de la división del buque en bloques, al que todos los ingenieros deben aportar su experiencia y conocimientos técnicos, se hace considerando tres razones fundamentales: posibilidad constructiva y de montaje de la parte prefabricada, medios y elementos del astillero (sobre todo, capacidad de las grúas) y empacho de cada bloque.

Estos programas pueden abarcar cuatro grupos principales:

- a) Programa general.
- b) Programa de herreros de ribera.
- c) Programa de remachado.
- d) Programa de soldadura.

Para establecer cada programa, se empieza por estimar, con datos de estadística, el número de horas-hombre que ha de emplear cada gremio, o bien, el número de remaches a dar o metros de soldadura a realizar. Una



vez conocido esto, se estiman las disponibilidades del astillero a la vista de la nómina de personal y considerando no sólo las horas disponibles, sino las que normalmente se van a perder (que puede ser un 10%) más las ausencias antes señaladas.

El programa general se hace por gradas, estimándose el tiempo a invertir en:

- a) Planos y pedidos de los materiales.
- b) Trazado.
- c) Preparación y prefabricación.
- d) Montaje.
- e) Armamento.

En el programa de montaje se decide el orden de construcción de cada trozo prefabricado, teniendo en cuenta el programa de trabajos a realizar en la grada misma y que no son propiamente prefabricación, pero que influyen decididamente en el montaje. Para conseguir el orden en los trabajos, la Oficina tiene que fijar las fechas de comienzo y terminación de cada pieza, ya que si un gran trozo prefabricado ha de esperar en el taller o espacio de prefabricación, significará un retraso en el trabajo, pues dado su volumen, no es fácil retirarlo de la circulación para que otro ocupe su sitio; pero todavía es mayor el perjuicio en el caso de que se retrase la construcción de un trozo que puede inmovilizar no sólo su montaje en el buque, sino también otros trozos ya construídos y cuyo montaje dependa de aquél.

Por tanto, es de todo punto necesario que los programas de trabajo se cumplan a la perfección, con precisión de reloj. Para conseguirlo, la Oficina se ocupará del adecuado suministro de los materiales necesarios.

A fin de mantener el orden de trabajo en las gradas entre los distintos gremios y mantener el aprovechamiento del tiempo, se puede confeccionar un programa de grúas.

### **Coordinación y control**

De las ideas expuestas anteriormente se ve la importancia de coordinar entre sí, no sólo los planes de trabajo para un buque, sino especialmente su relación con los demás en construcción. De este trabajo de coordinación de programas, volvemos a repetirlo, estriba el éxito económico. Con ello se trata de aprovechar bien el potencial humano e industrial del astillero, tratando de conseguir que las horas de programa se aproximen lo mejor posible a las disponibles, que el trabajo de los operarios y de las máquinas sea continuo y armónico, evitando así tiempos muertos y llegando, si es preciso, en el caso de alguna máquina, a trabajar elementos de un buque mucho antes de lo que aparentemente parecería aconsejable, pero que viene obligado por un exceso de trabajo posterior.

El control del trabajo se lleva mediante los libros de estadística y la inspección de las obras por el personal de la Oficina.

Sobre cada gráfico de programa se marca la realidad de la obra prevista, lo que permite comprobar cómo se realiza el programa en cuestión, calcular



en cada momento el estado de las construcciones y sobre todo, tomar con absoluto conocimiento de causa las medidas oportunas para regularizar el programa.

A la terminación de la obra se efectúa una comprobación final de la exactitud de los elementos estimados, a fin de acumular datos para futuras construcciones.

### Actuación de la Oficina

Una vez contratado un buque, la Oficina, a la vista de los planos de proyecto, establece un plan preliminar que se envía a los Departamentos y talleres interesados, señalándose en líneas generales, los programas respecto al tiempo, así como las peculiaridades o métodos de construcción que se piensan emplear.

Después de estudiado este programa preliminar, se procede, como ya se ha dicho, a una reunión de todos los interesados en la Oficina, aportando cada uno sus propios puntos de vista, con los cuales se elaborará finalmente el programa general definitivo de trabajo.

La Oficina envía semanalmente las órdenes de trabajo a los distintos talleres, comprobando su cumplimiento, y en caso necesario, repitiendo la orden a la semana siguiente. Con idéntica periodicidad, envía a la Dirección y Jefes de Departamento un informe sobre el estado de los buques, llamando su atención sobre las anomalías que pudieran existir.

De todo lo expuesto se desprende que esta Oficina es, en el astillero moderno, su verdadero cerebro que infunde a los operarios un espíritu de equipo y es sorprendente que una labor de tanta trascendencia se realice con muy poco personal y gasto.

### BIBLIOGRAFIA

- RINGDAHL, K. A.: "Det svetsande varvets tillkommst och huvudkonturer". M. Sc. Thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm, 1951.
- ECKERBOM, N. G.: "Some Aspects of Prefabrication in Ship Construction". International Conference of Naval Architects and Marine Engineers, London, 1951.
- KENDALL, R.: "Postwar Changes in Shipbuilding". *World Shipbuilding*, agosto 1952.
- COSTALES, M.: Memoria, 1951.