

## Análisis de las presiones en el espaldón de diques en talud bajo la acción de tsunamis, basado en ensayos de laboratorio

Aniel-Quiroga, Íñigo<sup>a</sup>; Vidal, César<sup>a</sup>; Lara, Javier L.<sup>a</sup>; González, Mauricio<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria - Avda. Isabel Torres, 15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011, Santander, España. [anieli@unican.es](mailto:anieli@unican.es); [vidalc@unican.es](mailto:vidalc@unican.es); [jav.lopez@unican.es](mailto:jav.lopez@unican.es); [gonzalere@unican.es](mailto:gonzalere@unican.es)

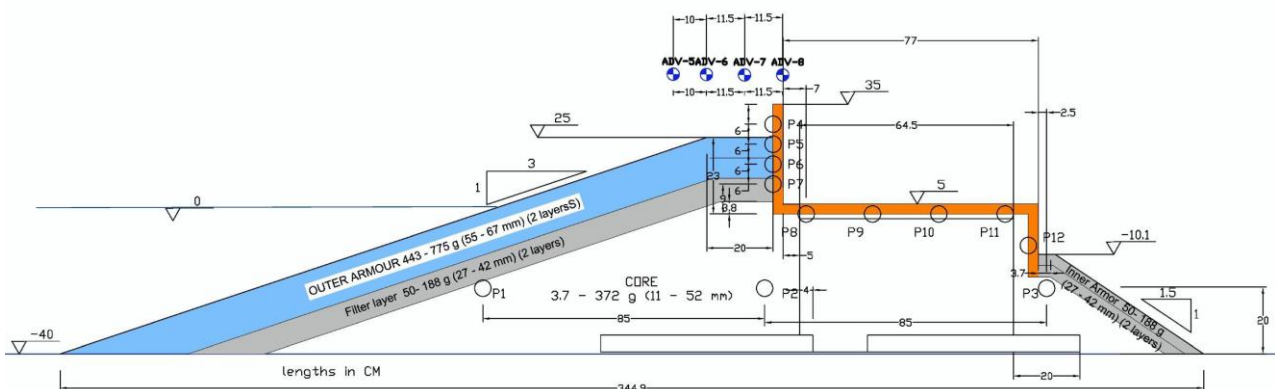
### 1. Introducción

Es común construir los diques en talud de materiales sueltos con un espaldón, teniendo éste diferentes funciones, tales como permitir el acceso rodado para labores de mantenimiento, la reducción del rebase o la protección del talud interior. El diseño de esta superestructura busca su estabilidad ante las condiciones de trabajo que se van a presentar a lo largo de su ciclo de vida, de manera que es habitual ligar este diseño a una *tormenta de diseño*. Las cargas que un tsunami puede producir en el espaldón no suelen ser tenidas en cuenta para el diseño estable del mismo y, sin embargo, éstas pueden exceder de manera sustancial a aquéllas asociadas a tormentas. En este trabajo se han llevado a cabo ensayos de laboratorio sobre diques en talud bajo acciones de oleaje tipo tsunami, con el objetivo de incorporar sus solicitaciones al diseño de espaldones. Estos ensayos han permitido conocer las presiones a las que el espaldón se ve sometido en esta interacción. Este estudio es la continuación de nuestro anterior trabajo, Aniel-Quiroga et al. (2018), mostrado en las XIV Jornadas de Costas y Puertos (Alicante, 2017) y en el que se presentaron los resultados de los ensayos realizados, así como un análisis de la estabilidad de diques en talud, con y sin espaldón, ante tsunamis.

### 2. Metodología

Como parte del proyecto FP7 ASTARTE, se han realizado ensayos de laboratorio sobre un dique rompeolas de materiales sueltos (ver figura 1). Para ello, se diseñó un prototipo, el cual se ha construido y ensayado a una escala 1/20 en el canal oleaje-corriente del IHCantabria en Santander. El dique estaba formado por manto principal, filtro y núcleo.

Debido a las grandes dimensiones de la onda de tsunami, su representación a escala adecuada en el laboratorio es difícilmente abordable. Por ello, como aproximación, las solicitaciones que las ondas de tsunami generan en el espaldón se han dividido en 2 partes. Primero, el impacto inicial de la onda de tsunami contra la estructura se ha simulado mediante trenes de ondas solitarias de tamaño creciente. Y, por otro lado, el subsiguiente rebase de la onda sobre la estructura se ha simulado creando una corriente en el canal de ensayos a través de bombas de recirculación. Se han realizado diversos ensayos haciendo variar ambas componentes, modificando las alturas de onda solitaria, así como el espesor de la lámina de rebase y su duración, y se ha obtenido el registro de las presiones que cada solicitación provoca en el espaldón.



Para ello, se han dispuesto sensores de presión tanto dentro del núcleo como a lo largo del espaldón, los cuales han medido la evolución de la presión con el tiempo. El espaldón fue fijado al fondo del canal de ensayos, de manera que no se permitió ni su vuelco ni su deslizamiento. De esta manera, las series temporales de presión fueron registradas completamente en cada sensor (no solo hasta vuelco o deslizamiento) superando las limitaciones de trabajos previos (Guler et al., 2015; Harbitz et al., 2016), y proporcionando por primera vez el valor límite que debe soportar el espaldón.

### 3. Resultados

Para cada tipo de ensayo (onda solitaria y corriente) se midieron y caracterizaron las presiones horizontales (sobre la cara vertical del espaldón) y las subpresiones. Como consecuencia de esta caracterización se establecieron las leyes de presión en cada sensor, identificando los valores máximos y picos relativos existentes. Además, se estudió el equilibrio global de fuerzas y momentos sobre el espaldón, analizando para ello la evolución de los márgenes de seguridad al vuelco y al deslizamiento y la influencia en los mismos de la altura de ola y el espesor del rebase.

Como resultado de este análisis, se ha desarrollado una metodología de diseño de espaldones bajo este tipo de condiciones, basándonos para ello en la metodología presentada por Martin et al. (1999), pero extendiéndola para las presiones que un tsunami es capaz de generar. Esta nueva metodología, que será presentada en estas jornadas, incorpora por primera vez las acciones de tsunamis al diseño de espaldones de diques en talud.



Fig. 2 Visión lateral del dique ensayado durante un experimento de corriente en el que el rebase cae directamente sobre la cara horizontal del espaldón.

### 4. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la financiación de este trabajo al proyecto ASTARTE (Assessment, Strategy and Risk Reduction for Tsunamis in Europe, FP7/2007-2013 n°603839).

### 5. Referencias

- Aniel-Quiroga, Í., Vidal, C., Lara, J. L., González, M. and Sainz, Á.: Stability of rubble-mound breakwaters under tsunami first impact and overflow based on laboratory experiments, *Coast. Eng.*, 135, 39–54, doi:10.1016/j.coastaleng.2018.01.004, 2018.
- Guler, H. G., Arikawa, T., Oei, T. and Yalciner, A. C.: Performance of rubble mound breakwaters under tsunami attack, a case study: Haydarpasa Port, Istanbul, Turkey, *Coast. Eng.*, 104, 43–53, doi:10.1016/j.coastaleng.2015.07.007, 2015.
- Harbitz, C. B., Nakamura, Y., Arikawa, T., Baykal, C., Dogan, G. G., Frauenfelder, R., Glimsdal, S., Guler, H. G., Issler, D., Kaiser, G., Kánõ Glu, U., Kisacik, D., Kortenhaus, A., Løvholt, F., Maruyama, Y., Sassa, S., Sharghivand, N., Strusinska-Correia, A., Tarakcioglu, G. O. and Yalciner, A. C.: Risk Assessment and Design of Prevention Structures for Enhanced Tsunami Disaster Resilience (RAPSODI)/ Euro-Japan Collaboration, *Coast. Eng. J.*, 58(4), doi:10.1142/S057856341640012X, 2016.
- Martin, F. L., Losada, M. A. and Medina, R.: Wave loads on rubble mound breakwater crown walls, *Coast. Eng.*, 37(2), 149–174, doi:10.1016/S0378-3839(99)00019-8, 1999.