

RESUMEN

Dado el alto número de infraestructuras construidas en los países desarrollados, y con una oposición creciente a la construcción de nuevas infraestructuras en los países en vías de desarrollo, la atención del análisis de sistemas de recursos hídricos ha pasado a la definición de reglas de operación adecuadas. Una gestión más eficiente del recurso hídrico es necesaria para poder afrontar los impactos del cambio climático y de la creciente demanda de agua. Para lograrlo, un amplio abanico de herramientas y modelos matemáticos de optimización se han desarrollado. Sin embargo, su aplicación práctica en la gestión hídrica sigue siendo limitada. Una de las más importantes líneas de investigación para solucionarlo busca la involucración de los expertos en la definición de dichos modelos matemáticos. Para definir reglas de operación en las cuales los gestores confíen, es necesario tener en cuenta su criterio experto y combinarlo con algoritmos de optimización.

La presente tesis desarrolla una metodología, y las herramientas necesarias para aplicarla, con el fin de mejorar la operación de sistemas complejos de recursos hídricos. En éstos, los procesos de toma de decisiones son complicados y se sustentan, al menos en parte, en el juicio experto de los gestores. Esta importancia del criterio de experto en las reglas de operación requiere herramientas matemáticas capaces de incorporarlo en su estructura y de unirlo con algoritmos de optimización.

Las herramientas y métodos desarrollados se basan en la optimización estocástica, en la lógica difusa y en la involucración de los expertos durante todo el proceso. Un algoritmo estocástico extendido, capaz de ser usado en sistemas complejos con interacciones río-acuífero se ha desarrollado (el CSG-SDDP). La metodología definida usa lógica difusa para capturar el criterio de experto en la definición de reglas óptimas. En primer lugar se reproducen los procesos de toma de decisiones actuales y, tras ello, el algoritmo de optimización estocástica se emplea para mejorar las reglas previamente obtenidas.

La metodología propuesta en esta tesis se ha aplicado al sistema Júcar (Este de España), en el que los recursos hídricos son gestionados de

acuerdo a complejos procesos de toma de decisiones. La aplicación se ha realizado de dos formas. En la primera, centrada en el largo plazo, el algoritmo CSG-SDDP se ha utilizado para definir una estrategia óptima para el uso conjunto de embalses y acuíferos. En la segunda, la metodología se ha usado para reproducir las reglas de operación actuales en base a criterio de expertos. Dos sistemas lógicos difusos se han empleado e interconectado con este fin. La representación matemática resultante se ha combinado entonces con el CSG-SDDP para definir reglas óptimas que respetan los procesos actuales.

Los resultados obtenidos indican que reducir el bombeo del acuífero de la Mancha Oriental conlleva una mejora en los beneficios del sistema debido al incremento de caudal por relación río-acuífero. Las reglas de operación han sido adecuadamente desarrolladas combinando lógica difusa, juicio experto y optimización estocástica, aumentando los suministros a las demandas mediante modificaciones el balance de Alarcón, Contreras y Tous. Estas reglas siguen los procesos de toma de decisiones actuales en el Júcar, por lo que pueden resultar familiares a los gestores. Además, pueden compararse con las reglas de operación actuales para establecer qué decisiones entre las posibles serían coherentes con la gestión actual y, a la vez, óptimas.