

RESUMEN

Este estudio se realizó con el objetivo de analizar el comportamiento hidráulico de un aliviadero PKW frente a un convencional tipo WES mediante análisis teórico y simulación CFD para proponer la alternativa más eficiente.

Primero se recolectaron datos teóricos y técnicos de vertederos WES y PKW, en segundo lugar se diseñó y modeló en SolidWorks un vertedero PKW (PKW-M1) como alternativa en la presa El Molino, adicionalmente se creó otro modelo PKW (PKW-M2), modificado con bloques de hormigón en la zona aguas abajo para ver su comportamiento ante la aireación, posteriormente se realizó la simulación CFD de ambos modelos PKW en ANSYS Fluent, de donde se extrajeron variables relevantes, como ser: velocidades, presiones, demanda de aireación y carga hidráulica, a este último se realizó una evaluación estadística para seleccionar la ecuación empírica que mejor se ajuste al vertedero PKW, también se le hizo una comparación a la demanda de aireación de ambos modelos PKW según CFD y ecuación de Vermeulen et al. (2017). Posterior al análisis se definió los coeficientes de descarga a usarse para realizar una comparación durante un tránsito de avenidas con embocaduras WES y PKW mediante el método de Puls, para con esos resultados de caudales máximos de salida realizar la simulación CFD y analizar el comportamiento hidráulico de ambos aliviaderos para los distintos periodos de retorno considerados, para lo cual se crearon modelos geométricos en SolidWorks con los planos “As Built” de la presa El Molino, tanto de su aliviadero con embocadura WES y PKW propuesto (PKW-M2). Adicionalmente se determinaron las velocidades, calados y requerimientos de borde libre en las rápidas mediante la teoría del flujo gradualmente variado, los tirantes conjugados del cuenco USBR tipo II y el verificado de la altura de contrapendiente de salida que tiene este último.

Los resultados de la simulación CFD de los modelos PKW-M1 y PKW-M2 mostraron que las velocidades y carga hidráulica son similares. Sin embargo, difieren en la demanda de aireación y por ende en las presiones absolutas, esto debido a la obstrucción de los dispositivos de aireación con el agua, esto se dio en el modelo PKW-M1 con ratios $H/P >$

0,36 o $H/W_o > 0,75$, no así en el modelo PKW-M2 que demostró una aireación sin interferencias en el rango de caudales estudiado. Del análisis estadístico se determinó que la ecuación de Ribeiro et al. (2012) es la que mejor se ajustó al modelo PKW estudiado, sin embargo, se debe restringir su uso en cargas bajas ($H/P < 0,16$) ya que tiende a sobre estimar el coeficiente de descarga y con ello el caudal, en cuanto a demanda de aireación se evidencio que la ecuación de Vermeulen et al. (2017), hace una buena predicción, pero cuando el PKW descarga sobre un canal de pendiente baja, esta aireación resulta incierta, pues los dispositivos de aireación tienden a obstruirse con el agua, lo cual no pasa cuando el PKW descarga sobre una rápida. En cuanto al tránsito de avenidas el PKW mostró una capacidad de descarga que superaba notablemente a la del WES, funcionando con cargas hidráulicas similares con un ancho 45% menor. El análisis de las velocidades y presiones corroboró que el PKW conserva flujos no erosivos, también se reduce la posibilidad de cavitación gracias a su sistema integrado de aireación. Además, se determinó que las secciones de transición y rápida existentes del aliviadero no son suficientes para las avenidas de diseño y extraordinarias consideras.

El PKW es una opción hidráulicamente más eficaz que el WES debido su mayor longitud de cresta desarrollada, por lo que se aconseja su uso en proyectos que necesiten optimizar la capacidad de descarga cuando haya restricciones de espacio y carga hidráulica, con la condición de usarse con relaciones $H/P \leq 0,48$ y $H/W_o \leq 1,00$; caso contrario el PKW funciona como un cimacio, en esos casos es mejor diseñar un WES con su característico perfil hidrodinámico. Debe garantizarse que la aireación del PKW se dé sin interferencias en caso de evacuar caudal hacia un canal de baja pendiente, en caso de descargarse hacia una rápida no se tienen esas condiciones.

Palabras clave: Vertedero PKW, vertedero WES, eficiencia hidráulica, simulación CFD, coeficiente de descarga, aireación PKW, ANSYS Fluent.