

Línea prioritaria D: Seguridad de presas. Aspectos hidrológicos e hidráulicos

CARACTERIZACIÓN DE FLUJOS BIFÁSICOS EN ALIVIADEROS DE VERTIDO LIBRE

José M. Carrillo, Luis G. Castillo, Francisca Marco y Juan T. García

Grupo I+D+i Hidr@m. Universidad Politécnica de Cartagena. UPCT

En los últimos años, el incremento en la magnitud de las avenidas de diseño ha promovido, a nivel mundial, la reevaluación de la capacidad de los aliviaderos y de los escenarios de operación de las grandes presas. Diversas investigaciones han demostrado que la capacidad actual de muchos aliviaderos es inadecuada, surgiendo la posibilidad de que las presas lleguen a desbordarse durante los eventos extremos.

Este hecho es considerado por el marco legislativo actual y también por las directrices técnicas españolas para la seguridad de presas y embalses. De este modo, las futuras Normas Técnicas de Seguridad (NTS) de Presas y Embalses plantean la posibilidad de permitir sobrevvertidos en presas de hormigón, siempre que no se comprometa la seguridad estructural (MAPAMA, 2011).

El aumento de la capacidad de los aliviaderos resulta costoso y en ocasiones técnicamente inviable. En estos casos, los responsables de las presas podrían plantear el desbordamiento como una estrategia adicional de operación durante los eventos extremos. Esta situación crea nuevos escenarios en las acciones sobre la presa, surgiendo interrogantes sobre los problemas de erosión y socavación aguas abajo (Wahl et al., 2008; FEMA, 2014).

En este trabajo se analiza la aireación y el campo de velocidades en el chorro vertiente y en el cuenco de disipación, aplicando diferentes técnicas experimentales intrusivas y no intrusivas. También se realiza la comparativa de los datos experimentales, con las simulaciones realizadas en régimen transitorio usando el programa comercial ANSYS CFX (v. 18).

Para obtener el campo de velocidades del chorro vertiente se ha empleado la metodología Large-Scale Particle Image Velocimetry (LS-PIV). Este sistema es una extensión del enfoque particle image velocimetry (PIV) que permite obtener el campo de velocidades en grandes áreas sin necesidad de un equipo láser (Fig. 1). Mientras que las imágenes y los algoritmos de procesamiento de datos son similares al PIV convencional, se requiere el ajuste de la iluminación, el sembrado, y el proceso previo de las imágenes (Fujita et al., 1998).

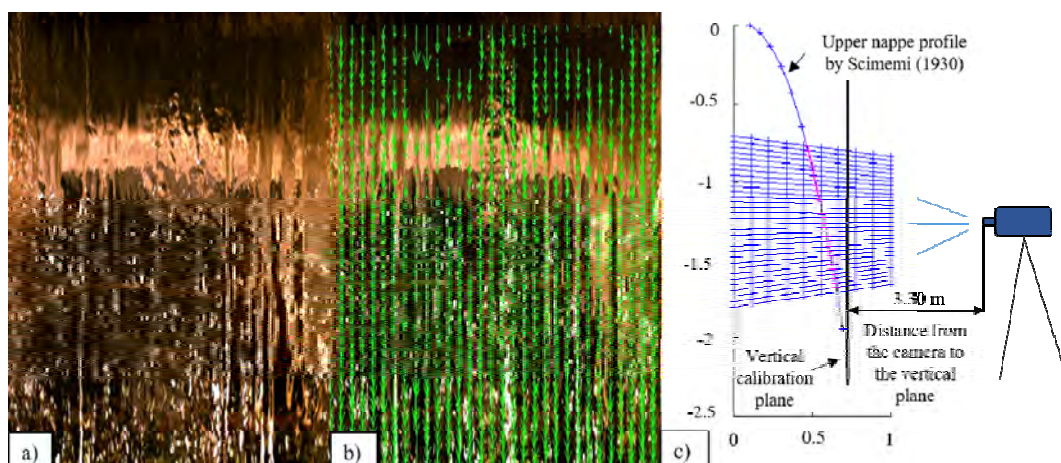


Fig.1 a) Imágenes grabadas con frecuencia de 500 Hz; b) Campo de velocidades obtenido por correlación cruzada entre pares de imágenes; c) Esquema de la proyección de los segmentos verticales sobre la lámina superior del chorro rectangular según Scimemi (1930). (Carrillo et al. 2018).

Los datos de velocidades en el vertido libre se han comparado con mediciones de fibra óptica y simulaciones numéricas empleando diferentes tamaños de mallado.

Respecto al campo de velocidades y aireación en el cuenco de disipación, se han utilizado diferentes instrumentaciones considerando sus características y limitaciones.

Los equipos de fibra óptica permiten obtener el campo de velocidades medias en la dirección principal de flujos aireados cuando el flujo se encuentra bien orientado. Sin embargo, no son adecuados para regiones en las que se desconoce a priori la dirección de las velocidades.

Los equipos de metodología Doppler (Acoustic Doppler Velocimeter, ADV) permiten obtener los valores medios y fluctuantes de las tres componentes del campo de velocidades. Sin embargo, diversos autores han encontrado que las burbujas de aire afectan a la exactitud de los resultados de velocidad obtenidos con ADV. Los resultados de Matos et al. (2002) sugieren que los equipos ADV pueden proporcionar estimaciones de velocidad acertadas para reducidas concentraciones de aire (hasta un 8%).

Teniendo en cuentas estas consideraciones, se ha planteado la campaña experimental del campo de velocidades en el cuenco de disipación:

- En las zonas más aireadas, generadas en la proximidad de la zona de impacto del chorro vertiente, se ha utilizado un equipo de fibra óptica para medir el campo de velocidades medias.
- En las zonas menos aireadas (concentraciones menores al 8 %), se ha empleado un equipo ADV para obtener el campo de velocidades medias y fluctuantes.

Se ha encontrado un adecuado ajuste entre las velocidades calculadas en las simulaciones numéricas y los datos registrados en laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANSYS Inc. (2016). ANSYS CFX. Reference Guide. Release 18.0.

Carrillo, J.M., Castillo, L.G., Marco, F. and García, J.T. (2018). Characterization of Two-Phase Flows in Plunge Pools. 7th International Symposium on Hydraulic Structures, Aachen, Germany, DOI: 10.15142/T3JM1W.

FEMA. 2014. Technical Manual: Overtopping Protection for Dams. Federal Emergency Management Agency. FEMA P-1014, May. US Department of Homeland Security, USA.

Fujita, I., Muste, M., and Kruger, A. (1998). Large-scale particle image velocimetry for flow analysis in hydraulic engineering applications. *Journal of Hydraulic Research*, 36(3), 397-414.

MAPAMA, 2011. "Borrador de Norma Técnica de Seguridad para la clasificación de las presas y para la elaboración e implantación de los planes de emergencia de presas y embalses". Spain.

MAPAMA, 2011. "Borrador de Norma Técnica de Seguridad para el proyecto, construcción y puesta en carga de presas y llenado de embalses". Spain.

MAPAMA (2011). "Borrador de Norma Técnica de Seguridad para la explotación, revisiones de seguridad y puesta fuera de servicio de presas". Spain.

Matos, J., Frizell, K.H., Andre, S., and Frizell, K.W. (2002). On the performance of velocity measurement techniques in air-water flows. *Hydraulic Measurements and Experimental Methods Conference 2002* (T. L. Wahl, C. A. Pugh, V. A. Oberg & T. B. Vermeyen, eds). ASCE, Estes Park, CO, USA.

Scimemi, E. (1930). Sulla Forma delle Vene Tracimanti. *L'Energia Elettrica*, 7(4), 293-305. (in Italian).

Wahl, T.L., Frizell, K.H., Cohen, E. A. 2008 Computing the trajectory of free jets. *Journal of Hydraulic Engineering* 134(2), 256-260.