

“Otra solución propuesta para el dique de  
Cádiz”

Eduardo Torroja Miret

*Revista de Obras Públicas* vol. 79, nº 2.567,  
febrero de 1931, pp. 76-78



## Otra solución propuesta para el dique de Cádiz

Habiendo renovado la pluma del Sr. Entrecanales el interés por la obra del dique de Cádiz, con las variaciones introducidas en su construcción y con los éxitos obtenidos, creo interesante dar una breve noticia sobre otra solución de cajones propuesta en el proyecto y que, por no haberse llevado a la práctica, ha quedado encerrada entre carpetas, conocida solamente por el reducido número de técnicos que intervinimos en el asunto.

La diferencia esencial entre la solución adoptada y la propuesta consiste en hacer las células abiertas, economizando así en material y en mano de obra.

«Cada cajón está dividido en once células, quedando la solera formada por una losa inferior de 20 cm de espesor y doce contrafuertes de 3,50 m de altura, espaciados 3 m entre ejes.

«El espacio comprendido entre estos contrafuertes ha de rellenarse de arena, después del fondeo, y recubrirse con una nueva losa de hormigón armado, obteniendo así el peso, la rigidez e impermeabilidad, que son las propiedades que ha de tener esta solera.

«Los muros están formados, análogamente, por una pared interior vertical de 20 cm de espesor, arriostada por contrafuertes espaciados 3 m.

«El mismo terraplén al que sirve de contención esta pared apoya sobre las zarpas del muro y ayuda así a su estabilidad.

a las cámaras estancas que quedan en los extremos.

«Al terminar este primer período, la estabilidad de forma es grande y estará asegurada por estas cámaras estancas extremas.

«El segundo período de inmersión se obtiene dando entrada al agua en la mitad de las cámaras bajas del muro, con lo cual la estabilidad de forma es todavía suficiente.

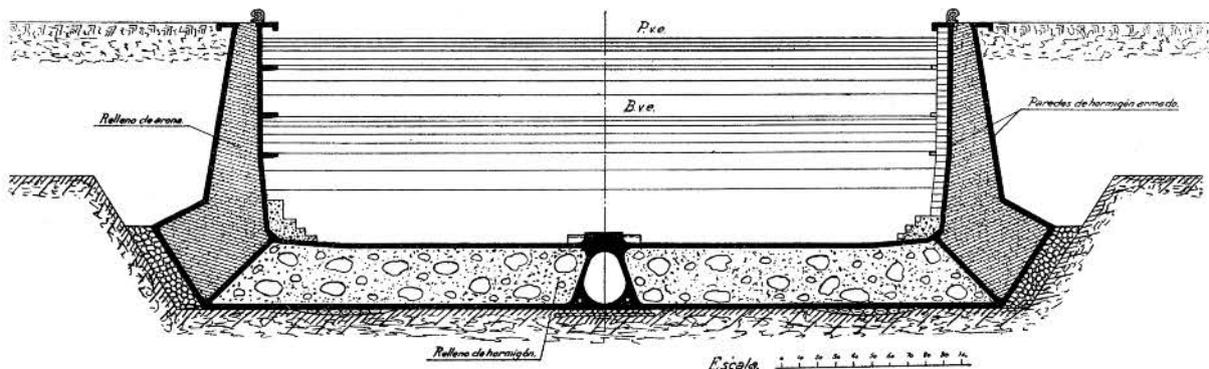
«Cuando el agua alcance 5 m de altura en las cámaras y el calado total del cajón es de 9 m, se obtiene ya estabilidad de peso.

«No hay, por tanto, inconveniente en dar entrada al agua en la otra mitad de las células, pues el cajón sigue siendo estable y con una estabilidad absoluta en cualquier posición escorada que pueda tomar.

«El fondeo se verifica con toda la lentitud que se quiera, regulando la entrada del agua en estas cámaras, y si el asiento sobre el fondo no fuere en el lugar exacto de su emplazamiento, bastaría cerrar estas aberturas y agotar ligeramente las cámaras para ponerle de nuevo a flote.

«Una vez fondeado, el forro de madera se quita con suma facilidad.

«La estructura, como se ve en el cálculo, necesita muchos menos espesores y menores cuantías de hierro, puesto que las cargas que soportan las losas y tabique son mucho menores, ya que las células de la solera se rellenan todas simultáneamente y con una



Sección transversal del cajón de doble pared

«Parece, a primera vista, que estos cajones han de tener difíciles condiciones de flotación y de estabilidad naval durante la maniobra marítima; sin embargo, esto no es así, porque este fondeo se puede realizar con la misma seguridad que los de pared doble, en la forma siguiente:

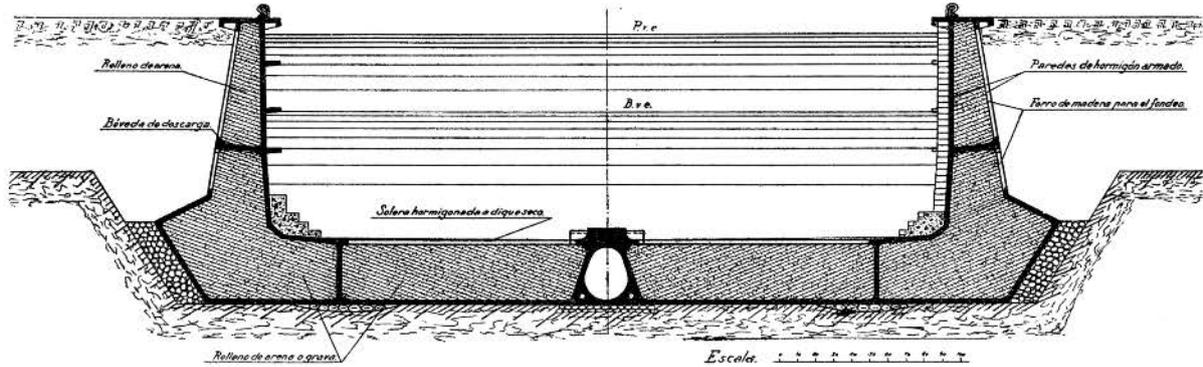
«Una vez terminado el cajón, flota con dos metros de calado solamente y con una estabilidad muy grande, por ser el área de flotación enorme y no tener flotaciones internas. En este momento se colocan forros de madera calafateada en las paredes verticales, apoyando en los bordes exteriores de los contrafuertes, y con esto se obtienen dos cámaras de flotación formadas por los dos muros del cajón.

«Después de esto, puede darse entrada por el fondo al agua en la solera, y cuando el calado alcanza sensiblemente los 3,50 m de altura de esta solera, estará ya completamente llena y el cajón flotará gracias

diferencia de carga de agua, a un lado y a otro, pequeña, y las células de los muros sufren también desigualdades de carga mucho menores que en el caso de mantener agotadas las células después del fondeo, con objeto de hacer su relleno. Además, este relleno es mucho más barato, primeramente, porque el material es exclusivamente arena, y segundo, porque el vertido de esta arena puede hacerse directamente con gánguiles, sin necesidad de agotar el cuenco.

«Una vez terminado el relleno de los cajones y cogidas las juntas con hormigón sumergido, puede colocarse el barco-puerta, agotarse completamente el dique y hacer entonces el refino de las superficies interiores y el tendido de la losa de hormigón de la solera.»

La economía que representa esta solución hace bajar el presupuesto de ejecución de la estructura en la solución B de 8 000 000 de pesetas, a 5 500 000, y



Sección transversal del cajón de pared sencilla

es debida, principalmente, a las siguientes causas:

- 1.<sup>a</sup> Supresión de una parte de las paredes de células.
- 2.<sup>a</sup> Sustitución del relleno de hormigón por otro de arena, grava o tierra.
- 3.<sup>a</sup> Disminución de la presión hidrostática que ha de soportar la solera desde 16 toneladas por metro cuadrado a 3,5 toneladas por metro cuadrado.
- 4.<sup>a</sup> Supresión de las flexiones en los contrafuertes producidos cuando una célula está vacía y las laterales llenas de agua.
- 5.<sup>a</sup> Disminución de las armaduras de tensión de los contrafuertes de los muros, debida al momento estabilizante de las tierras que insisten sobre las bóvedas.
- 6.<sup>a</sup> Facilidad de ejecutar los rellenos con gánguiles.
- 7.<sup>a</sup> Posible economía en los medios auxiliares por disminuir el peso y el calado inicial del cajón.

Como contrapartida de estas ventajas, se acusa a la vista una disminución de los elementos resistentes con relación a la solución adoptada, debido a la falta de las paredes exteriores y de los rellenos de hormigón. Sin embargo, no puede considerarse como desventaja la supresión de la pared exterior de los muros, pues su presencia no altera la carga hidrostática que ha de soportar la interior, ni la posible acción destructora de las aguas; y en cuanto a los rellenos de hormigón, si se suprimen en los muros hasta su parte inferior, no debe haber tampoco inconveniente para prescindirse de ellos en la solera.

Razones no técnicas hicieron que se prescindiera de esta solución en la hipótesis de subpresión completa, a la cual es igualmente aplicable, y ha quedado, por consiguiente, sin utilización en Cádiz; pero puede, a nuestro juicio, encontrar aplicación útil en otros diques, como la ha encontrado ya en varias esclusas.

Eduardo TORROJA  
Ingeniero de Caminos