

de la riostra contra los rebordes de la zapata y contra el orificio exterior.

Para este arriostamiento, se ha preferido la madera al hierro, porque se temía que con el tiempo, por consecuencia de la destrucción de estas riostras por el agua del mar, se produjesen perforaciones.

Debajo de la rama ascendente, el sifón fué provisto de un ensanchamiento en forma de cubeta *r*, destinado á recibir el tubo de aspiración para el vaciado completo del agua antes de la introducción del mortero. Para evitar que el agua permaneciese en la parte anular, se tuvo cuidado, por otra parte, de preparar una ligera pendiente hacia la cubeta.

Los tubos fueron construidos en un taller al aire libre. La parte horizontal del sifón de mayor diámetro se componía de tres partes obturadas en sus extremidades por medio de taponos de madera para su colocación en el agua. Esta se efectuó exactamente lo mismo que si se tratase de botar un barco. Las partes ascendentes inclinadas se unieron á los extremos de las partes horizontales en cala seca; el conjunto fué en seguida remolcado hasta el punto en que no se temía molestar á la navegación. La unión en su sitio de las partes hasta entonces separadas se efectuó por medio del «cajón sueco»; una caja de madera, de la cual dos lados están recortados siguiendo con exactitud la forma exterior del tubo, se lleva alrededor de éste, de modo que las dos extremidades que hay que unir vengan á descansar en estas cortaduras. Se calafatea groseramente y la caja se vacía en seguida; la presión del agua basta, por lo demás, á mantener estos cajones aplicados sobre el tubo; los extremos se unen por medio de remaches ó de pernos, donde es imposible remachar.

Las partes ascendentes del sifón fueron elevadas, llevando cada extremidad entre dos grandes pontones sólidamente unidos y soportando cabrias. Á todo lo largo de la parte horizontal del futuro sifón se amarraron toneles vacíos en cantidad tal que su fuerza ascensional correspondiese sensiblemente al peso total del sistema. Se tomó esta disposición para impedir el descenso demasiado rápido en el momento de la inmersión en su sitio; el tubo vendría á llenarse de agua y á fin de poderlo levantar fácilmente si venía á ocupar una falsa posición.

En tanto que se tomaban estas medidas se dragaba el emplazamiento que debía ocupar el sifón.

Las piezas constitutivas de la obra eran llevadas á remolque al punto deseado, donde comenzó la inmersión llenando de agua el interior, así como el espacio anular. Á medida que se verificaba el descenso se aflojaban los cables de las extremidades del tubo. Los talleres de las dos orillas estaban, por otra parte, unidos á una comunicación telefónica. La operación se efectuó sin dificultad digna de mención y no duró más que seis horas y media.

El sifón, habiendo sido colocado en seguida en su lugar se llenó el surco por medio de arena y, más tarde, fué recubierto todo por una capa de hormigón, echado en sacos, de 0<sup>m</sup>.30 milímetros de espesor, de modo que constituía una protección mecánica suficiente contra las caídas de anclas ú otros objetos pesados.

Fácilmente se comprende que la introducción del cemento en el sifón era una operación delicada; para realizarla con éxito, debía ser ejecutada de una sola vez y de manera que se asegurase la salida completa del aire, á fin de evitar las venteaduras.

Después de una serie de experimentos, se reconoció que convenía tomar por lo menos una proporción, su peso, de 30 de agua por 100 de cemento, con objeto de obtener una masa bastante plástica y que no rezumase demasiado. Sin embargo, la masa así constituida contenía todavía un excedente importante de agua que debía separarse en el momento del fraguado. Una introducción del cemento de ensayo, efectuada al aire libre, demostró que en toda la periferia el cemento formaba una masa compacta y bien homogénea; pero en la parte superior, y hasta una profundidad de 2 ó 4 centímetros, existía un espacio de venteaduras, debidas á la presencia del agua en exceso y del aire

arrastrado. Para contrarrestar este efecto, se había descentrado las dos paredes del tubo, 5 centímetros (figuras 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup>), á fin de obtener en esta parte superior, debajo de la región defectuosa, un espesor en buen estado igual al de la parte inferior.

Por lo demás, se había tenido cuidado cada 10 metros de adaptar tubos de salida de 8 centímetros de diámetro, destinados á permitir el escape del aire y del agua hacia la superficie por conductos de caucho sujetos á boyas.

Así como lo había demostrado el ensayo en un tubo de 10 centímetros de diámetro y de 50 metros de longitud, una muy débil presión bastaba para producir la introducción del mortero de cemento.

Se trató primero de emplear el cemento puro; pero se temía que el fraguado diese lugar á una elevación de temperatura excesiva, la cual, en caso de retardo imprevisto en las operaciones, hubiese acelerado demasiado este fraguado. Por esta razón, se decidió emplear en la obra arena-cemento, que se componía de partes iguales de cemento y de arena molidos juntamente y después tamizados.

En una de las extremidades del sifón se dispusieron ocho grandes cubetas de cemento de 5<sup>m</sup>.30 de diámetro, provistas de amasadoras movidas por siete automóviles. Del fondo de cada cubeta partía una reguera, por donde el mortero de las diferentes cubetas venía á encontrarse en un punto común para ganar en seguida el espacio anular del sifón.

Amasado perfectamente el cemento en las cubetas, se abrieron los agujeros de desagüe y en hora y media quedó lleno el espacio anular del sifón.

Los tubos de desagüe funcionaron con perfección y el fraguado se realizó en las mejores condiciones.

El sifón de Langrebo ocasionó gastos por valor de 344 000 francos, de los cuales 42.000 se emplearon en instalaciones provisionales.—O.

## JUNTA HIDRÁULICA PARA ÁRBOLES DE TURBINAS DE VAPOR

La impermeabilidad de las juntas entre los árboles de las turbinas de vapor y sus envolventes se asegura generalmente por piezas acanaladas fijadas en los árboles, y girando, con un poco de juego, en cojinetes fijos é igualmente acanalados. Aquellas piezas y estos cojinetes forman lo que se llama una junta de laberinto. El principal inconveniente de este tipo de juntas es el de ser muy embarazoso y exagerar la longitud de las turbinas.

La junta para árbol de turbina, construida por la Brush Electrical Engineering C.<sup>o</sup>, de Loughborough (Inglaterra), de la cual damos el dibujo, evita este inconveniente; permite acortar notablemente las turbinas y parece poder asegurar una impermeabilidad equivalente, por lo menos, á la de la junta en laberinto.

El árbol *c* de la turbina (fig. 1) pasa con un juego de 3 ó 4 milímetros en un collar solidario de la envolvente *a* de esta turbina. Este collar lleva un anillo ajustable *b* taladrado por dos conductos radiales, á los cuales vienen, del exterior, á terminar, dos tubos *d* y *e* (fig. 2). Por sus extremidades abiertas estos tubos *d* y *e* penetran en un compartimiento anular I-II formado por un anillo acanalado *f*; asegurado con pernos sobre el cuerpo *g* de la turbina. En fin, el interior de este compartimiento está dividido en dos cámaras I y II por un saliente en disco del *b*, y en cada una de aquellas cámaras están dispuestas, de una y otra parte de este disco, un cierto número de paletas radiales que dejan entre sí, como se comprende, el paso libre que le es necesario.

Se hace llegar por el tubo *b*, al hueco del anillo *f*, agua ú otro líquido, el cual se encuentra bien pronto arrastrado por el movimiento de rotación del cuerpo *g* de la turbina, por las paletas radiales de este anillo *f*. La fuerza centrífuga desarrollada por este movimiento aplica, por consecuencia, este líquido con

tra el fondo de los dos compartimientos I y II de modo que obtura el paso existente entre el disco de *b* y este fondo.

El compartimiento I del anillo *f* está en comunicación directa con el aire exterior, por el juego de 3 ó 4 milímetros existentes entre *c* y *b*, en tanto que el compartimiento II está en relación

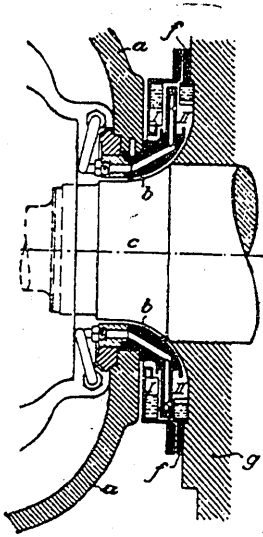


Fig. 1.ª

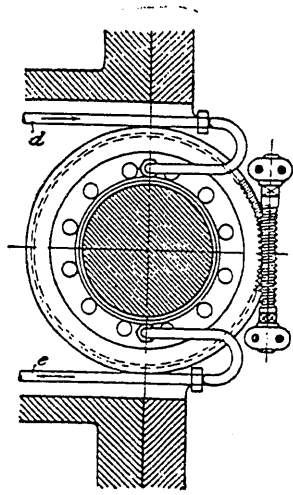


Fig. 2.ª

con el interior de la turbina. El paso obturado por el líquido introducido en el anillo *f* es, pues, la sola comunicación posible entre la atmósfera y el interior de la turbina, en el punto en que el árbol atraviesa la envolvente.

Bajo la acción de la presión ó de la depresión que predomina en el interior de la turbina se produce naturalmente un desnivel del líquido entre los dos compartimientos I y II con relación á su fondo común, pero este desnivel es muy débil para diferencias de presión relativamente considerables; la fuerza centrífuga interviene, en efecto, en un sentido tal que tiende á restablecer la igualdad entre los dos niveles y á contrarrestar la acción de esta diferencia de presión.

El líquido introducido en el anillo *f* es agua generalmente, pero se puede también introducir aceite. El exceso del líquido es eliminado por el tubo de vuelta *e*.

La disminución de la longitud de la turbina debida al empleo de esta junta hidráulica es considerable, en la mayor parte de los casos; se evalúa en 1<sup>m</sup>,20 para una turbina de 1.000 caballos. Esta junta tiene además la ventaja de mejorar las condiciones en las cuales se hace el enfriamiento del árbol.—O.

## EQUILIBRIO DE APARATOS FLOTANTES Ó SUMERGIDOS

### CONTENIENDO AIRE COMPRIMIDO

El *Génie Civil* de 25 de Mayo último publica un artículo muy interesante acerca de las condiciones especiales en que se hallan ciertos aparatos flotantes ó sumergidos, por el hecho de introducir aire comprimido en ciertas partes de ellos, para expulsar el agua y modificar su emplazamiento. Tal es el caso de la campana de los buzos y de los cajones empleados en la ejecución de las cimentaciones al aire comprimido.

Si en un flotador cuyo plano medio *ZZ'* es vertical se admite una carga líquida de nivel horizontal *AB* paralela á la línea de flotación *FL*, el centro de gravedad es *g<sub>0</sub>* (fig. 2.ª); inclinándose el flotador un pequeño ángulo  $\alpha$ , el nivel vendrá á ser *A'B'* paralelo á la nueva línea de flotación *F'L'*, y el centro de gravedad pasará á *g<sub>1</sub>*. Se sabe que si el ángulo  $\alpha$  es pequeño, la vertical de *g<sub>1</sub>* enconorará al eje *ZZ'* á una altura *g<sub>0</sub>m*, cuyo va-

lor es igual á  $\frac{I}{V}$  que representa el cociente del momento de inercia con relación al eje proyectado en *O* medio de *AB*, de la superficie superior de la carga líquida, por el volumen de ésta. Resulta que desde el punto de vista de la determinación del centro de gravedad general de los pesos, la carga líquida obra como si su centro de gravedad se encontrase en *m* en lugar de estar en *g<sub>0</sub>*, del mismo modo que la vertical del centro de empuje del

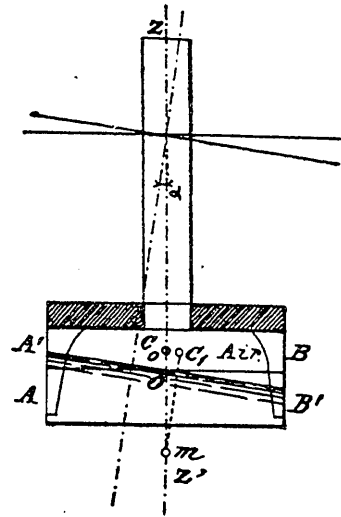


Fig. 1.ª

flotador, primero en *C<sub>0</sub>* puede considerarse como pasando al metacentro *M*, sobre la vertical de *g<sub>1</sub>*.

Del mismo modo, en cuanto á la campana de la figura 1.ª; la superficie *AB*, que limita primero el volumen de aire cuando *ZZ'* es vertical, vendrá á ser *A'B'* cuando el aparato haya tomado la inclinación  $\alpha$  y el centro de empuje de este volumen, primeramente en *C<sub>0</sub>* pasará á *C<sub>1</sub>*. Si se traza la vertical de este último punto hasta su encuentro en *m* con el plano medio *ZZ'*, es en

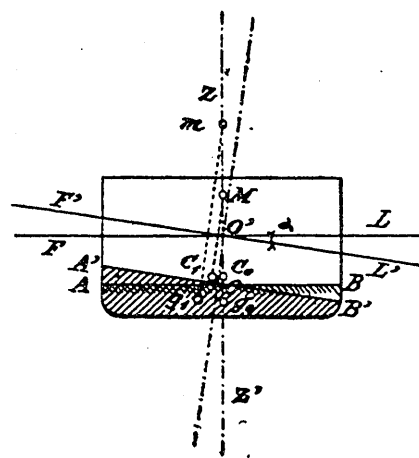


Fig. 2.ª

este punto donde deberá considerarse situado el centro de desplazamiento y no en *C<sub>0</sub>*, centro de gravedad real del volumen de aire, para componerse con las otras porciones del desplazamiento del conjunto. Esta consideración modificará las posiciones relativas del centro de gravedad y del centro de desplazamiento, centro de carena, desde el punto de vista de las condiciones de estabilidad.

Para obtener el punto *m*, se hallará el cociente  $\frac{I}{V}$  del momento de inercia de la superficie *AB* con relación al eje *O*, por el volumen de aire encerrado en el recipiente.

El artículo suministra algunos ejemplos como aplicación de