

OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE UN SISTEMA DE LLANURA. CASO DE ESTUDIO BAÑADO LA ESTRELLA (FORMOSA)

María Alejandra Cristanchi¹, Rosana Hämmerly² y Miguel Ángel Valiente³

¹Dirección Ejecutiva Comisión Trinacional río Pilcomayo.

²Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH-UNL).

³Facultad de Ingeniería (UNNE), Formosa (3600) – Argentina, (+54 9) 3704-664974

E-mail: alejandracristanchi@yahoo.com.ar, alejandracristanchi@gmail.com

Introducción

La provincia de Formosa cuenta con abundantes recursos hídricos. Las lluvias y caudales de los cursos de agua presentan una variabilidad temporal significativa, dando lugar a una alternancia de períodos húmedos y secos y a la ocurrencia de crecidas y estiajes severos.

Esta alternancia de exceso y déficit condicionan las actividades económicas y de desarrollo en los centros urbanos y rurales, debido a que la infraestructura de la región no está adaptada suficientemente a la variabilidad.

Esta situación lleva a plantear la necesidad de mejorar la capacidad de regulación actual de lagunas y bañados por medio de nuevas obras y de optimizar la operación de éstas.

En el presente trabajo se optimizan los recursos hídricos de un sistema de llanura mediante un modelo de Soporte de Decisión (MIKE BASIN), adoptando como caso de estudio el bañado La Estrella, siendo uno de los cuerpos de agua más importante de la provincia de Formosa. Se analiza en particular para la modelación las principales obras del Complejo Hidroviario RP N° 28 y demandas en cinco localidades (Las Lomitas, Pozo del Tigre, Estanislao del Campo, Ibarreta y Comandante Fontana) que son beneficiarias directas de las aguas del bañado, el período de estudio es 2005/2006 a 2010/2011.

Objetivos

Los objetivos son:

- Evaluar la variación espacio – temporal de los déficits hídricos del sistema con las obras de regulación existentes, para un período plurianual de referencia incluyendo eventos de crecida y estiaje
- Establecer políticas de operación del sistema con nuevas obras de regulación propuestas para el período de referencia y demandas futuras, proyectadas a un incremento de la población de 20 años.

Metodología aplicada

La metodología empleada consiste en la optimización de los recursos hídricos del bañado La Estrella a través de la implementación del modelo MIKE BASIN.

Mediante el análisis de los resultados se establecieron políticas de operación del sistema.

En relación a la modelaciones se combinaron para cada escenario demandas con sistemas de funcionamiento. Resultando las siguientes combinaciones:

- Demanda actual con el sistema de obras existentes
- Demanda actual con un sistema donde se proponen nuevas obras de corto plazo de ejecución, como mínimo 2 años y baja inversión
- Demanda futura con un sistema donde se proponen obras que alcancen a cubrir la demanda futura. En este

sentido serán obras con un plazo de ejecución de 10 años ya que las mismas serán de mayor envergadura y por ende mayor inversión a las propuestas para la demanda a corto plazo.

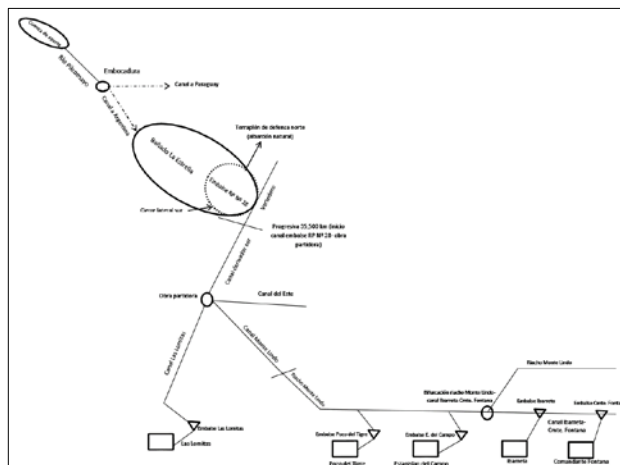


Figura 1.- Esquema de funcionamiento bañado La Estrella (elaboración propia).

No se realizó la calibración del modelo, esto se debe a que no se cuenta con la cantidad y calidad de información disponible para realizar dicha calibración.

La mayoría de las consideraciones adoptadas para aplicar el modelo se basaron en conocimiento del funcionamiento del sistema del bañado La Estrella.

También se evaluó la performance del modelo con los indicadores de ajuste como eficiencia de Nash-Sutcliffe (E_f), error relativo de volumen (E_{rV}) y error relativo de caudal (E_{rQM}).

A modo de ejemplo se presentan las siguientes figuras donde se muestra que las consideraciones adoptadas pueden considerarse como válidas.

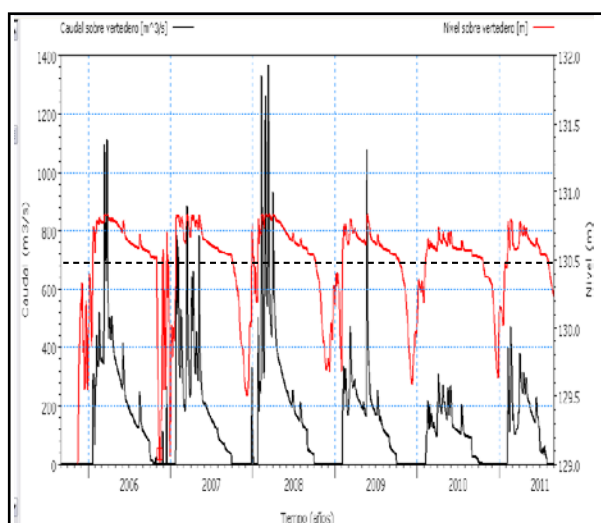


Figura 2.-Caudales y niveles diarios que pasan sobre vertedero RP N° 28.

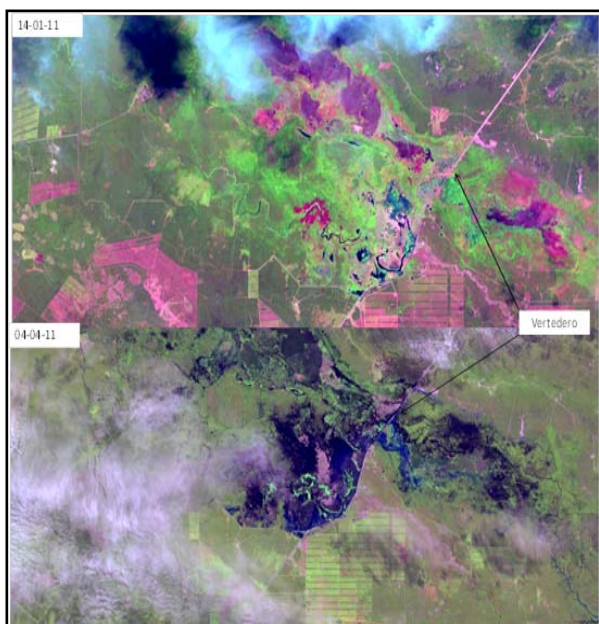


Figura 3.-Imágenes satelitales (14-01-2011 y 04-04-2011) (Landsat 4-5 TM- Fuente <http://landsatlook.usgs.gov/viewer.html>)

Los resultados arrojados por el modelo en la Figura 2 se complementan con la Figura 3, como se observa en ambas figuras por ejemplo en el mes de enero no pasa agua por el vertedero, los niveles se mantienen por debajo de la cota de umbral de vertedero (línea punteada negra Figura 2), a partir del mes de abril comienza a pasar agua por el vertedero, los niveles en la Figura 2 se encuentran por encima de la cota de umbral de vertedero 130.51m.

Medidas propuestas – resultados

En la Tabla 1 se presentan las medidas propuestas para los escenarios optimizados a corto y largo plazo.

En la Tabla 2 se presentan a modo de ejemplo los resultados para cada uno de los escenarios implementados en la localidad de Pozo del Tigre.

Los resultados obtenidos para los escenarios implementados son similares para las obras y elementos planteados en el esquema de funcionamiento del bañado La Estrella.

Tabla 1.- Medidas propuestas.

Medidas	Localización	Escenario optimizado a corto plazo	Escenario optimizado a largo plazo
Estructurales	Las Lomitas	Canal de conexión canal Las Lomitas – planta de agua potable	Se mantiene el canal de conexión y se incrementan las dimensiones del embalse
	Pozo del Tigre	Canal de conexión riacho Monte Lindo planta de agua potable	Ídem escenario optimizado a corto plazo
	Estanislao del Campo	Canal de conexión riacho Monte Lindo – planta de agua potable	Se mantiene el canal de conexión y se incrementan las dimensiones del embalse
	Ibarreta	En el año 2011 se incrementó la capacidad de almacenamiento del embalse, con estas medidas se satisface la demanda	Ídem escenario optimizado a corto plazo
	Comandante Fontana	Canal de conexión riacho Monte Lindo – planta de agua potable	Ídem escenario optimizado a corto plazo
	Canal derivador sur - Monte Lindo - Las Lomitas		Modificación de sección, pendiente. En el canal Monte Lindo reemplazo obras de arte existentes.
No estructurales			Aplicación del Código de Aguas. Cumplimiento de las leyes de dominio público en el bañado La Estrella. Incremento de la población a 20 años en todas las localidades

Tabla 2.- Pozo del Tigre.

	Escenario actual	Escenario optimizado a corto plazo	Escenario optimizado a largo plazo
Embalse	Capacidad máxima de almacenamiento = 0,35 hm ³	Ídem escenario actual	Ídem escenario actual
	<ul style="list-style-type: none"> De junio a octubre trabaja al 100% de su capacidad máxima de almacenamiento. El almacenamiento disminuye a partir de noviembre hasta mediados de abril. Siendo los meses más críticos febrero y marzo, en este último mes el almacenamiento es 0%. A partir del mes de abril se reinicia la recarga al embalse. 	<ul style="list-style-type: none"> De junio a diciembre trabaja al 100% de su máxima capacidad de almacenamiento. La capacidad del embalse nunca llegaría a ser igual a la mínima capacidad operable. Durante los meses de enero y febrero se abastece a la población con agua del embalse. El resto del año la población se abastece directamente con agua del riacho Monte Lindo a través del canal de conexión riacho Monte Lindo-planta de agua potable. 	<ul style="list-style-type: none"> De abril a diciembre trabaja al 100% de su capacidad máxima de almacenamiento. Durante los meses de enero y febrero se abastece a la población con agua del embalse. El resto del año la población se abastece directamente con agua del riacho Monte Lindo –planta de agua potable.
Población	Déficit de la demanda o meses más críticos desde febrero a marzo.	No existe déficit de la demanda o meses críticos.	No existe déficit de la demanda o meses críticos.

Conclusiones y consideraciones finales

- Se destaca con este trabajo la relevancia del uso de un modelo matemático para representar un sistema de llanura como el bañado La Estrella, implementando diversos escenarios y cuyos resultados permiten la planificación y control de los recursos hídricos
- Los resultados de los diferentes escenarios ponen de manifiesto la urgente necesidad de realizar una planificación del manejo racional del bañado La Estrella, mediante medidas estructurales y no estructurales. Esto permitirá disminuir el déficit de la demanda, optimizando el uso de una valiosa fuente de agua como lo es dicho sistema. Se demuestra que mediante la ampliación o mejor de la infraestructura existente se cubre la demanda de agua en las cinco localidades de estudio, logrando su abastecimiento durante todo el año

Referencias bibliográficas

Cristanchi M. A., Hämmerly R., Valiente M. A. (2015). *Optimización de los recursos hídricos de un sistema de llanura por aplicación del Sistema de Soporte de Decisión MIKE BASIN. Caso de estudio bañado La Estrella (Formosa), Santa Fe.*

User Guide – MIKE BASIN by DHI (2008-2012). *Water Resources: A modeling system for a river basin management and planning. Temporal Analyst: Time series management and analysis in ArcGIS. Hørsholm.*