

ESTUDIO CON MODELIZACIÓN FÍSICA DEL ALIVIADERO DE LA PRESA DE ROSITAS (BOLIVIA)

J. J. Rebollo¹, D. López¹, L. Balairón¹, J. Ortas² y C. Granell³

¹ Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, España.

² EPTISA Servicios de Ingeniería, España.

³ Jesús Granell Ingeniero Consultores, España.

E-mail: juan.j.rebollo@cedex.es, david.lopez@cedex.es, luis.balairon@cedex.es, jortas@eptisa.com, cgn@jgicsa.com

Introducción

El objetivo de este artículo es presentar los trabajos realizados en materia de modelización física de las estructuras hidráulicas principales de la presa de Rositas, ubicada sobre el curso del río Grande, afluente de la cuenca del Amazonas, a su paso por el departamento de Santa Cruz (Bolivia).

Los dos órganos de desagüe principales en los que se ha centrado el estudio han sido el aliviadero de superficie y la estructura de evacuación de caudales turbinados de la central hidroeléctrica. Ambas estructuras han sido reproducidas y analizadas en un modelo físico a escala 1/100 construido en el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, por encargo de la empresa EPTISA.

Este artículo contiene los resultados principales que se han obtenido durante la fase de experimentación bajo los escenarios de caudales más representativos y que incluyen tanto el comportamiento del flujo como los fenómenos de erosión generados en el cauce.

Características de la obra proyectada

La central hidroeléctrica de Rositas, promovida por la Empresa Nacional de Electricidad, de Bolivia, se ubica en el río Grande, y constituye uno de los proyectos hidroeléctricos más grandes de Bolivia (400 MW de potencia instalada y unos 2.000 GWh de producción). La infraestructura principal del aprovechamiento es una presa de grandes dimensiones (165 metros de altura; caudal de diseño del aliviadero para la PMF de 12.265 m³/s), de materiales sueltos con núcleo impermeable de arcilla y aliviadero de superficie en la margen lateral izquierda, que se divide en tres canales distintos con rasantes independientes. La rápida finaliza en un cuenco rectangular.

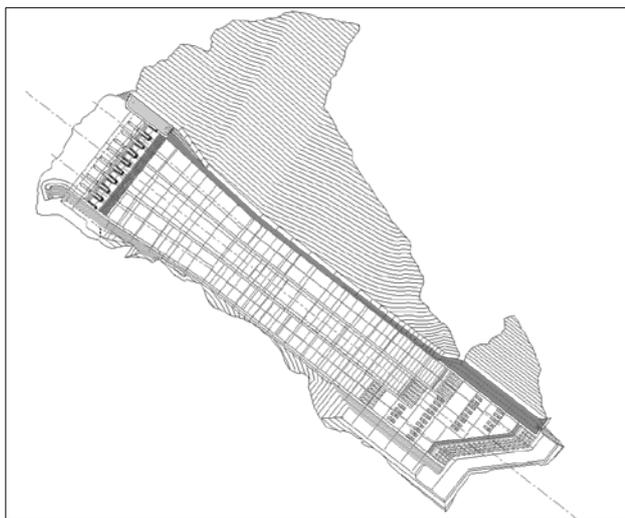


Figura 1.- Planta del aliviadero lateral.

La central de turbinas está proyectada en una zona adyacente al vertedero, al pie del talud aguas abajo de la presa y cuenta con

cuatro unidades de generación (turbinas Francis de eje vertical) asociadas a un caudal de diseño de 110 m³/s cada una.

Todas los caudales de desagüe serán evacuados sobre el cauce del río Grande, a la cota 440 msnm y con una cobertura de escollera con un diámetro medio de 60 cm.

El diseño de la presa ha sido realizado desde la empresa Jesús Granell Ingenieros Consultores S.L., quienes han realizado un modelo matemático 3D del aliviadero de la presa en paralelo al modelo físico.

Descripción del modelo físico

Considerando las dimensiones de la obra, los caudales de ensayo y la experiencia de este laboratorio en otros estudios análogos se ha adoptado como escala geométrica más adecuada 1/100. Bajo estas condiciones también se asegura un número de Reynolds suficientemente elevado para garantizar el desarrollo de los fenómenos turbulentos ($Re \geq 40.000$).



Figura 2.- Zona de alimentación al aliviadero en el modelo físico.



Figura 3.- Canales de descarga y cuenco de resalto.

Los límites aguas arriba del modelo se han definido con la suficiente amplitud a fin de reducir al mínimo la influencia de los contornos sobre el flujo de aproximación. En esta zona ha

sido modelizada parte del paramento central interior de la presa, donde se ubica la entrada al vertedero. En cuanto al aliviadero, se ha construido a escala los canales principales y los muros laterales de contención que limitan las tres rápidas. Esta parte finaliza en la base del cuenco de resalto a la cota 428 msnm y asciende sobre el azud de salida hasta la cota 440 msnm, donde se integra con el cauce del río Grande.

En la zona final del modelo, se ha incluido un tramo del cauce hasta una zona de control de niveles para establecer la condición de contorno de salida. Los márgenes laterales del modelo reproducen la topografía del cauce aguas abajo de la presa y se elevan hasta la cota 480 msnm a ambos lados.

La alimentación de la central se realiza mediante un circuito con 4 ramales que se incorporan al modelo para abastecer a cada una de las turbinas. Para reproducir correctamente la sección de salida definida en el proyecto, cada ramal se adapta mediante una transición troncocónica hasta la entrada rectangular que vierte al cuenco de resalto en el modelo físico.



Figura 3.- Estructura de salida de la central de turbinas.

Análisis experimental

Esta fase del estudio abarca el conjunto de ensayos que reproducen el comportamiento general del flujo y sus efectos en los órganos de desagües y en la zona del cauce que se encuentran dentro de los contornos del modelo físico. También se han comprobado el funcionamiento teórico del vertedero mediante la curva de capacidad experimental.



Figura 4.- Curva de capacidad teórica y experimental.

Durante el análisis experimental se han reproducido los caudales más representativos, incluidos las avenidas de periodos de retorno de 1.000, 10.000 años y PMF para el aliviadero y el

máximo caudal para la central. Las siguientes imágenes muestran el funcionamiento general bajo diferentes escenarios.

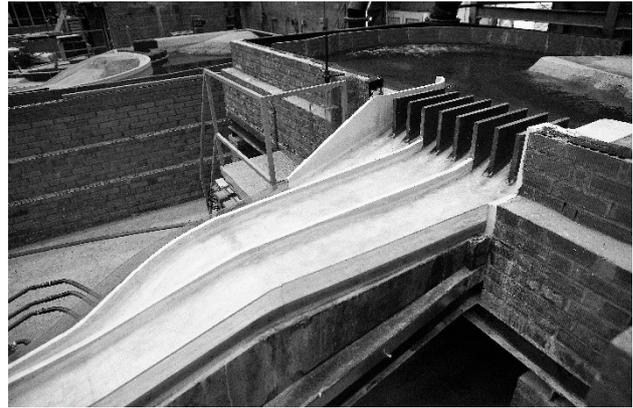


Figura 5.- Funcionamiento de los canales para la avenida PMF.



Figura 6.- Funcionamiento conjunto del aliviadero y la central.

Aparte del comportamiento del flujo, se han analizado otros resultados con diversos métodos de instrumentación, entre los que destaca la caracterización de la poza de erosión generada tras los ensayos.



Figura 7.- Poza de erosión tras la avenida de T = 1.000 años

Referencias

US Army Corps of Engineers (1977). *Hydraulic design criteria*. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, USA.

Bureau of Reclamations. US Department of Interior (1960). *Design of small dams*. Water resource technical publication, Third edition (1987). USA