

## INTRODUCCIÓN

Desde tiempos ancestrales el hombre ha construido barreras sobre los ríos para almacenar, controlar o simplemente derivar el agua. La presencia de esas barreras genera lagos artificiales llamados comúnmente vasos de almacenamiento o embalses. Al sistema formado por el embalse y la barrera, llamada cortina, se le conoce con el nombre de “presa”.

El objetivo más común de una presa, cualquiera que sea el tamaño, forma o capacidad del embalse, es regular los escurrimientos de un río, almacenando así, en forma temporal, el volumen de agua que escurre en exceso en la época de lluvias para luego ser usado en el estiaje. El fin principal es entonces satisfacer una demanda, ya sea del sector rural o urbano. Sin embargo, cada vez en mayor medida, las presas se construyen con múltiples propósitos.

Un embalse además de conservar el agua para uso posterior, usualmente tiene una cierta capacidad para controlar avenidas, es decir, para atenuar los efectos de dichos eventos.

La política de operación de una presa es el conjunto de reglas que definen la forma de operar de un almacenamiento y se representan de manera gráfica o mediante fórmulas que prescriben el volumen a extraerse en cierto periodo condicionado a la situación que presenta el almacenamiento (Contreras, 1999).

Las políticas de operación para la asignación de agua involucran dos factores importantes cuya dificultad radica en la combinación óptima de ambos. Uno determinístico asociado con el aseguramiento de agua y otro estocástico relacionado con la probabilidad de ocurrencia de los escurrimientos. Las lluvias, los caudales, los niveles de los embalses son eventos estocásticos que se caracterizan por tener un patrón medio a largo plazo y porque el pronóstico de sus magnitudes en un momento dado tiene mayor grado de incertidumbre (Gutiérrez L. A. et al., 2008).

En forma general se puede hablar de dos eventos extremos en la asignación de agua en un almacenamiento, uno donde el recurso agua se utiliza inmediatamente y se basa en el valor presente del líquido; y otro, donde se utilizan sólo pequeños volúmenes de agua para asegurar un mayor almacenamiento a futuro. Ambas tendencias son contradictorias y es muy difícil su aseguramiento.

Otro punto importante es el ciclo de toma de decisiones, que se relaciona directamente con el propósito ya sea de generación eléctrica o riego. En el caso de riego se basa en los ciclos de cultivo. En lo que respecta a generación eléctrica se toman en cuenta  $n$  periodos de decisión que pueden ser 12 si la política es mensual, 24 si la política es quincenal o más si es semanal o mensual.

Recientemente la Comisión Federal de Electricidad hace hincapié en el manejo de curvas guía para la operación de sus presas, las curvas guía son los niveles que la Comisión Nacional del Agua solicita no ser excedidos con el fin de evitar riesgos aguas abajo del embalse durante su operación. Las políticas aquí utilizadas contemplan incluyen este concepto (Arganis J. M. L. et al., 2009).

El tema central de este trabajo consistió en determinar la mejor política de operación para el Sistema Hidroeléctrico del Río Santiago, esto se logró mediante la simulación del funcionamiento de vaso con el registro histórico de 28 años, además se generaron diez series sintéticas de 100 años cada una (para ampliar considerablemente el registro disponible para el funcionamiento de vaso y analizar posibles condiciones de derrames y déficit en el largo plazo).

Este trabajo consta de cuatro capítulos cuyo contenido general se menciona a continuación:

En el capítulo 1 se describen los elementos que constituyen una presa, así como los conceptos matemáticos y de probabilidad, en los que está sustentado este trabajo de tesis y que se utilizan posteriormente en el desarrollo y metodología.

En el capítulo 2 se describe la localización en general del sistema hidroeléctrico del río Santiago, así como la ubicación y características generales de las tres presas que forman el sistema (La Yesca, El Cajón y Aguamilpa), se define qué es una política de operación, se muestra el algoritmo de optimización para obtener políticas óptimas, así como el método para la simulación del funcionamiento de vaso conjunto para el sistema de 3 presas en cascada, cuyos resultados permiten seleccionar la mejor política de operación; por último, se describe paso a paso el método de generación de series sintéticas, que fueron necesario obtener para tener mayor información del posible funcionamiento del sistema en el largo plazo para identificar posibles escenarios de derrames o de déficit en el sistema que no se pueden percibir sólo usar el registro histórico.

En el capítulo 3 de aplicación y resultados se muestra el proceso de simulación con las políticas de operación para el sistema de presas en cascada, tanto con el registro histórico como registros sintéticos; a partir de los resultados se explica cual fue la mejor política seleccionada como la óptima para el sistema de tres hidroeléctricas en cascada del Río Santiago.

En el capítulo 4 se mencionan las conclusiones generales derivadas de este estudio.

### **Referencias**

1. Arganis Juárez Maritza L. et al. Estudio Integral de la Cuenca Alta del Río Grijalva 3. Manejo Óptimo de las Presas, elaborado para la CFE por el Instituto de Ingeniería. UNAM. México 2009.
2. Contreras Cruz, Claudia. Operación Óptima de un Sistema de Presas en Cascada. Aplicación al Sistema del Río Grijalva. Tesis de maestría. UNAM. 1999.
3. Gutiérrez López Alfonso, Rivera Trejo Fabián, Soto Cortés Gabriel. Hidrología de Embalses Nuevos Enfoques. IMTA, UJAT, UAM-A. México, 2008.