

INFLUENCIA DE LOS EVENTOS DE ROTURA DEL GLACIAR PERITO MORENO EN LAS CRECIDAS DEL RÍO SANTA CRUZ, ARGENTINA

Brenda Vath, Sergio O. Liscia, Mariano de Dios, Pablo Cacik
UIDET Hidromecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata - Argentina
brenda.vath@gmail.com - dediosmariano@gmail.com - soliscial1@gmail.com - pablocacik@gmail.com

Introducción

El río Santa Cruz, ubicado en la Patagonia Argentina, nace en la Cordillera de los Andes, incluyendo en su cuenca alta un importante sector del Campo de Hielo Patagónico Sur. De este campo de hielo se desprenden glaciares de descarga, cuyos frentes entran en contacto con los lagos Viedma y Argentino (Figura 1).



Figura 1.- Cuenca del río Santa Cruz.

Uno de los glaciares que forma parte de la cuenca del río Santa Cruz es el Perito Moreno que, a diferencia de la mayoría de los glaciares patagónicos, que se encuentran en proceso de retroceso y disminución de su espesor, presenta un comportamiento estable.

El frente del glaciar Perito Moreno presenta un ciclo oscilatorio estacional de avance (junio-diciembre) y retracción (diciembre-abril). En algunos años, durante el semiperíodo de avance, el frente del glaciar alcanza el extremo oeste de la península de Magallanes, formando un dique de hielo que represa el lago Rico¹. La descarga hacia el Canal de los Témpanos se ve impedida debido a que la base del glaciar apoya sobre el sustrato rocoso. Los aportes al lago Rico continúan, por lo que su nivel de agua aumenta progresivamente alcanzando a superar por varios metros el nivel medio del lago Argentino. En un determinado momento este dique de hielo pierde estanqueidad y se producen filtraciones en el cierre. Como resultado de esta situación, el agua del lago Rico comienza a trasvasar progresivamente hacia el Canal de los Témpanos. Primero lo hace por el contacto basal entre el lecho rocoso y el glaciar y, posteriormente, a través de un túnel, cuyo techo finalmente colapsa. Este fenómeno puede tener una corta duración, un par de días, provocando un desembalse rápido del lago Rico. Este desembalse, comúnmente denominado “rotura” del glaciar Perito Moreno, da lugar a una onda de crecida que eleva los niveles del lago Argentino y produce un aumento perceptible en el régimen de descarga del río Santa Cruz.

Este proceso singular que presenta el glaciar Perito Moreno ha sido motivo de numerosos estudios a lo largo de décadas (Nichols y Miller, 1952; Lenzano, 2018; entre otras). En la Figura 2 se muestra el cierre del glaciar Perito Moreno contra la península de Magallanes, mientras que en la Figura 3 se puede observar el fenómeno de “rotura” del glaciar. Este evento de rotura del dique de hielo es la razón por la cual el glaciar Perito Moreno es destino turístico a escala internacional.



Figura 2.- Proceso de cierre del glaciar Perito Moreno contra la península de Magallanes.



Figura 3.- Rotura del puente de hielo del glaciar Perito Moreno (última etapa de la rotura del año 2004).

Objetivos del trabajo

A partir de la serie anual de caudales máximos de la estación hidrométrica ubicada inmediatamente aguas abajo de la descarga del lago Argentino (estación Charles Fuhr), se observa que los ocho mayores valores de la serie (60 años de registro) están en coincidencia con eventos de rotura del glaciar Perito Moreno. Se destaca que el caudal máximo registrado es de 2520 m³/s (tener presente que el módulo de río es de 700 m³/s).

Por lo tanto, interesa analizar el impacto que los eventos de rotura y desembalse tienen sobre el nivel del lago Argentino y los derrames del río Santa Cruz. En este sentido, los objetivos específicos de este trabajo son:

- Caracterizar los desembalses históricos que se han producido por la rotura del glaciar Perito Moreno: duración de los eventos, desnivel máximo alcanzado, incremento de caudal en Charles Fuhr, evolución temporal de los niveles de los lagos, etc.
- A partir del análisis anterior, generar un hidrograma adimensional que permita describir los fenómenos de desembalse rápido del lago Rico.
- Desarrollar un modelo matemático (modelo de simulación de embalse) para predecir los hidrogramas de crecida en el río Santa Cruz producto de la rotura del glaciar Perito Moreno.
- Evaluar el escenario de evento máximo posible de trasvase, acorde a ser aplicado al estudio de la CMP del río Santa Cruz.

Materiales y métodos

El análisis de la influencia del fenómeno de apertura de brecha entre el glaciar Perito Moreno y la península de Magallanes en la descarga del río Santa Cruz se aborda a partir de un modelo de simulación de operación de embalse. Este modelo reproduce el

¹ Se define “lago Rico” al sistema lacustre conformado por el Brazo Rico, lago Roca y Brazo Sur del lago Argentino.

comportamiento de los niveles del lago Argentino y los caudales del río Santa Cruz frente al paso de la crecida provocada por el desembalse rápido del lago Rico. En la Figura 4 se presentan un esquema del modelo utilizado.

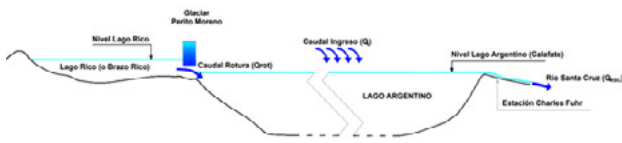


Figura 4.- Esquema del modelo de embalse utilizado.

Se resuelve numéricamente la ecuación de continuidad en el lago Argentino, es decir, las variaciones que se producen en el reservorio producto de los volúmenes que entran y salen del mismo:

$$V_{(t)} = V_{(t-1)} + (Qe_t - Qs_t) * \Delta t \quad [1]$$

Donde:

$V_{(t)}$ = volumen del lago Argentino en un tiempo t .

$V_{(t-1)}$ = volumen del lago Argentino en un tiempo $t-1$.

$Qe_{(t)}$ = caudal entrante al lago Argentino en un tiempo t .

$Qs_{(t)}$ = caudal saliente del lago Argentino en un tiempo t . Este caudal se obtiene a partir de una ley que vincula el nivel del lago Argentino con los caudales en Charles Fuhr.

Δt = intervalo de tiempo.

El caudal entrante al reservorio ($Qe_{(t)}$) resulta de la sumatoria de los siguientes ingresos:

$$Qe_{(t)} = Qr_{(t)} + QLLEO_{(t)} + QLA_{(t)} \quad [2]$$

Donde:

$Qr_{(t)}$ = caudales asociados al desembalse rápido del lago Rico.

$QLLEO_{(t)}$ = aportes del río La Leona.

$QLA_{(t)}$ = aportes del resto de la cuenca del lago Argentino.

Para resolver la ecuación 1 es necesario construir las leyes altura-volumen del lago Argentino y lago Rico. Para este propósito, se emplearon imágenes satelitales (Landsat 8) e información radar (SRTM).

Resultados

Tomando como base los desembalses históricos que se han producido por la rotura del glaciar Perito Moreno, de los cuales se cuenta con registros, se construyó una curva adimensional que permite caracterizar la variación del nivel del lago Rico (h) en función del tiempo (Figura 5). Como parámetros adimensionales se tomaron el máximo desnivel de cada evento (ΔH) y la duración total del mismo (D). Luego, conocida la ley altura-volumen del lago Rico es posible determinar los caudales asociados al desembalse rápido ($Qr_{(t)}$).

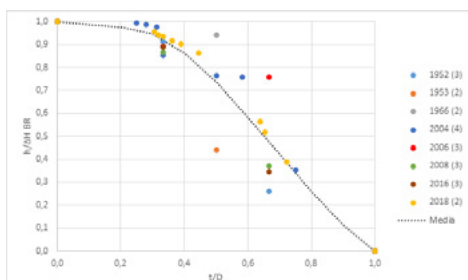


Figura 5.- Curva adimensional de variación del nivel del lago Rico (h) durante los eventos de rotura del glaciar Perito Moreno.

Los resultados que se obtienen del modelo de simulación de embalse (ecuación 1), y que pueden ser validados con datos de campo, son los niveles del lago Argentino (estación El Calafate) y los caudales en el río Santa Cruz (estación Charles Fuhr). En la Figura 6 se muestran los niveles del lago Argentino en función del tiempo luego de iniciado el evento de desembalse del año 2018.

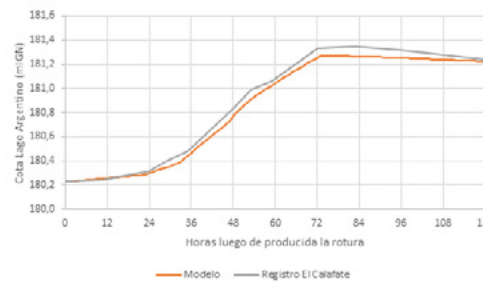


Figura 6.- Niveles del lago Argentino en función del tiempo luego de iniciado el evento de desembalse del año 2018 (modelado y registros).

Como resultado final de este trabajo se obtuvo una familia de curvas con el objetivo de pronosticar el caudal máximo del río Santa Cruz, conociendo el nivel del lago Rico y el lago Argentino (Figura 7), cuando se produce la rotura del glaciar Perito Moreno.

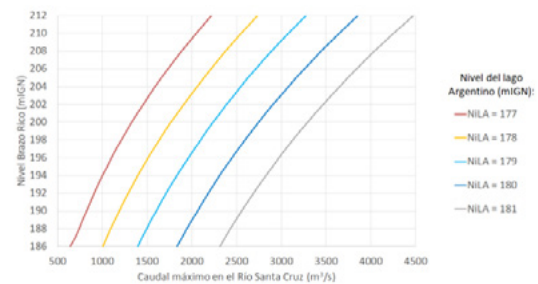


Figura 7.- Pronóstico de crecidas del río Santa Cruz frente a eventos de rotura del glaciar Perito Moreno.

Conclusiones

En este trabajo se presenta un análisis detallado de los eventos de rotura del glaciar Perito Moreno durante los últimos 60 años y sus consecuencias hidrológicas sobre los caudales del río Santa Cruz. Los registros históricos muestran desniveles máximos en el lago Rico de 24.5 m (1956) e incremento de caudales de hasta 1440 m³/s (1988), duplicando el caudal de base previo a la rotura.

Se confeccionó un modelo de simulación de embalse que permite pronosticar los hidrogramas de crecida en el río Santa Cruz producto de los desembalses rápidos que ocasiona la rotura del glaciar Perito Moreno. Los resultados obtenidos presentan una muy buena concordancia con las observaciones de campo, con diferencias en los caudales pico del orden del 6% para crecidas superiores a 1700 m³/s (superiores a 5 años de recurrencia).

Finalmente, no debe perderse de vista la complejidad hidrológica de la cuenca en estudio, que involucra el deshielo de glaciares, derretimiento de nieve y aportes de lluvias interactuando con el sistema lacustre.

Referencias

- Lenzano, M. G., Lannuttia, E., Tothb, C., L., L., Lo Vecchia, A., Falaschia, D., & Vich, A. (2018). Analyzing the oscillations of the Perito Moreno Glacier, using time-lapse image sequences. Cold Regions Science and Technology
- Nichols, R., & Miller, M. (1952). The Moreno Glacier, Lago Argentino, Patagonia. Advancing glaciers and nearby simultaneously retreating glacier. Journal of Glaciology. (Chang, 1988).