

5 RESUMEN Y CONCLUSIONES

El trabajo realizado en la presente Tesina ha comprendido, principalmente, tres facetas. En primer lugar se han definido los puentes flotantes, se ha llevado a cabo una revisión de las realizaciones existentes, y se han expuesto los aspectos que los caracterizan, prestando especial atención a aquellos que los diferencian del resto de puentes.

En segundo lugar se ha tratado el problema que supone traducir los parámetros representativos de un cierto oleaje a una acción aplicable a un programa de cálculo estructural. Éste es un problema complejo cuya resolución escapa completamente a las pretensiones de este documento, de carácter más estructural que hidrodinámico. Por lo tanto, únicamente se han introducido las ecuaciones que rigen el problema y se ha expuesto su modelización numérica, con la finalidad de presentar un documento que agrupe los enfoques aparecidos en distintas publicaciones.

Finalmente, se han estudiado dos casos de puentes flotantes con diferentes esquemas estructurales con el propósito de analizar su comportamiento frente a las cargas verticales habituales (con la excepción del oleaje).

Las principales conclusiones que se han obtenido a partir de la realización de este documento se exponen a continuación.

- Los puentes flotantes constituyen una tipología estructural muy antigua aunque, sin embargo, poco conocida, a causa, en parte, de la escasa bibliografía existente al respecto.
- Los puentes flotantes son una alternativa competitiva frente a otras tipologías, especialmente cuando el cauce de agua a atravesar tiene una profundidad importante o, en el caso de ríos, cuando su régimen es altamente variable y existe la posibilidad de que se produzcan socavaciones en el lecho. Otras ventajas que presentan este tipo de puentes son su rapidez de construcción y su respeto hacia el medio ambiente, puesto que no constituyen barrera alguna al flujo de agua ni de sedimentos, como tampoco al paso de peces.
- Los mayores inconvenientes que presentan estas estructuras son su enlace con el terreno (se trata de unir una estructura móvil a un suelo fijo) y la materialización de los elementos de anclaje, así como la necesidad de una protección eficiente frente a la corrosión y de un plan de mantenimiento adecuado, lo que implica un coste adicional.
- Por otra parte, como se ha comentado anteriormente, el cálculo de la respuesta estructural frente a la acción del oleaje incidente (Apartado 3) es uno de problemas de mayor relevancia. Al tratarse de estructuras de grandes dimensiones, $L \geq 5l$ (donde L se refiere a la longitud de onda incidente, y l es la longitud expuesta de la estructura), los puentes flotantes se convierten en elementos modificadores del oleaje mediante mecanismos de reflexión y disipación. De esta forma, surge la necesidad

de implantar modelos hidrodinámicos tridimensionales de la estructura y su entorno, de ahí que la resolución de las ecuaciones que rigen el problema requiera análisis especializados. La dificultad del cálculo llega a suponer, en muchas ocasiones, un importante obstáculo a su consideración como una alternativa factible.

En relación al comportamiento estructural de los puentes flotantes, de los dos casos estudiados en el Apartado 4 (Ejemplos 1 y 2) se deduce lo siguiente:

- La flotabilidad y la estabilidad de los cajones sobre los que se apoyan estas estructuras son dos de los parámetros más relevantes en su diseño. Las dimensiones de estos flotadores deben ser importantes, puesto que su volumen sumergido debe compensar las reacciones verticales transmitidas por el puente, según el Principio de Arquímedes.
- Además, estos flotadores confieren a la estructura una cierta rigidez vertical en función de sus dimensiones. Cuanto mayor sea esta rigidez, menores serán los esfuerzos y los desplazamientos verticales que experimente el puente, por lo que resulta interesante controlar estos parámetros de forma que el diseño de la estructura sea lo más eficaz posible.
- Comparando ambos ejemplos, se observa que, para las mismas cargas, los esfuerzos sobre el tablero son menores cuando éste es continuo, mientras que el desplazamiento vertical que experimenta es levemente inferior cuando el tablero se construye a base de tramos isostáticos sobre un único cajón. Por lo tanto, la elección entre ambos esquemas estructurales requerirá contemplar también otros aspectos, ya sean de carácter funcional, constructivo o económico.
- En este sentido, atendiendo a criterios de sencillez en la ejecución, ambos casos presentan inconvenientes, puesto que suele resultar menos complicado construir tramos cortos (como distintos tramos de un mismo tablero o cajones aislados) por lo que habrá que valorar qué opción resulta más eficiente en función de las particularidades de cada emplazamiento.
- Como se ha comentado en el Apartado 4.5, existe la posibilidad de anclar los flotadores al fondo del cauce mediante barras de pretensado. Sin embargo, tal como se ha comprobado, dicha solución resulta más recomendable en puentes pequeños y sometidos a cargas de poca importancia, puesto que, en caso contrario, la entrada en tensión de las barras requeriría un gran volumen sumergido, lo que aumenta considerablemente las dimensiones de los cajones flotantes.

En último lugar, únicamente resta destacar que los puentes flotantes son una alternativa a desarrollar en el futuro, como Efectivamente, la escasa bibliografía existente en comparación con otras tipologías estructurales hace necesaria una investigación más amplia en aquellos aspectos que

presentan mayor complejidad (i.e. oleaje, métodos de resolución numérica) por lo que, a partir de la presente Tesina, se proponen futuras profundizaciones en estos temas.