

80 libras. El aire comprimido suministrado por el compresor se utiliza para el funcionamiento de los contactores del control, areneros, silbato y elevación de los pantógrafos.

Las bombas de vacío son dos, de las que el motor correspondiente a la núm. 2 funciona normalmente a mitad de voltaje, por tener intercalada una resistencia en el circuito de alimentación. Únicamente en

el caso de querer efectuar con rapidez la evacuación del aire queda dicha resistencia en cortocircuito, y el mencionado motor, lo mismo que el núm. 1, que sólo entonces se pone en movimiento, marcha a pleno voltaje; esto se consigue llevando la palanca del freno a la posición de afloje total.

Los motores de las bombas funcionan también a 65 voltios, y su potencia a plena marcha es de 10 CV.

Algo sobre juntas de enlace entre secciones de los diques flotantes

I

La inmensa mayoría de los diques de este sistema se hallan constituidos por distintas secciones unidas entre sí, y ello es debido a las mayores facilidades de construcción que así se obtienen y a que de esta manera puede dicho aparato carenarse a sí mismo.

Las uniones generalmente adoptadas para este objeto se reducen en síntesis a un cosido de gruesos Pernos en todo el perímetro de los testeros de los costados o cajeros de las secciones del dique, con lo cual se consigue un enlace perfecto y *rígido*, altamente favorable esta última propiedad a la estructura de los buques, por la salvaguarda que ofrece contra posibles y peligrosos quebrantos de la misma; pero la constitución misma de dicha junta lleva consigo una dificultad grande y una lentitud no menor en las operaciones de armarla y desarmarla, lo que, aparte otros inconvenientes anejos a ella, hace que si, además de perseguirse las condiciones expuestas, se quiere utilizar el dique, ya en su totalidad, ya en fracciones, para adaptarse al variado tonelaje de los barcos y carenar simultáneamente los de reducido porte, deba desecharse dicha unión, buscando otra cuya maniobra exija poco tiempo y trabajo, conservando en lo posible las ventajosas garantías de la primera.

Así vemos que, cuando se proyectó y construyó la primitiva instalación de carenado del puerto de Barcelona, base primordial y más importante de la actual, constituida por tres secciones completamente análogas del sistema de dique flotante y deponente ideado por los ingenieros ingleses Clark y Stanfield, se establecieron entre ellas dos enlaces distintos, rígido y permanente uno, haciendo por completo solidarias dos secciones, la primera y la segunda; rápido, pero flexible el otro, para la unión circunstancial y frecuente de estas dos primeras con la tercera.

La elección de tales tipos de juntas, de condiciones y características bien diferentes, no obedeció en modo alguno a circunstancias arbitrarias, sino que, a tenor de lo indicado, fué debida y desde luego impuesta por el programa de trabajo a que se destinaba la referida instalación. En efecto, siendo la potencia ascensorial neta de cada sección de 2 000 toneladas, al pretenderse carenar buques de 4 000 y 2 000 toneladas simultáneamente, tonelajes los más frecuentes en aquella época, y utilizar además la potencia completa del sistema para la subida en dique de buques de 6 000 toneladas, se imponía el que dos

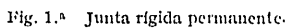
secciones estuvieran siempre unidas y permaneciera la otra libre, pero dispuesta siempre a ser unida a las demás con facilidad y rapidez, para no perder un tiempo precioso y un trabajo productivo en maniobras en cierto modo secundarias, con evidente perjuicio del más eficiente e intenso rendimiento del dique. Así, pues, para enlazar las dos primeras secciones se admitió la junta rígida permanente y, en cambio, para el segundo enlace, el tipo rápido que, por no haberse podido lograr la apetecida rigidez, tuvo que ser flexible, aunque, naturalmente, dentro de límites muy reducidos.

La precitada junta rígida permanente se halla formada por una prolongación de las planchas laterales, cubierta y fondo del costado en los frentes de cada sección, en una longitud, igual en cada una, a la mitad de la distancia que media entre dos pontonas consecutivas, reforzándose las cámaras así constituidas con cuadernas y riostras, de análoga manera que en la estructura del costado del dique. El borde de cada una de dichas cámaras va provisto interiormente en todo su contorno de un angular remachado a las planchas por una doble hilera de roblones, cuyo canto libre se halla perforado en una serie de agujeros para la introducción de los *pernos* de unión, interponiéndose entre los dos marcos de angulares un cordón de caucho que, al ajustar los pernos, se aplasta, formando una junta estanca. En el exterior se disponen dos pequeños trozos de angular remachados igualmente a las planchas del costado y dotados también de agujeros en su ala libre para los pernos de la junta, obteniéndose así un refuerzo a la misma y, sobre todo, una guía muy útil para cuando, al armar la junta, las dos secciones se ponen en contacto (fig. 1.^a).

Asegura la Casa Clark y Stanfield que esto mismo, con muy ligeras modificaciones, es el tipo de junta que viene generalmente usando en sus diques, con un resultado tan satisfactorio que «no ha habido necesidad de mejorarlo». De acuerdo por completo con esta conclusión, durante el larguísimo plazo que ha estado en funciones la referida junta rígida permanente, no se ha registrado el más ligero defecto, habiendo cumplido siempre con éxito completo la misión que tenía encomendada; la resistencia de esta junta a toda clase de esfuerzos era exactamente igual a la que pueda ofrecer una sección cualquiera del costado del dique; en cambio precisa insistir sobre el hecho de que el único inconveniente positivo y capital de dicho medio de enlace consiste precisa-

que ofrecía la junta rígida permanente; pero sí la suficiente para la mayoría de los casos.

Este tipo de junta está también caracterizado por la pequeña *flexibilidad* que ofrece, y resultan interesantísimas las consideraciones hechas por la mentada Casa acerca de este extremo: «El *desideratum* que debe buscarse en una junta de esta clase es, no sólo que sea fuerte y pueda hacerse con rapidez, sino también que al desarmarla, y antes que su fuerza se



La primera junta de este género verdaderamente satisfactoria fué la del dique de Hamburgo, perfeccionándose después en el de Fleusburg y mejorando todavía más en el de Barcelona. En ninguna de ellas se logró una resistencia a la flexión equiparable a la

En el caso de hacer una unión, es muy fácil colocar las dos secciones separadas cada una a un mismo nivel de aquélla, y entonces juntarlas; pero cuando están unidas rigidamente, no puede decirse con certidumbre, a menos de recurrir a una operación pesada de medir la cantidad de agua de cada compartimiento separado, si ambas secciones se encuentran en las mismas condiciones de flotación o si no

se mantienen mutuamente en una posición que no es la correspondiente a ninguna de ellas.

Es sencillo, en efecto, imaginar el caso de que una sección, conteniendo más agua que la otra, se hunda por su mayor peso, mientras que, al mismo tiempo, se soporta a sí misma en igual medida. Si, en este caso, se deshiciera repentinamente la junta, cada sección tomaría al instante su propia flotación, esto es, la una se elevaría y la otra se hundiría. Si para esta junta se emplearan pernos, es evidente que no habría ningún movimiento hasta que se hubiesen retirado todos, y entonces las dos secciones se separarían bruscamente o, lo que es más probable, mucho antes de que se hubiesen retirado los últimos pernos, hubieran sido ya rotos por los esfuerzos desiguales. Esto es exactamente lo que sucede cuando se desunen dos estructuras separadas que dependen mutuamente la una de la otra, y todas las precauciones deben emplearse para evitar ese resultado.

Cuando no fuese cuestión del tiempo que deba emplearse, podría fácilmente evitarse eso; por ejemplo: podría vaciarse completamente cada sección, del agua que contiene, y es seguro que todas flotarían a un mismo nivel. Pero en el caso de una junta rápida, no hay ni tiempo para ese procedimiento ni para ningún cálculo; y la forma de junta adoptada se llama flexible porque, por una ligerísima deformación, puede al instante indicar en qué posición la sección va a colocarse. En el momento en que se conoce en qué dirección la sección va a moverse, es la cosa más sencilla para el ingeniero el corregirla por medio de sus válvulas; pero el sólo peligro en todas las otras formas de juntas reposa en el hecho de que no hay medios de conocer qué acción tiene lugar hasta que algo se rompe. Con la junta adoptada, el único movimiento permitido o, por mejor decir, indicado, dada su pequeñez, es una ligerísima curvatura del plano horizontal. Esto es, ningún esfuerzo puede producirse sin que se indique de la manera más distinta, permitiendo su rápida anulación, y sin que pueda perjudicar, en consecuencia, a la seguridad del dique.

Aparte la ventaja que presenta esta forma de junta para su desarme, tiene otra no menos importante, cual es la de evitar en absoluto el peligro que suelen ofrecer todos los diques de gran longitud, por la aminoración, en sentido de la misma, de su resistencia dinámica.

Es evidente, en efecto, que toda la resistencia longitudinal del dique reside en el costado o costados. La altura de éste es constante; pero, al aumentar su longitud, también crece el esfuerzo resultante de cualquier variación en la potencia ascensional. Con la junta rígida no hay medio de conocer qué esfuerzo se desarrolla hasta que alguna pieza se rompa; pero con la junta flexible, cualquier tendencia del dique a su rotura se indica en seguida y puede ser inmediatamente rectificada.

En suma, la gran dificultad con todas las juntas rígidas está en el hecho de que no se conoce lo que pasa hasta que algo se rompe. Precisa, sin embargo, advertir que en los diques más modernos se establecen aparatos ópticos o flexímetros especiales para salvar o amenguar la indicada dificultad; pero su cometido se reduce a la percepción de las deformaciones de conjunto, lo que permite corregirlas en lo posible, modificando los esfuerzos ascensionales de las secciones con la variación del lastre de agua de las mismas, pero no equilibrarlas lo suficiente para evi-

tar roturas en la desunión, que, por lo demás, lo mismo que la unión, resulta sumamente larga y penosa.

La junta rápida flexible ideada y aplicada al dique de Barcelona, en virtud de las anteriores consideraciones, ofrece una constitución tan sencilla como acertada y se halla formada por los elementos siguientes: *dos engranes* de recios y largos dientes de fundición, sujetos, mediante fuertes cajas de palastro y angulares, al paramento del testero del costado del dique, uno a ras de cubierta y el otro por bajo el nivel ordinario de flotación; ambos engranes se oponen a todo movimiento transversal de una sección con respecto a otra y constituyen una guía eficazísima para armar la junta; *una articulación* de consolas contrapuestas de fundición fijadas a una caja semejante a las anteriores, que va a su vez unida al citado testero, frente al empotramiento de las pontonas; dicha articulación, por la forma de las consolas, sólo contrarresta acciones verticales, y permite un pequeño giro alrededor de un eje horizontal que pasa por su centro, tendiendo a separarse en cuanto actúan fuerzas horizontales; es sumamente sencilla y robusta, oponiéndose a todo movimiento ascensional entre las secciones enlazadas; cierra y completa la unión, imposibilitando toda traslación horizontal de las secciones, el par resistente constituido por una serie de tensores arriba y dos brazos o grilletes articulados a la altura del plano de contacto de las consolas.

Los tensores ofrecen la particularidad esencial a este tipo de junta, de actuar como muelle o resorte, permitiendo un ligero juego horizontal en ambos sentidos, que da una pequeña flexibilidad a la unión, y por las deformaciones consentidas acusa los movimientos entre las secciones que es necesario compensar con la variación del lastre, a fin de evitar diferencias excesivas en la flotabilidad de las mismas y equilibrarlas en el momento de la desunión. Son seis, y están formados cada uno por una barra redonda de acero encajada en soportes de fundición situados en una y otra sección; pero dicha barra no actúa directamente contra dichos soportes, sino que lo hace interior y exteriormente mediante unos discos macizos de caucho interpuestos entre un tope fijo y atravesado por ella y el soporte. De esta manera, y a medida que la junta se abre o cierra, aquellos discos se comprimen y ofrecen una resistencia ligera en un principio, pero creciente siempre hasta elevado límite.

Los brazos o grilletes inferiores son también de acero y se hallan situados a ambos lados de los frentes del dique, coincidiendo el eje de articulación de los mismos con el de las consolas; uno de sus extremos se sujeta, por medio de una articulación de eje vertical, al costado de una sección, y el otro lleva un cajetín rectangular que se introduce en un chavetero fijo al costado de la otra sección y se afianza con cuñas de acero (fig. 2.^a).

Al terminar esta descripción, a grandes rasgos, de la junta rápida flexible, conviene observar, como punto de gran importancia, que todas las partes esenciales de la misma están situadas sobre la línea normal de agua del dique. El interés capital de esta disposición no puede dejar de tenerse muy en cuenta, puesto que cualquier sistema de ganchos, cuñas o lo que sea que se emplee debajo de la línea de agua quedará, en muy breve plazo de tiempo, tan incrustado de conchas, mariscos y de algas, que no habrá

posibilidad de un buen ajuste, exigiendo el empleo de buzos para limpiarlos continuamente.

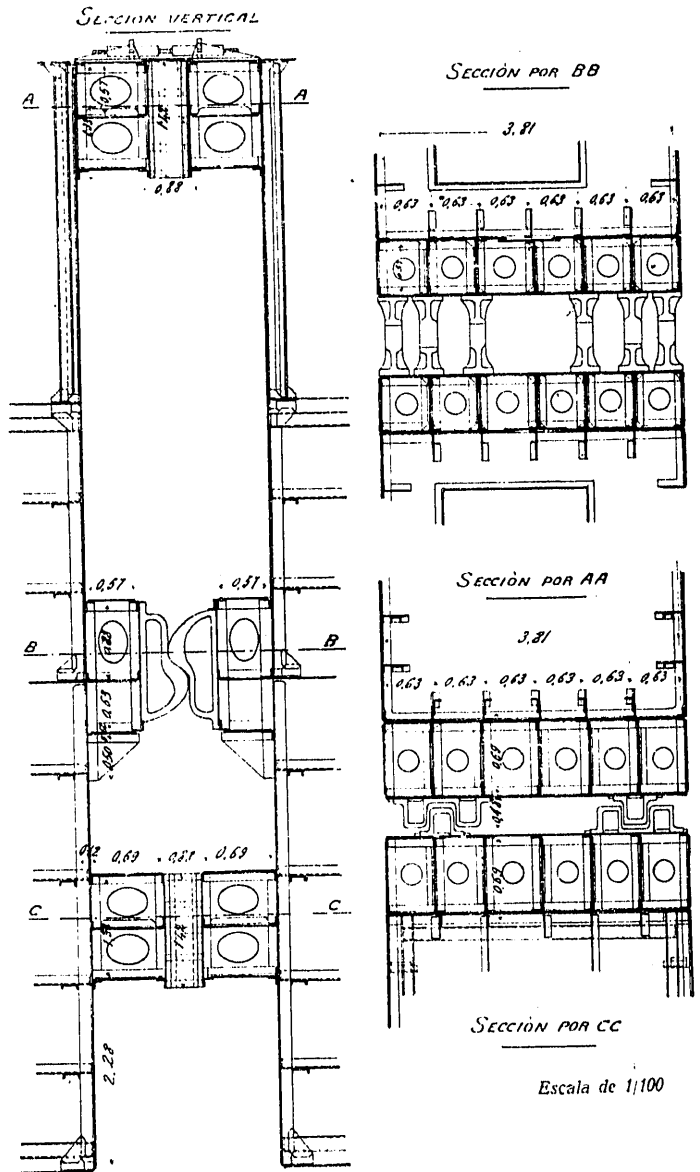
Esta junta rápida flexible funcionó perfectamente durante el largo transcurso de años que precedieron a la resolución de agregar a la instalación de carenado una nueva unidad semejante en todo a las ya existentes. Motivó la adquisición de una cuarta sección del dique, la necesidad imperiosa de contar con un elemento que permitiera, supliéndolas sucesivamente, el arreglo de las tres primeras secciones, sin alterar las condiciones normales de trabajo y sin causar la menor estorsión a los servicios establecidos y acostumbrados, además de conseguir, una vez realizadas estas ineludibles reparaciones, aumentar considerablemente la potencia, capacidad y eficiencia del dique.

En aquella ocasión se asignó, después de muy detenidas y prolijas consideraciones, una posición fija y determinada de trabajo de la nueva sección con respecto a las demás, cual era la contigua a la tercera, y, al tratar de elegir un medio de enlace entre ambas, se pensó, con excelente criterio, arbitrar una junta que añadiera, a las buenas condiciones de rapidez de maniobra, una mayor rigidez, muy conveniente a las estructuras navales. Claro está que con esta solución, y aun contando con llegar al fin propuesto, resultaban completamente distintos los tres medios de unión entre las cuatro secciones del dique, y ello constituía un gravísimo inconveniente, pues impedía en absoluto toda clase de combinación de las mismas para acomodarse a las variadísimas exigencias del servicio y a las muy distintas condiciones de tonelaje y forma de los buques que entraran en dique.

A pesar de ello, prevaleció la idea apuntada y se estudió y construyó un tipo de junta rápida rígida que se apartaba mucho del correspondiente a la rápida flexible existente; aquella se hallaba constituida por dos engranajes formados por fuertes cajas de palastro adaptadas, respectivamente, a la parte inferior y superior del testero del costado de las secciones tercera y cuarta, y verificándose la unión mediante recios pernos o pinzotes que, saliendo horizontalmente de la caja central de engrane, atravesaba las dos laterales correlativas de la sección hermana, lo que formaba dos verdaderos cerrojos, esencia y base de la solución ideada. Dejando aparte la resistencia mayor o menor de dichos cerrojos, no cabe duda que el sistema elegido adolecía desde luego del grandísimo inconveniente de exigir para la maniobra de los pinzotes un mecanismo complicado y lento, agravado enormemente en el cerrojo inferior, por hallarse contenida en una caja constantemente sumergida en el mar. Esta circunstancia, aparte de las dudas que inspiraban la perfecta confrontación de los distintos orificios de los cerrojos al armar la junta, motivó la adición de importantes elementos propios de la junta rápida flexible, esto es, el juego de consolas y los brazos horizontales situados a la altura de las mismas, así como los tensores colocados en la cubierta del costado del dique. Bien valió esta decisión que, por otra parte, no llevó consigo la menor alteración del precio de la obra, pues con ella, y gracias a que las cajas de palastro juegan un papel completamente idéntico al de los dientes de fundición de la junta rápida flexible, se obtuvo en realidad un tipo de junta mixta que, en caso necesario, podía actuar como rápida flexible, aunque incapaz de hermanarse con la primitiva de igual clase. La

maniobra del cerrojo resultó, en efecto, difícilísima, y sólo pudo lograrse, previos grandísimos cuidados de limpieza y engrase, imposibles de guardar durante los períodos ordinarios de servicio, reservando la utilización de este enlace, y aun simplificado y reducido notablemente, cuando precisa la unión a largo plazo de las dos últimas secciones del dique.

Durante la construcción de la nueva sección, y cuando ésta tocaba a su término, pensando en utilizarla sin demora una vez lista, a fin de proceder



de todos los enlaces entre las secciones del dique, con el plausible y elevado objetivo de alcanzar con ellas las mayores facilidades y el más grande rendimiento en el servicio de carenado. Así se hizo, en efecto, y dotada la cuarta sección de una semijunta rápida flexible, lo mismo que el testero libre de la primera, se puso en servicio aquélla, retirándose la tercera para someterla a una reparación completa y extensa.

Trabajando juntas las secciones primera, segunda y cuarta, se continuó observando el mejor resultado en el funcionamiento del indicado tipo de junta. Esta circunstancia afianzó más el propósito, ya expuesto, de reducir a este tipo todos los enlaces entre las unidades del dique; pero téngase muy presente, para lo que después sobrevino, que con la nueva combinación de secciones en servicio no se alteraron en lo más mínimo las condiciones de trabajo del sistema, pues si antes se hallaba integrada la instalación de carenado por las secciones primera y segunda unidas por la junta rígida permanente y la segunda con la tercera mediante una junta rápida flexible, en el nuevo estado de cosas seguían las dos primeras secciones enlazadas con la misma junta rígida permanente, y eran la primera y la cuarta las que se unían con una junta rápida flexible.

Duró esta situación sin el menor incidente hasta que, terminada la reparación extraordinaria de la tercera sección, quedó esta última hábil nuevamente para el servicio y, en cuanto se ofreció ocasión propicia, se llevó a cabo con toda felicidad la operación delicada de desunir la junta rígida permanente, separando, por vez primera desde su construcción, la primera sección de la segunda y retirando la primera, que ofrecía un estado de conservación peor que el de la otra, para someterla a iguales trabajos de reparación que la tercera.

Circunstancias muy dignas de tenerse en cuenta, surgidas entonces en la explotación del dique, constituido por las secciones segunda, tercera y cuarta, motivaron vacilaciones acerca del completo acierto en la elección del tipo de junta rápida flexible, como único medio de unión entre las secciones de dicho aparato.

Nada de anormal ocurrió durante el principio de hallarse en servicio activo las tres últimas secciones citadas; pero aquí conviene advertir que las condiciones de enlace variaban, por vez primera, ya que las tres unidades se enlazaban mediante *dos juntas flexibles*: la *rápida flexible* entre la segunda y tercera, y la *rápida rígida*, actuando como *rápida flexible*, entre la tercera y cuarta.

Cuando llevaba el sistema así formado un plazo considerable de funcionamiento indiscutiblemente perfecto, en ocasión de subir determinados barcos, se produjeron averías nunca ocurridas en las juntas de enlace; al principio se atribuyó a una falsa maniobra o a un exceso de confianza del personal; pero la repetición, en breve tiempo, de semejantes incidentes, estando la dotación en guardia y atenta a lo que pudiera suceder, hicieron desear esta hipótesis.

Las averías producidas afectaban siempre a los tensores de la parte superior de la junta y a los bra-

zos situados en la articulación de consolas, rompiéndose los distintos elementos y piezas que los integraban y comprometiendo seriamente la seguridad del conjunto de barco y dique. No siendo admisible ni por un momento la grave amenaza de semejante peligro, precisa consignar que inmediatamente se alejó toda probabilidad de accidente enlazando las secciones con fuertes cables de acero de manera que, si fallaba la junta rápida flexible, quedarán, a pesar de ello, enlazadas las secciones, según un procedimiento primitivo y rudimentario si se quiere, pero admitido y empleado como *único* en la unión de las secciones de muchos diques, especialmente en los llamados seccionales en Norteamérica.

Este recurso salvaba la situación de momento; pero no resolvía de ningún modo el grave problema planteado, pues, sin contar con el tiempo enorme exigido por su aplicación, daba al enlace una flexibilidad excesiva que, aunque admitida, como se ha indicado, en importantes puertos del mundo, es preciso evitar siempre tanto como se pueda.

Si se rompieron piezas importantes de las juntas rápidas flexibles, es que, lógicamente, éstas experimentaron esfuerzos muy superiores a su resistencia, esfuerzos que, en realidad de verdad, no hubieran debido producirse, pues precisamente la pequeña flexibilidad de este tipo de unión *obedece* a la importantísima misión de *acusar* la *iniciación* y *sentido* de tales esfuerzos, a fin de *corregirlos* sin demora, variando convenientemente el lastre de los compartimientos estancos de las pontonas y costado de las secciones.

Desechada por completo la idea de no haberse realizado a tiempo dicha maniobra, ¿a qué atribuir tales efectos cuando, en más de veinte años de servicio activo del dique, jamás se produjo la más pequeña avería en estas juntas?

La supresión de la antigua junta rígida permanente, alterando profundamente el sistema de enlaces, contribuyó de una manera indudable a ello, pues, aparte de la cualidad de rigidez de este tipo, siempre ventajoso para los buques, ofrecía una *resistencia a la flexión*, igual a la correspondiente a una sección cualquiera del costado, *inmensamente* mayor que la relativa a la junta rápida flexible.

Por otra parte, la aparición inusitada de una distribución de cargas sumamente irregular y desfavorable, originando en las juntas esfuerzos muy superiores a la resistencia de las mismas, *sin dar tiempo a neutralizarlos* con las atinadas maniobras y rápida actuación del personal, constituyó la causa activa de las averías ocurridas en las indicadas juntas.

En otros términos, la junta rápida flexible, elegida para generalizarla como único elemento de enlace entre las secciones del dique por sus relevantes cualidades, una vez aplicada exclusivamente a la unión de tres unidades de carenado, a pesar de acusar con exactitud, y gracias a su flexibilidad, los esfuerzos que en ella se desarrollan, *no ofrece la suficiente resistencia*, para dar lugar a corregir con las variaciones de lastre los indicados esfuerzos, *antes de que sobrevenga la rotura* de importantes elementos de dicho enlace.