

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

EL PUERTO DE BARCELONA

Reseña histórica y datos relativos á dos de sus obras más importantes.

Conferencias dadas en el Instituto de Ingenieros Civiles

por

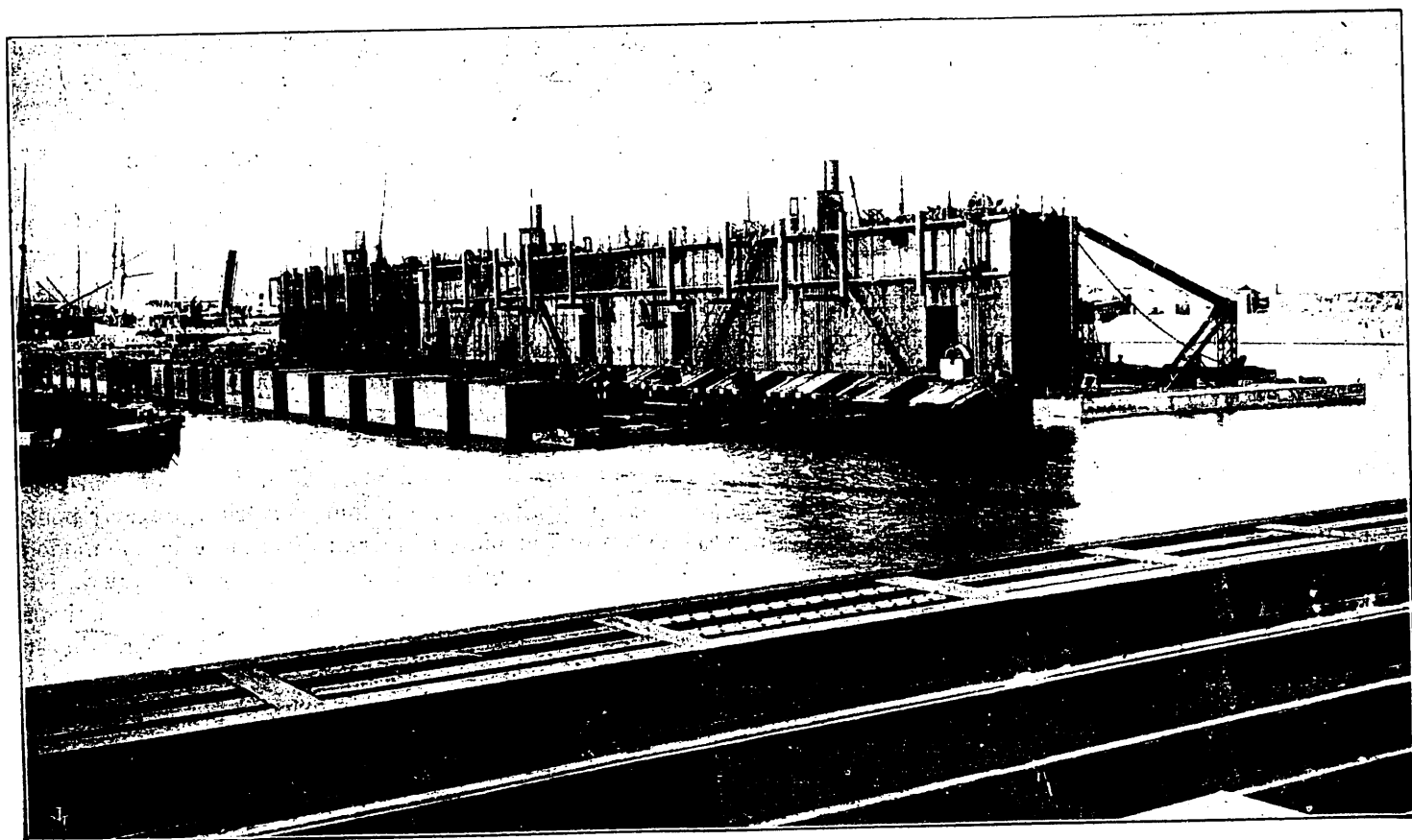
DON JOSÉ AYXELÁ

Ingeniero Subdirector de las obras.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EN GENERAL.—Consignados con la brevedad posible los datos históricos para el establecimiento del dique flotante y deponente en el puerto de Barcelona desde su iniciación en 1882 hasta 1903 en que se destinó al servicio público, veamos ahora en qué consiste el sistema de esta clase de aparatos, haciendo luego una descripción del referido dique.

El pensamiento á que obedece el sistema de los diques flotantes y deponentes ideados por los Sres. Clark y Standfield es muy ingenioso y sencillo. Consiste en un dique flotante, por medio del cual se eleva el buque como de ordinario, conduciéndolo á una plataforma horizontal y superior al nivel del mar, donde queda depositado y puede carenarse en seco.

Para que esto pueda verificarse se compone dicho dique de una serie de pontonas de hierro, en forma de paralelepípedos rectangulares, dispuestas horizontalmente á igual distancia unas de otras, y enlazadas solamente por uno de sus extremos á un cajón vertical de palastro de bastante altura, donde se hallan instaladas las máquinas y bombas necesarias para introducir ó agotar el agua en el interior de las primeras. El conjunto afecta en sección la forma de una gran L, y en planta la de un gigantesco peine, cuyas púas ó dientes corresponden á las indicadas pontonas. Éstas se hallan destinadas á recibir y levantar el buque, cuya quilla se hace reposar sobre sus pun-

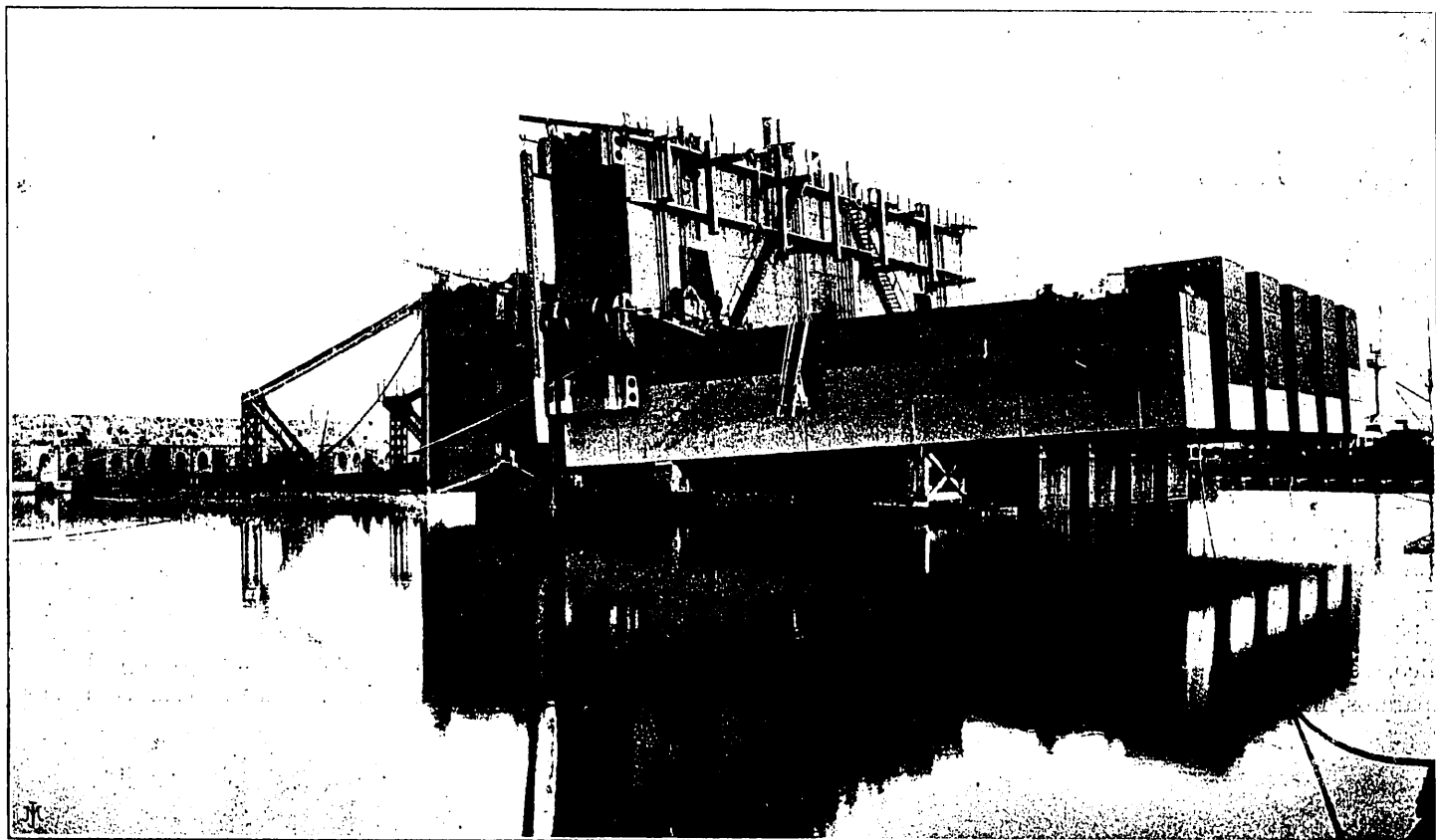


DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE SISTEMA CLARK & STANDFIELD—VISTA GENERAL DEL DIQUE

tos medios, de manera que todas ellas forman por sí solas un sistema completamente estable. En consecuencia el gran cajón ó costado vertical no tiene más objeto que enlazar fuerte ó rígidamente unas pontonas con las otras, á fin de hacerlas trabajar de un modo uniforme y simultáneo; pero su necesaria adición altera las condiciones estáticas del equilibrio de flotación, y este conjunto no sería estable en sus movimientos de ascenso y descenso. Para que permanezca constantemente horizontal, evitando así aquel inconveniente, lleva dicho costado por la cara opuesta á la de las pontonas un enorme contrapeso, consistente en un flotador convenientemente lastrado, que está unido á él por medio de un juego de paralelogramos articulados, y se mantiene siempre en la misma posición, sea la que quiera la que adopte el gran costado á que está adherido; así

el agotamiento, sube el aparato, levantando consigo al buque, que se arriestra fuertemente sobre su *cuna* y contra las paredes del costado. Acto continuo, pueden comenzar las operaciones de reconocimiento, limpia ó reparación.

Pero no es esto sólo; la verdadera originalidad del sistema estriba en el fácil empleo del mismo dique para transportar los buques á tierra firme, depositándolos, con toda regularidad y rapidez, sobre plataformas ó *careneros* especiales, á su vez de sencillísima y económica construcción. Estos *careneros* se reducen, en efecto, á una serie de palizadas de madera ó de hierro formadas por pilotes y carreras, ó bien grandes espigones de fábrica, cuya resistencia se calcula convenientemente, y dispuestos normalmente á la orilla ó muelle de donde arrancan, de tal modo, que de unos á otros quede una distancia uniforme



DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE SISTEMA CLARK & STANDFIELD—CARENA DE UNA DE LAS SECCIONES

queda por completo asegurada la emersión ó inmersión vertical del aparato.

En realidad, la parte móvil de éste, ó sean las pontonas y el gran costado, forman el dique propiamente dicho, viniendo á constituir por sí solos una perfecta balanza hidrostática, que es la que soporta la acción directa de las cargas, las eleva por achicamiento del agua interior y las contrarresta por las reacciones del líquido en que flotan, contra sus paredes exteriores. El papel del flotador lastrado y de las articulaciones de enlace, se reduce, pues, á mantener invariable la verticalidad del sistema, por los enérgicos pares de adrizamiento desarrollados por aquél á la más variable inclinación, contribuyendo á la estabilidad del conjunto.

Para sacar un buque á flote, la maniobra es tan sencilla como rápida; basta, en efecto, introducir el agua en las pontonas, que están divididas en varios departamentos por medio de tabiques estancos, y en los espacios adicionales del gran costado, hasta lograr que el plano superior de aquéllas sea inferior al de la quilla de la embarcación. Entonces, se hace pasar ésta sobre el dique, centrándola del modo conveniente, para que se apoye sobre cama que se le ha preparado, y verificado

y algo superior al ancho de las pontonas. Es evidente, por lo tanto, que si se hace avanzar el dique cargado con su buque en sentido perpendicular al *carenero*, las pontonas de aquél penetrarán entre las palizadas ó espigones del segundo de un modo simultáneo, bastando luego su lenta y continuada inmersión para dejar al buque apoyado sobre la plataforma, en posición perfectamente estable y la más adecuada para su resistencia.

Retirado el dique, quedará éste en disposición de repetir una y más veces las susodichas operaciones con otros buques, y cuando el primero esté limpio, volverlo á tomar y ponerlo á flote con una maniobra inversa; lográndose de este modo multiplicar el efecto útil del sistema tanto como se quiera, en relación con la longitud del *carenero*, cuyo coste es relativamente pequeño, y con la posibilidad, además, de ir logrando este resultado á medida de las exigencias del servicio.

Con objeto de economizar fuerza y por lo tanto gastos de explotación, así como de aumentar los medios de acción de un solo dique, proporcionalmente á la magnitud y peso de los buques, suelen fraccionarse estos aparatos por lo general en dos ó tres secciones, provistas de sus máquinas y bombas independientes, cuya separación y enlace se verifica con facilidad, de

modo que puedan trabajar cada una de ellas unida ó separadamente. Esta disposición tiene también la ventaja inapreciable de ser autocarenante, esto es, de poder limpiar y reconocer el dique por sí mismo, bastando para ello levantar una sección cualquiera con las restantes, como si se tratara de un buque ordinario, y repetir esta operación de un modo inverso hasta completar la totalidad de las secciones.

Descrito el sistema en general, daremos ahora una idea de la instalación de carenado creada en el puerto de Barcelona, que comprende: el dique flotante y deponente, la dársena especial y los careneros.

DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE.—Tan importante elemento de carenado se halla constituido, en la actualidad, por tres secciones que sólo se diferencian en pequeños detalles, y, por lo general, trabajan: dos de ellas acopladas por medio de una unión rígida y la otra independiente, pudiendo ésta enlazarse con facilidad á las dos primeras mediante una junta rápida. La potencia ascensional neta de cada una de ellas es de 2.000 toneladas, siendo de 6.000 la de todo el aparato. En el cuadro siguiente consignamos las dimensiones de las partes ó elementos principales de que se compone el dique, para hacer luego una somera descripción de aquéllas y de los mecanismos para su funcionamiento.

DIMENSIONES GENERALES DEL DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE

Partes ó elementos de obra.

COSTADO Ó CAJON VERTICAL

Número de secciones.....	3	
Longitud de las secciones.....	36,887 metros.	
1. ^a	38,075	
2. ^a ó central.....	36,900	
3. ^a	111,862	
Longitud total.....	3,95	
Latitud.....	14,046	
Altura total.....	3	
Número de pisos.....	4,902	
Altura del.....	Idem medio.....	4,826
	Idem superior.....	4,318
Altura de la cámara receptora.....	9,728	
	Número por secciones.....	2
	Idem total.....	6
Portalones.....	Longitud.....	3,95
	Latitud.....	2,40
	Altura.....	4,826
Superficie de la base de desplazamiento para las cámaras inferior y superior.....	432,37	m ²
Idem íd. media para el piso central.....	375,49	
Base media de la cámara receptora descontando las de la junta rápida y todas las cámaras estancas.....	347,45	
Volúmen desplazado á la inmersión máxima de 12,50 metros.....	5,131	m ³
Peso equivalente en toneladas métricas.....	5,270	ton.
Volúmen del agua de cabida en la cámara receptora.....	3,380	m ³
Peso equivalente en toneladas métricas.....	3,471,26	ton.

PONTONAS

Número por sección.....	6	
Número total.....	18	
Longitud hasta el empotramiento.....	22,974 metros.	
Latitud.....	3,95	
Altura.....	4,902	
Desplazamiento de una pontona hasta el nivel de su cubierta.....	444,85	m ³
Peso equivalente en toneladas métricas.....	456,86	ton.
Desplazamiento de las 18 pontonas.....	8,007,30	m ³
Peso equivalente en toneladas métricas.....	8,223	ton.
	Número.....	14
	Longitud.....	3,808 metros.
	Latitud.....	3,95
	Altura.....	1,90
Cajas de aire.....	Desplazamiento.....	28,579 m ³
	Desplazamiento total.....	400,11
	Peso equivalente.....	410,91 ton.

Desplazamiento total de la madera colocada sobre las pontonas.....	153,59	ton.
Desplazamiento total de todas las pontonas hasta el nivel superior de las cajas de aire.....	8,787,50	

FLOTADOR

Dimensiones de conjunto.....	Longitud.....	119,18 metros.
	Latitud.....	16,332
	Altura.....	1,441
Número de cajas de grúa.....	Número de pares de viga.....	12
Paralelogramos.....	Longitud de las vigas.....	12,192

Cada una de las tres secciones citadas, está formada, igualmente que en el sistema general ya descrito, por los dos principales elementos que á continuación se expresan:

1.^o El dique propiamente dicho, constituido por seis pontonas unidas y empotradas á un gran costado vertical, presentando en sección transversal la figura de una L gigantesca y en planta un peine de escasas púas y de dimensiones colosales.

2.^o El flotador, que unido al gran costado, mediante robustísimos paralelogramos articulados, contribuye poderosamente á la estabilidad del sistema.

Considerando al dique en conjunto, esto es, constituyendo un solo aparato, la unión entre las secciones, según hemos indicado, es rígida y permanente entre la primera y segunda, porque trabajan siempre juntas, y rápida y flexible entre esta última y la tercera.

Pontonas.—Las pontonas sobre las cuales insisten los buques, tienen 22,97 metros de longitud, 4,90 de altura y 3,95 de ancho, guardando entre sí una distancia ó hueco de 2,40 metros y hallándose divididas longitudinalmente en tres compartimientos de 6,35, 7,62 y 8,89 metros de longitud, á partir de la extremidad de las mismas, mediante mamparos estancos; el segundo y tercer compartimiento, llevan, próximamente en su parte media, otro mamparo vertical provisto de orificios pequeños en sus cuatro vértices y en su parte inferior, que permiten el trasiego del agua á través de dicho mamparo, pero de una manera lenta, á fin de evitar oscilaciones bruscas del líquido que podrían atentar de una manera muy grave contra la estabilidad del dique.

Las diez pontonas correspondientes á la parte central de la primera y la segunda sección, unidas, como tenemos dicho, de una manera permanente, llevan en su extremo unas cajas de aire de sección rectangular de 3,808 metros de longitud por 3,95 de ancho y 1,90 de altura; análogamente las cuatro pontonas centrales de la sección tercera ofrecen también idéntica disposición.

Teniendo en cuenta que con las flotaciones comprendidas entre la cara superior de las pontonas y los planes del barco sólo contribuye á la estabilidad del sistema la sección del gran costado y el flotador, que ofrecen por otra parte un reducido momento de inercia, la relación del par de adrizamiento al de zozobra excedería muy poco de la unidad, siendo, por tanto, muy precario el equilibrio del aparato; para evitar tan peligro inconveniente se han establecido las cajas de aire descritas, las cuales contribuyen con sus secciones en el momento crítico al aumento del referido momento de inercia, asegurando con garantía completa la estabilidad de flotación.

Para reforzar la unión de las pontonas con el gran costado, aumenta la sección de las mismas, según su altura, hasta 6,223 metros, constituyéndose así un empotramiento suficiente para los esfuerzos que está llamado á resistir.

Costado vertical.—El gran costado tiene 14,046 metros de altura, 3,95 metros de ancho y diferente longitud en cada una de las tres secciones, siendo de 111,862 metros la total; aparte

del puente superior tiene otros dos, el piso de máquinas y el de pontonas.

Longitudinalmente se halla también dividido el gran costado en cada sección por varios mamparos; en el piso de máquinas hay dos, situados simétricamente a una distancia de 7,62 metros del eje, quedando así tres compartimientos: el central, que es la cámara de máquinas, y los laterales dedicados a los tanques y transmisiones.

En el piso de pontonas y en el inferior se prolongan los mamparos antes citados hasta el fondo, y a una distancia de 3,54 metros, contada hacia el centro; a partir de cada uno de aquéllos existen otros dos formando los llamados pozos de bomba, en los cuales no tiene acceso el agua; en confrontación con los huecos comprendidos entre las dos pontonas extremas, hay otros dos mamparos que corresponden, en la parte superior a los portalones y en la inferior a dos compartimientos que se hallan en comunicación con otros dos extremos, es decir, que de los mamparos de que tratamos, son estancos los más próximos al eje y dejan paso al agua los más alejados.

Por último, en el centro existen otros dos que corresponden también al hueco entre las dos pontonas centrales, siendo estanco únicamente uno de ellos.

Flotador.—El flotador en cada sección consta de tres partes: una central y dos laterales; todas ellas tienen en conjunto una longitud de 119,18 metros, una anchura de 16,332 y una altura de 1,44. En el extremo ó testero de la primera sección los flotadores llevan una caja-guía de igual altura y una planta de 2 por 10 metros.

La estructura metálica del gran costado, pontonas y flotadores, es sumamente sencilla y similar a la empleada en las construcciones navales, hallándose constituida por una serie de baos, cuadernas, puntales y riostras que refuerzan todo el conjunto.

Paralelogramos.—A la altura del puente superior del gran costado y al nivel de flotación en la posición normal del dique, se hallan dispuestos los gorriones ó articulaciones de los brazos de los paralelogramos, que, en número de cuatro, unen el flotador a dicho costado.

Estos paralelogramos se completan por unos montantes articulados con los extremos de los brazos citados, y a su vez, forman cuerpo con los flotadores gracias a unos recios jabalcones y puntales. Las dimensiones de los paralelogramos son de 11,71 por 8,687 metros.

Uniones.—La unión rígida permanente entre la primera y segunda sección, se halla formada por unos simples recuadros ó marcos de fuertes angulares sujetos por pernos, después de haber interpuesto entre ellos una lámina de caucho a fin de dar una impermeabilidad completa a la junta.

La unión rápida flexible que sirve para enlazar las secciones segunda y tercera, ofrece también una disposición muy sencilla, consistente en unos redientes horizontales, sujetos a la parte superior y al nivel de flotación normal del gran costado de ambas secciones, para evitar los movimientos transversales; en unas consolas de fundición dispuestas próximamente al tercio de la altura del gran costado y alternativamente orientadas en sentido opuesto para facilitar una articulación completa y que ofrezca flexibilidad al enlace, y, por último, unos tirantes provistos de resortes de discos que limitan esta última, y constituyen el verdadero medio de sujeción de una sección con otra; permitiendo, gracias a su disposición especial de resortes, pequeñas deformaciones en sentido longitudinal, con lo cual, no sólo es posible comprobar las condiciones de trabajo de las distintas unidades de carenado, sino en todo momento corregirlas

y compensarlas, evitando siempre que la junta resista esfuerzos demasiado grandes que incluso pudieran ocasionar su rotura.

Tuberías.—Para el funcionamiento del sistema basado todo él en la conveniente admisión y evacuación de agua en los distintos compartimientos de las pontonas y del gran costado, cada una de las secciones del dique tiene un sistema completo de tuberías, con sus compuertas correspondientes, y dos equipos de máquinas de vapor y bombas centrífugas para el achique, además de una porción de medios auxiliares como contretes, tornos, poleas, bitas y defensas que sucintamente y a grandes rasgos reseñaremos a continuación.

A lo largo del fondo del gran costado de cada sección, corre una tubería colectora de hierro fundido de 45 centímetros de diámetro, de la cual parten seis series de cuatro ramales de 20 centímetros, que van a parar a los distintos compartimientos estancos de las pontonas y gran costado, llevando en sus extremos unas bocas especiales para absorber la mayor cantidad posible de agua. Además, todos estos ramales van provistos, en las inmediaciones de la colectora, de unas compuertas de discos y resortes, accionadas, mediante unas varillas verticales y horizontales y con sencillas transmisiones, por unas ruedas ó volantes situados en la cubierta del gran costado, convenientemente concentrados al promedio del mismo. Próximamente, en igual sitio, sale de la colectora un codo de igual diámetro que ella, el cual está en comunicación, mediante una compuerta de disco macizo, con las aberturas de admisión del agua; pudiéndose accionar estas compuertas directamente desde arriba por un volante horizontal que engrana en una varilla ó vástago sujeto al disco.

Bombas.—En el fondo de los pozos de bomba, colocadas horizontalmente sobre la colectora, en comunicación directa con la misma y descansando en unas vigas especiales, están dispuestas las bombas centrífugas de agotamiento, las cuales afectan una composición sumamente sencilla y robusta para evitar frecuentes averías y facilitar las reparaciones. Dichas bombas ofrecen un rendimiento que no baja del 85 por 100, y en el supuesto de emplear ochenta minutos para la inmersión del dique, el volumen extraído por cada bomba es de 340 litros por segundo. El eje de la bomba, al cual van acunadas las paletas, no descansa sobre tejuelo alguno, sino que para evitar la inmersión de mecanismos delicados, va suspendido en el piso de máquinas mediante un cojinete horizontal, provisto de un aro de metal que constituye casquillo y sobre el cual insiste un resalto circular del eje, todo ello contenido en una caja de grasa herméticamente cerrada para impedir la entrada de cuerpos extraños. Estos cojinetes se apoyan en unas vigas horizontales referidas a los elementos resistentes de la armadura del gran costado en la zona indicada.

De la periferia de la bomba parte una tubería de igual diámetro que la colectora, provista de una compuerta análoga a la descrita para el desagüe de la misma, que va a parar a la abertura de evacuación. Tanto esta boca como la de admisión están constituidas por una caja cerrada exteriormente por una rejilla, a cuyo fondo va enchufada con un prensaestopas la tubería respectiva, que puede obturarse en dicho sitio y en el interior de la caja mediante una válvula de asiento.

Con el objeto de que en caso de avería de uno de los equipos de máquina y bomba pueda seguir en funciones el dique, existe una compuerta en el punto medio de la colectora, que abierta desde el piso de máquinas con una llave especial, pone en comunicación directa una y otra mitad de aquella tubería, y permite que un solo equipo de achique atienda al agotamiento de todas las cámaras estancas del aparato.

Para terminar cuanto se refiere á los medios de evacuación del agua, indicaremos que pueden acoplarse entre sí y según diferentes combinaciones, las compuertas de las tuberías de todos los compartimientos estancos, con el objeto de abrir ó cerrar simultáneamente con una sola maniobra el número de aquellas que convenga hacer solidarias.

Calderas y motores.—En la cámara de máquinas se hallan colocadas simétricamente y sobre sólidas bancadas las calderas que suministran el vapor necesario para accionar los motores; son del tipo marino, de hogar interior, tubulares con retorno de llama, tienen una superficie de caldeo de 50 metros cuadrados y están dispuestas para trabajar á una presión de seis atmósferas. Sus principales dimensiones son: 1,676 metros de diámetro y 2,134 de longitud, siendo su material de acero y hallándose provistas de todos los accesorios y mecanismos de seguridad indispensables para el servicio.

Entre las dos calderas está situada la carbonera, y en las cámaras laterales del piso de máquinas van colocados los tanques de agua para la alimentación de aquéllas.

Las máquinas de vapor son del tipo Bellis, adecuadas para combinar la velocidad, el poco peso y la resistencia; su potencia es de 50 caballos; son de forma vertical, con dos cilindros de alta presión marchando á la velocidad de 250 revoluciones por minuto. Estas máquinas insisten sobre el piso, mediante fuertes vigas transversales, y están provistas de todos los accesorios y aparatos necesarios para el perfecto funcionamiento y regulación del motor. Colocadas paralelamente al costado del dique, mueven directamente un eje horizontal que lleva un volante de gran diámetro y va soportado por cojinetes de fundición con casquillos de bronce. Dicho eje engrana directamente con un piñón acunado al extremo superior del eje de las bombas centrífugas.

Mecanismos diversos.—Para la necesaria ventilación de las cámaras de máquinas y generadores se ha dispuesto en cada sección un potente ventilador movido á vapor, análogo á los empleados ordinariamente en la Marina, y que presta buenos servicios en la época estival. Asimismo, para la evacuación del aire contenido en los compartimientos estancos existe un sistema completo de tuberías de 7 centímetros y medio de diámetro.

En el puente superior ó cubierta, encima de los portalones, están emplazadas dos maquinillas que accionan cada una de ellas tres tornos con los embragues necesarios, de los cuales, uno sirve para el atado de buques y está situado en dicha cubierta, otro en el umbral del portalón para el movimiento transversal del dique, y, por último, otro encima de las pontonas, para facilitar el movimiento longitudinal; existiendo en las proximidades de este último una polea de retorno para la maniobra del cable, así como un sinnúmero de guías para asegurar el mismo fin, en todas las secciones.

A las alturas de 5 y 9 metros, respectivamente, sobre las pontonas, se hallan dispuestos, para acodalar los buques, dos órdenes alternadas de cuatro contretes ó puntales cada uno, los cuales son maniobrados desde el puente superior por medio de unas ruedas verticales que accionan un sencillo mecanismo de cremallera.

En las aristas verticales interiores del gran costado y en cada grupo de secciones, se han dispuesto dos defensas cilíndricas de rollizos para servir de guía á las embarcaciones en su entrada y evitar que se produzcan averías por inevitables choques.

Finalmente, en el punto conveniente del piso superior en cada grupo de secciones que funcionan aisladamente y sobre la

concentración de los aparatos de maniobra de las compuertas ó válvulas de las tuberías secundarias que van á parar á la colectora, se han dispuesto varias casetas para los manipuladores y un pabellón más elevado con destino al Contramaestre, que desde allí dirige las operaciones todas inherentes al funcionamiento del aparato.

Cama para las embarcaciones.—La cuna, donde insisten directamente los buques, está formada por una serie de picaderos situados, próximamente, á la mitad de las pontonas, y por dos series de cuñas de pantoque, colocadas á un lado y otro del eje, que pueden deslizarse á lo largo de unas correderas establecidas sobre durmientes de considerable escuadria.

Los picaderos se hallan formados por recios maderos en forma de cuña, y pueden cambiar de posición dentro de una pequeña zona central de las pontonas á fin de adaptarse á las condiciones distintas de los barcos; la referida zona de las pontonas comprendida entre los dos mamparos centrales, uno estanco y otro no, se halla reforzada con unas fuertes viguetas longitudinales de alma llena y gran altura.

Las cuñas de pantoque afectan análoga disposición, pero además están provistas de una articulación, sujeta á un bastidor metálico que permite un ligero movimiento de giro; los bastidores, que constituyen las deslizaderas propiamente dichas, se amarran á unas cadenas que, pasando al través de unas poleas, van á parar á cubierta, desde donde se maniobran las citadas cuñas de pantoque cuando se afianza el barco sobre el dique.

Para terminar esta sucinta descripción de los elementos y mecanismos, indicaremos que en todos los sitios convenientes del gran costado, pontonas y flotadores, hay dispuestos, en número suficiente y con resistencias apropiadas, diferentes puntos de amarre y bitas para sujetar las cadenas y encapillar dos recios cables, que junto con éstas mantienen las secciones en una posición fija; previamente referidos unos y otras á los bolidos y norays existentes en los muelles y puentes de servicio de la dársena de carenado. Existen asimismo en lugares á propósito del costado vertical escalas graduadas para poder averiguar en cada momento el calado y conocer las alturas de subida ó bajada.

* * *

Para no alargar demasiado este escrito, haciéndole interminable y molestando la atención del auditorio, excuso entrar en la justificación de la resistencia de los principales elementos; no presentaré tampoco los cálculos de la potencia ascensional, los relativos á la cantidad de agua á extraer durante la emergencia de un buque, ni los muy notables referentes á la estabilidad del aparato, debiendo indicar que el que quiera conocer estos puntos tan interesantes puede consultar alguna de las Memorias publicadas sobre las obras del puerto, en las que se han tratado con alguna extensión.

Únicamente para dar una idea de la grandiosidad de este artefacto, y como complemento de las principales dimensiones que antes se han consignado, daremos una nota muy aproximada de los pesos de los materiales que han entrado en la construcción del mismo.

Peso de los materiales del dique flotante y deponente.

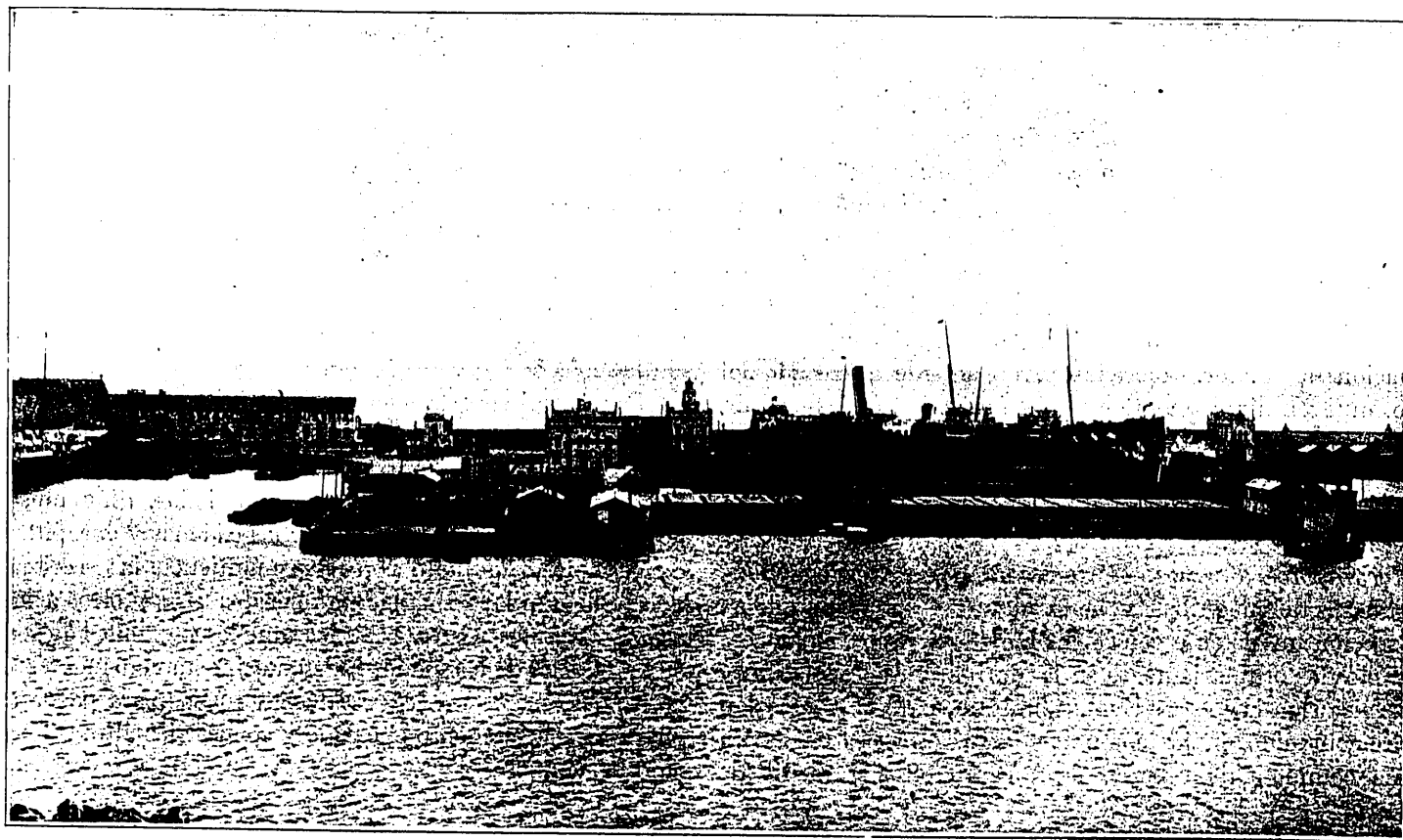
	Kilogramos.
Acero laminado Bessemer en palastros . . .	54.000
Idem íd. íd. en hierros perfilados	1.140.000
Hierro laminado en palastros	2.070.510
Idem íd. en perfiles	378.000
Idem fundido	137.200
Suma y sigue	3.779.710

	Kilogramos.
<i>Suma anterior</i>	3.779.710
Acero forjado	147.600
Bronce	15.100
Acero fundido	1.600
Pintura	37.690
Madera.....	130.000
Cables.	4.000
Caucho.....	250
<i>Suma</i>	4.115.950

DÁRSENA Y CARENEROS. — Por lo que hemos dicho en párrafos anteriores, se desprende que para el debido funcionamiento del dique flotante y deponente se ha creado en el puerto de Barcelona una dársena especial afecta á este servicio de carenado, que se halla situada en la zona del fondeadero inmediata al

cial abajo, esto es, tienen 1,70 metros de anchura en la coronación y hasta la profundidad de 6 metros bajo el agua, que es la máxima á que han de alcanzar las pontonas en careneros; á esta cota se ensanchan hasta 2,50 metros aumentando luego la base hasta 5, á la profundidad de 8 metros, ó sea, en el punto de apoyo en el fondo de la dársena, para repartir la presión; de esta suerte, entre dientes hay la distancia de 4,65 metros, superior en 0,70 á la anchura de pontonas para que éstas puedan introducirse holgadamente.

Esta dársena especial se halla dividida en dos partes simétricas por una pasadera ó puente llamado de servicio, de 4 metros de anchura, que deja entre su extremidad y el muelle de cerramiento una boca de 58 metros de amplitud suficiente para el paso de una de las secciones del dique de uno á otro lado, en casos de necesidad. Dicho puente, además de facilitar



VISTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE CARENADO

ángulo de los dos muelles de Levante y de Cataluña. Dicha dársena, (hoja núm. 9 de los planos), está formada, por el lado Oriental, por un muelle adosado al antiguo rompeolas, de unos 40 metros de amplitud, y del lado opuesto, por otro muelle llamado Occidental, de 30 metros de anchura, ambos con una altura de 2,50 metros sobre el nivel del mar; por el Norte se encuentra el ya citado de Cataluña, y por el Sur hay otro de sólo 10 metros de ancho, llamado de cerramiento, con dos bocas de 20 metros de abra para la entrada y salida de los buques. Los dos muelles longitudinales tienen, además, por el lado de la dársena, dos andenes más bajos, de 10 metros de amplitud, con la coronación á un metro sobre el agua, á cuyos andenes van adosadas las filas de careneros de 200 metros de longitud, entre cuyos dientes, en número de 31, incluyendo los dos extremos adosados á los muelles, y esparcidos á igual distancia, se alojan las pontonas del dique al depositar sobre ellas las embarcaciones.

La dimensión entre ejes de los dientes es de 6,35 metros, igual exactamente á la que hay entre ejes de las pontonas del dique; dichos dientes son de forma rectangular arriba y trape-

el servicio como medio de acceso al dique, sirve de apoyo á los flotadores durante las maniobras de subida y bajada de los buques.

En una y otra semidársena, entre el puente de servicio y los careneros se han practicado las fosas llamadas de inmersión, de 125 metros de longitud por 30 de anchura, y 12,80 metros de profundidad bajo el agua, necesarias para alojar el aparato al final del descenso; dichas fosas están contorneadas por un muro de bloques coronado á la cota de — 8 metros.

En la parte del lado de Levante han funcionado hasta ahora las dos secciones de las tres que componen el dique actual, constantemente unidas por una junta rígida y estanca para el servicio de carena de los buques de mediano porte, trabajando en la otra semidársena opuesta la tercera sección independiente, que por sí constituye un dique completo para el servicio de las embarcaciones menores, y reservando el pasar dicha última sección al lado de las otras dos, uniéndola á una de ellas por una junta rápida y flexible, que se monta y desmonta en menos de una hora, cuando se trata de levantar un transatlántico de crecido porte.

El sistema completo de este medio de carena puede dar servicio á cinco grandes barcos de 80 á 100 metros de eslora, á saber: cuatro sobre los careneros, y el quinto sobre el propio dique:

Las características del dique flotante y deponente en la actualidad, funcionando con las tres secciones unidas, son las siguientes, en cifras redondas:

Longitud total.....	112	metros.
Manga interior.....	18,50	"
Puntal máximo ó calado medio á recibir.....	5,80	" = 19 pies.
Potencia efectiva de emersión.....	6.000	toneladas.
Potencia práctica con cierta reserva de agua en las pontonas.....	5.600	"

Por consecuencia de estos datos, y teniendo en cuenta que la experiencia nos ha demostrado la posibilidad de levantar buques que rebasen de 5 á 10 metros por parte la longitud total de las secciones, sin el menor detrimento de sus estructuras metálicas, el dique flotante puede admitir barcos de 125 á 130 metros de eslora, siempre que su peso propio ó desplazamiento sin carga no exceda de 5.600 toneladas y que sus mangas ó calados no rebasen los límites antes expuestos, como así lo ha efectuado en el curso de estos últimos años.

El feliz éxito obtenido en la instalación en el puerto de Barcelona de este poderoso medio de carenar las embarcaciones, que ha merecido los más cumplidos elogios de cuantos técnicos la han visitado y muy particularmente de la Asociación de Ingenieros de Puentes y Calzadas de Francia, consignándolo así en multitud de revistas profesionales, y que llamó tanto la atención en el Congreso internacional de San Petersburgo, débese al actual Ingeniero Director de las Obras D. Julio Valdés, que desde el año 1882, en que nació la idea, hasta el 1903 en que empezó el dique á prestar el servicio público, tuvo que luchar incesantemente para desvanecer los temores y recelos puramente fantásticos que abrigaban algunas entidades marítimas, habiendo sido secundado hábilmente, en cuanto á la construcción del dique flotante y deponente, por la casa constructora La Maquinista Terrestre y Marítima, y en especial por el inteligente Ingeniero industrial D. Fernando Junoy, que desarrolló de un modo brillante los cálculos de estabilidad del aparato é introdujo en él algunas modificaciones inherentes al mejor servicio del mismo.

El coste total de dicha instalación, comprendiendo el dique flotante, la dársena especial y los careneros de depósito, puede evaluarse, en números redondos, en 6.200.000 pesetas.

PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN EL DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE, MEJORANDO EL SISTEMA.—Varias han sido las modificaciones que se han llevado á cabo en el aparato para el mejor servicio del mismo con relación á sus análogos que prestan servicio en los otros puertos, entre las que enumeraremos las siguientes:

1.^a *Aumento considerable de la estabilidad.*—Se ha conseguido esta buena circunstancia, por una combinación acertada entre las dimensiones del flotador, pontonas y cámara receptora del gran costado vertical, y singularmente por el peralte de las cajas de aire; hasta el extremo de que, en el momento llamado *crítico*, cuando el plano superior de las pontonas, en la emersión ó inmersión del dique, enrasa con el nivel del mar, y la estabilidad de la parte móvil es nula en los aparatos similares, obteniéndose la del conjunto por la que le presta el flotador, en el dique de Barcelona aparece positiva y real, representada, para las pontonas, por una diferencia entre los momentos, resistente é impulsivo, de 417 tonelámetros para un grado

de inclinación, que para tres grados se eleva ya á 1.251 y á 19.400 para el sistema completo, casi una mitad de la total, quedando la otra mitad como reserva para cualquier carga accidental.

2.^a *Resistencia mucho mayor de las pontonas en su sección de empotramiento.*—La resistencia de las pontonas en su enlace con el costado, considerándolas como vigas empotradas en el mismo, se ha elevado considerablemente, calculándola para una carga estática de 1.000 toneladas, gravitada en el centro de cada una de aquéllas, resultando así de 12.000 toneladas la total del dique, y asegurando en absoluto la indeformabilidad de las mismas, aun cuando alguna, por una causa eventual cualquiera, quedara vacía en el acto de la emersión.

3.^a *Junta rápida.*—La adopción de esta junta, que puede montarse y desmontarse en poco más de media hora, ha facilitado en grado sumo las maniobras y eficacia práctica del dique. Consta, según ya hemos indicado, de cuatro series de elementos, á saber: grandes consolas ó articulaciones de nódulos, dientes triangulares de engrane, estribos y bridas de acero y juegos de resortes moderadores. El conjunto de todos ellos, sobre dar á la unión citada una resistencia bastante superior á la rígida é impermeable, é impedir la separación de las secciones en cualquier sentido, permite, no obstante, cierta elasticidad, por otra parte indispensable, y acusa la menor diferencia de flotabilidad entre una y otra zona del dique, que puede ser corregida en el acto por el simple juego de una válvula. La experiencia ha comprobado multitud de veces la seguridad de su funcionamiento, demostrando el acierto con que se ha logrado resolver este difícilísimo problema mecánico.

4.^a *Refuerzo de la cámara central de las pontonas.*—Las cámaras centrales de las pontonas del dique se hallan igualmente reforzadas en toda su extensión de 4 metros, de modo que su resistencia á las cargas es la misma en todos los puntos situados entre uno y otro de sus extremos, pudiendo gravitar la quilla de las embarcaciones sobre cualquiera de aquellos puntos con idéntica seguridad que en su zona media ó central. Esto permite aproximar ó separar 2 metros más el paramento del buque al costado vertical del dique, según sea de poco ó mucho tonelaje, dando en caso necesario una diferencia ó margen de 8 metros entre las mangas de los barcos que lo utilicen; asunto que tiene mucha importancia por las ventajas que proporciona.

5.^a *Comprobación constante de la altura de agua en las pontonas.*—Á fin de comprobar en cualquier momento del trabajo el nivel del agua en las cámaras receptoras de las pontonas y del gran costado vertical, se ha montado en el dique un juego completo de tubos piezométricos, cuyos manómetros indicadores se han concentrado en la cabina de maniobras, bajo la inspección directa del Contramaestre, quien puede así apreciar á simple vista la falta ó exceso del líquido en uno cualquiera de los departamentos y proceder acto continuo á su nivelación, haciendo mover las válvulas correspondientes.

La disposición de estos tubos es de utilidad muy grande en todos los momentos del trabajo, sobre todo en la emersión de los grandes transatlánticos con las tres secciones, cuando el dique empieza á tocar la quilla por la parte de popa y cuando ya la toca por completo, por la desigual inclinación que toman las secciones, lo que obliga á distribuir las aguas en la forma adecuada para nivelar el aparato; y particularmente, también, en la operación de depositar un buque en los careneros ó retirarlo de ellos á fin de conservar constantemente la horizontalidad del dique.

Con el auxilio de estos tubos y mecanismos, es posible tam-

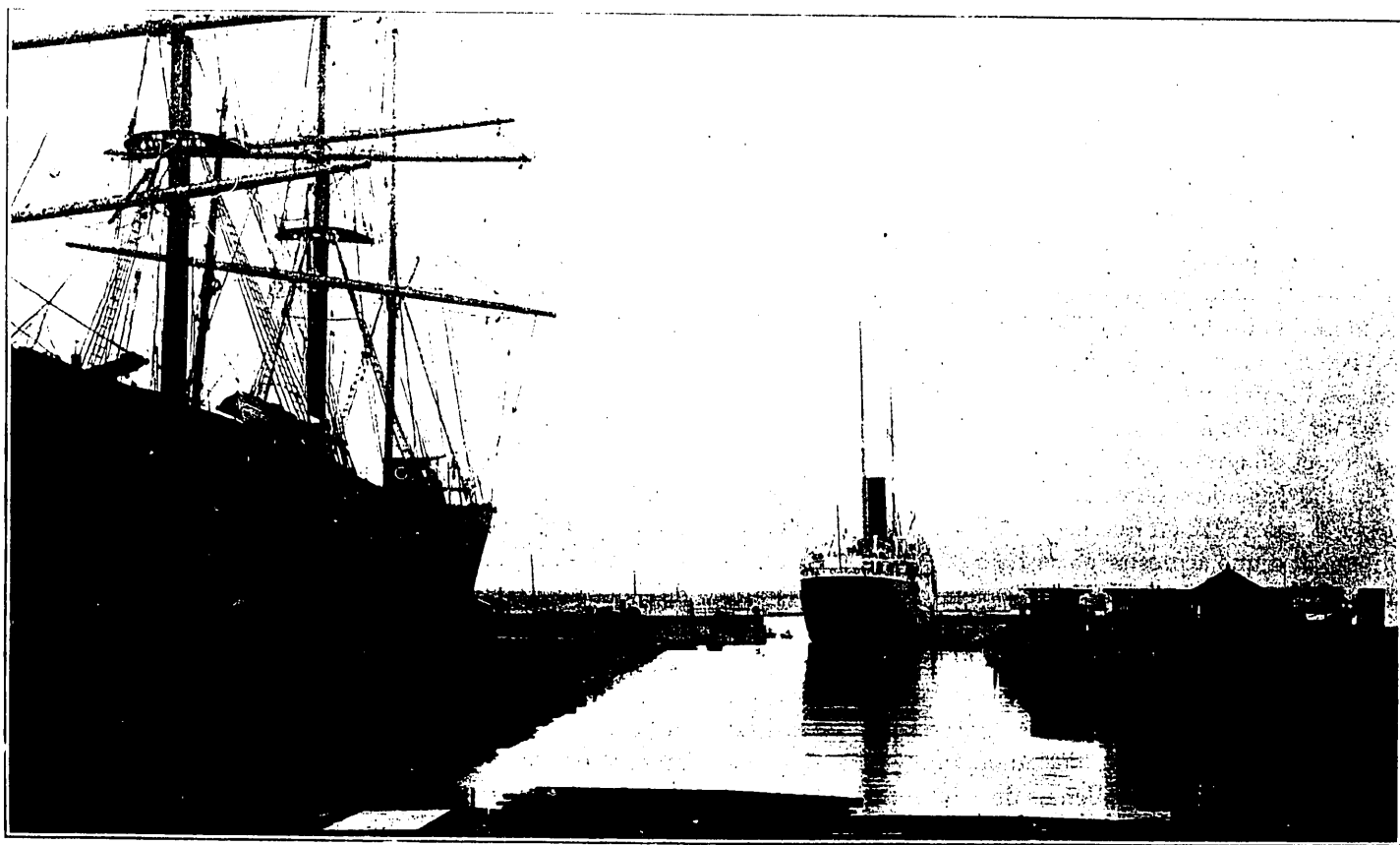
bién obtener la seguridad de que el agua se halla uniformemente distribuida en todos los compartimientos del dique cuando se quiera proceder á separar dos secciones, consiguiéndose así que no se experimente sacudida brusca en el momento de la separación, y no se produzcan desperfectos en los elementos que realizan la unión.

6.^a *Simplificación extrema de las maniobras.*—Estas se han reducido en el dique flotante y deponente de Barcelona, á su más depurado límite de sencillez. Al efecto, sobre el puente ó plataforma superior del costado vertical y en cada grupo de secciones, se han instalado casetas varias donde se maniobran los volantes de las válvulas y un pabellón más alto en cuyo interior el Contramaestre hace funcionar un telégrafo óptico verdaderamente elemental, compuesto de cuatro discos numerados, que se accionan por varillas metálicas y son perfectamente vi-

convierta en un instrumento de trabajo, que podemos denominar *perfecto* dentro de la humana falibilidad.

MODO DE REALIZAR LAS OPERACIONES PARA SUBIR LOS BUQUES.—Veamos ahora cuáles son los trámites que es necesario hacer y los trabajos y operaciones que han de realizarse para que un buque suba en el dique flotante, con objeto de llevar á cabo su limpia ó reparación.

Cuando una embarcación ha de utilizar este aparato, el consignatario ó Capitán tiene que pedir el correspondiente turno á la administración de la Junta del puerto, y con la oportuna concesión, presentarse ante el personal encargado de las maniobras; si por haber ya subido anteriormente en dique, se tienen en las oficinas las características del buque, que se consignan todas en un álbum ó registro especial, nada hay que hacer más que esperar el día de subida; si no se tienen estos



INSTALACIÓN DE CARENADO — UN BUQUE EN CARENEROS Y OTRO ENTRANDO EN LA DÁRSENA PARA EFECTUAR LAS REPARACIONES

sibles desde aquellas cabinas de maniobras, correspondientes á las cuatro series en que se han concentrado las válvulas, á saber: las de los tres compartimientos estancos de las pontonas y las del gran costado vertical. El citado Contramaestre del dique mueve los discos necesarios, teniendo á la vista los tubos comunicantes que indican el nivel horizontal del aparato en los dos sentidos longitudinal y transversal, así como los manómetros indicadores de que antes he hablado y las escalas de la junta flexible y las llamadas de inmersión, y, además, al alcance de su mano, el tubo portavoz que comunica con el departamento de las máquinas. De este modo, puede dicho Jefe, sin abandonar su puesto un solo instante y sin proferir el menor grito, dirigir fácilmente toda la maniobra del dique, que le obedece con precisión y rapidez, como obedecen los buques al Capitán que desde el puente y con los modernos mecanismos guía su marcha.

Compréndese, en vista de lo que acabamos de exponer, que un aparato de esta índole, dotado de todos los elementos necesarios para precaver cualquier género de eventualidades, se

datos, deben entregarse los planos del barco, y si no los poseen, la brigada correspondiente, junto con el buzo y su personal auxiliar, pasa á reconocer el barco para averiguar sus condiciones y obtener las dimensiones de la cuaderna maestra y de su forma en general.

Con estos elementos, en una monteá propósito situada sobre los flotadores, se dibuja el perfil ó perfiles del buque, á fin de conocer la posición y altura que habrá de darse á las cuñas de pantoque para la mejor sujeción de aquél.

Llegado el día que le corresponde por turno y preparada la correspondiente cuna en el dique, se ha de presentar el barco frente á la boca de la dársena á la hora convenida; de antemano el dique ya se ha inmersido, sujetando bien los flotadores al puente de servicio, y en esta posición se hace entrar al buque, generalmente de popa, si es de gran porte, para facilitar las maniobras de salida, enfilándose, por medio de unas señales que existen en el muelle opuesto, de suerte que su quilla caiga próximamente encima de los picaderos, y adelantándose hasta que, según sea su eslora con relación á la longitud de

dique que se utiliza, sobresalga una extensión prudencial por cada lado de las últimas pontonas. Así colocada la embarcación, el personal, al efecto encargado á proa y popa, comprueba con unas simples medidas, desde la quilla al gran costado, si aquélla está sobre del tercio central de los picaderos, efectuando la corrección si no lo está, tirando ó aflojando los cables que desde el buque se han pasado sobre el gran costado del dique para su mejor fijación; conocido este dato, puede ya empezarse la subida de la embarcación con las debidas precauciones que luego detallaremos.

Ahora bien, sabido es que por lo corriente los barcos calan más de popa que de proa, siendo en alguno de ellos bastante la diferencia; por lo tanto, lo primero que debe hacer el Jefe encargado de las maniobras del dique cuando el buque entra en la dársena especial para realizar su emersión, es averiguar la diferencia de calados y el calado medio, ó sea la semisuma de los de popa á proa; con antelación, ya conoce la eslora, manga y puntal. Con estos particulares á la vista, puede comenzarse la operación de subir, hasta que los picaderos del lado de popa empiezan á tocar la quilla, en cuyo estado el dique principia á realizar el esfuerzo ascensional; en estos momentos el encargado de las maniobras, sobre todo en el caso de funcionar las tres secciones, debe fijarse en la posición de los dos grupos á causa de la flexibilidad de la junta rápida, procurando mantener la horizontalidad del dique en sentido longitudinal, abriendo ó cerrando las correspondientes válvulas; se continúa luego la operación hasta que dicha quilla sea horizontal y se apoye toda ella sobre los picaderos, lo que tendrá lugar cuando se haya subido una altura igual á la diferencia de calados, posición que conoceremos por medio de unas escalas graduadas que hay en el gran costado. Hecho esto se procede á efectuar un reconocimiento por medio del buzo para tener la seguridad de que la quilla descansa realmente sobre el tercio central de los picaderos, y mejor sobre el punto medio; si es así se mueven los puntales mecánicos del gran costado en número y posición necesarios, hasta que toquen al buque, reanudándose en seguida la operación de ascenso, pero solamente en una altura igual ó un poco menor de la quinta parte del calado medio, en cuya situación se colocan las cuñas de pantoque y se afianzan los referidos puntales para que estén perfectamente en contacto con la embarcación. Entonces se efectúa un segundo reconocimiento de buzo para conocer si todas las cuñas de pantoque se han corrido bien y están adosadas al casco, pues es de advertir que tanto la operación de mover los puntales mecánicos como la de las cuñas, se realizan desde la plataforma superior del gran costado por medio de las manivelas, cremalleras, cadenas y poleas necesarias. Si todos los elementos de apoyo están en su sitio, ya puede verificarse sin interrupción la subida hasta el final.

Por lo que antes hemos dicho al describir este sistema de diques en general, para subir el dique con la embarcación encima no hay más que extraer el agua de las pontonas; el Jefe de maniobra, dentro de su correspondiente caseta emplazada en el centro y sobre la plataforma superior de una de las secciones, conoce perfectamente por aquella serie de tubos piezométricos muy bien dispuestos, que ya hemos indicado, la altura de agua dentro de los compartimientos de las pontonas; sabe también si el dique está perfectamente horizontal ó ligeramente inclinado tanto en sentido longitudinal como en el transversal por medio de unos niveles comunicantes colocados á distancia conveniente, sobre la barandilla fuera de su pabellón; y como por la sencilla disposición de señales que tiene al alcance de su mano puede ordenar á los maquinistas la apertura ó cie-

rre de la válvula que le convenga, según la indicación que le den los niveles, le es fácil corregir cualquier desviación que note en el dique, abriendo ó cerrando el paso del agua en el departamento que sea menester.

Si el aparato se mantiene horizontal en los dos sentidos no hay más que ir sacando simultáneamente agua de todos los compartimientos de las pontonas; si hay una ligera inclinación se para el agotamiento del lado ó departamento que sea necesario, y se sigue con los demás hasta tenerlo bien nivelado.

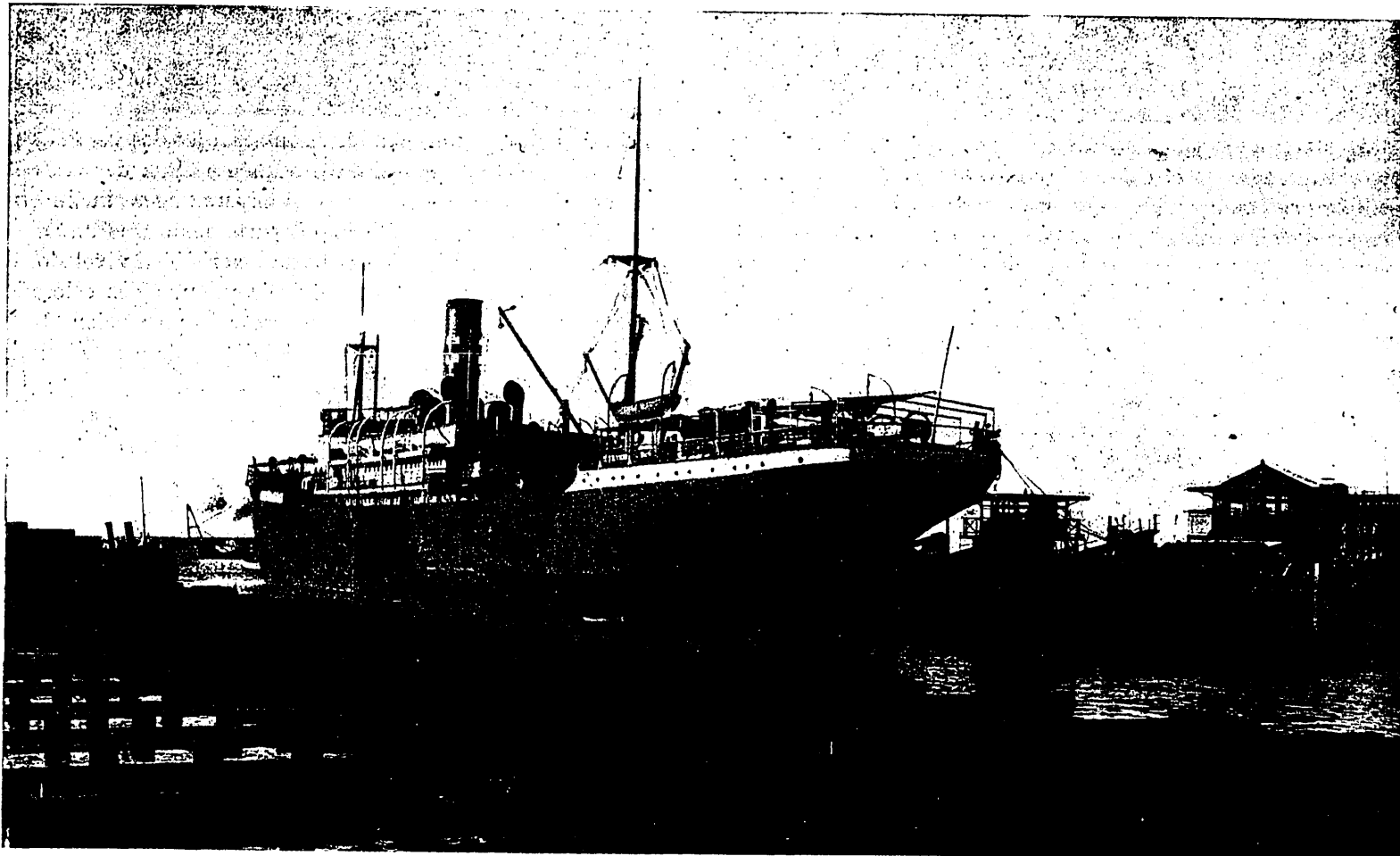
De todos modos bueno es advertir que una vez colocados los puntales y las cuñas conviene tomar la precaución, tanto en el ascenso como en el descenso del dique, de mantenerlo ligeramente inclinado en sentido transversal, de manera que el buque caiga sobre el gran costado, donde están los puntales, á fin de evitar que por cualquier movimiento brusco inesperado pueda volcarse del otro lado.

Para la operación del descenso del buque basta dejar entrar el agua en las pontonas, fijándose también en los niveles para detener la entrada en el lado ó departamento que convenga; así se continúa hasta que la quilla empieza á sumergirse; entonces se averigua la altura en la escala y no se deben alinear las cuñas ni separar los puntales hasta que el barco esté sumergido en una altura un poco mayor del calado medio antes obtenido. Cuando flota por completo, se alojan los cables de retención y sale de la dársena de carenado.

Si en lugar de rascar y pintar la embarcación, se han de efectuar en ella reparaciones que requieran unos días de trabajo, se traslada á careneros para no interrumpir el funcionamiento del aparato flotante. Para esto, se alojan los enlaces de los flotadores con el puente de servicio y con todo cuidado se mueve el dique por medio de sus tornos hasta que las pontonas vengán bien encaradas con los huecos de los dientes de los careneros; en esta posición y mediante los otros grandes tornos existentes en los portales y por cables sujetos á las amarras del andén bajo, se traslada el dique con el buque paralelamente hasta introducir sus pontonas en aquellos huecos de los dientes; previamente se habrá hecho encima de éstos la correspondiente cuna con la fila de picaderos y las cuñas, y una vez la quilla esté encima del centro de estos picaderos, se hace sumergir el dique hasta que el barco se apoye sobre los mismos; logrado esto, se para el descenso y se aproximan á la embarcación, sin tocarla, las cuñas de pantoque de los careneros y se sumerge otra vez el dique una cantidad algo menor que la quinta parte del calado medio, en cuya situación se afianza aquella fuertemente apretando las cuñas y se baja el dique la altura necesaria para que las cámaras de aire puedan pasar con facilidad por debajo de la quilla del buque depositado; sumergido á esta profundidad se traslada el dique, del mismo modo que antes, hasta ocupar el lugar de amarre, para estar en disposición de efectuar otra subida, ó se le levanta hasta dejarlo en su posición normal de descanso.

Intil es decir que al subir un barco en dique no na de estar escorado, es decir, ha de hallarse perfectamente horizontal en sentido transversal; si no es así, se hace corregir la desviación variando la posición de la carga en su interior ó por cualquier otro medio.

Cuando un buque quiere entrar en dique, el consignatario declara su tonelaje, porque es el dato que regula las tarifas para el servicio; para comprobarlo, si es preciso, se acude á los libros del Lloyd ó del Veritas, donde están consignadas las características y principales circunstancias de casi todas las embarcaciones; pero si por los calados que el barco tiene al entrar en la dársena, bien porque sean excesivos, bien porque



BUQUE SALIENDO DE LA DÁRSENA DE CARENADO DESPUÉS DE HABER EFECTUADO SU REPARACIÓN

sean diferentes de las otras ocasiones que utilizó el aparato, se presumiese que el peso es mayor que el declarado, por llevar exceso de carga no manifestada, queriendo evitarse así el pago de mayores sumas, el personal encargado procede á averiguar de un modo aproximado el tonelaje que corresponde al buque, utilizando al efecto la fórmula práctica.

$$T = E \times M \times C_m \times R;$$

en la que T es el número de toneladas, E representa la eslora del barco en metros, M la manga, también en metros; C_m el calado medio, tal como antes hemos indicado, esto es, la semisuma de los calados de popa y proa, asimismo en metros, y R

un coeficiente que varía según la forma ó secciones transversales del buque. Si éste es de quilla afilada puede tomarse $R = 0,50$, pero si la cuaderna maestra tiene forma de cajón, se ha de dar á R el valor 0,65 ó 0,67; el valor de R como término medio para los buques de forma corriente es 0,55, de suerte que aquella fórmula práctica será

$$T = E \times M \times C_m \times 0,55.$$

Aplicada á muchos buques de tonelaje conocido, nos ha dado un resultado bastante satisfactorio.

(Continuará.)

NOTA. Véase el número 2077.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Máquina para pavimentar, sistema Bayley.

La pavimentación y sus operaciones accesorias se han hecho siempre, hasta ahora, á mano; la máquina para pavimentar ideada por M. Bayley, de la que se ha construido un modelo para ensayos y cuya descripción hacen las *Engineering News* y reproduce *Le Génie Civil*, de donde la tomamos, permitirá, por el contrario, efectuar aquellas operaciones de una manera completamente automática, no siendo necesaria la intervención del hombre más que para abastecerlas de los elementos con que se ha de pavimentar y para girar dos manivelas (que pueden también reemplazarse por unas poleas movidas por correas).

Las figuras 1.^a á 3.^a representan la máquina en diferentes

posiciones. La manivela A de esta máquina mueve, por el intermedio de un piñón y de una corredera de cremallera a , una manivela b de forma de platillo triangular, que desempeña un triple papel:

1.^o Sirve para comunicar, por el intermedio de un paralelogramo, cuyos lados menores son c y d , y de un tope r , el movimiento á un balancín que lleva en su extremo de la derecha una caja destinada á recibir una fila o de bloques que han de colocarse, y en el otro un contrapeso n un poco menor para provocar la elevación de c .

2.^o Por el intermedio de una biela f y de una palanca g , transmite su movimiento de subida y bajada al «pisón de empedrador» h guiado por una bielilla k , y á la cual la manivela B