



## **I CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN SISTEMAS ACUÁTICOS, CChIASA**

### **REPRESENTACIÓN DE LA HIDROLOGÍA GLACIAR DE LA CUENCA DE RÍO MAIPO A TRAVÉS DE UN MODELO HIDROLÓGICO SIMPLIFICADO**

**ENZO AGUILERA<sup>1</sup>**  
**JAMES MCPHEE<sup>2</sup>**

#### **RESUMEN EXTENDIDO**

Los Glaciares cumplen un importante rol en la regulación del régimen hidrológico de cuencas montañosas en climas mediterráneos, puesto que son capaces de almacenar un gran volumen de agua dulce y entregarlo en los meses estivales. Gran parte de los glaciares, sin embargo, han ido reduciendo su superficie considerablemente en los últimos años (efecto potenciado por los aumentos de temperatura producto del cambio climático), fenómeno apreciable a lo largo de todo Chile, por lo que es de gran importancia conocer el estado actual y futuro de estas masas de hielo.

Se implementó un modelo hidrológico semi-distribuido, desarrollado en el software de modelamiento "WEAP" cuyo objetivo es simular el comportamiento glaciar de las sub cuencas del río Olivares, Volcán y Maipo en las Hualtatas, en la cuenca alta del río Maipo. El software incluye un módulo especial para glaciares (Vergara et al., 2011) que permite aplicar fórmulas de acumulación y derretimiento de hielo, tanto para glaciares cubiertos como descubiertos, para cada una de las HRU (Unidad de respuesta Hidrológica) de estudio, que en este caso corresponde a bandas de elevación separadas cada 500 metros de altura, para cada sub cuenca.

En su formulación original, el modelo no entrega resultados representativos para todas las sub cuencas de estudio, entregando una tasa de derretimiento y caudales menores a los observados en terreno. Una de las hipótesis que explica estos resultados es que las temperaturas ingresadas al modelo no son representativas de la realidad. En un comienzo se obtuvo las temperaturas promedio de cada una de las HRU's mediante el método del gradiente térmico, aproximación generalmente aceptada para este tipo de estudios. Sin embargo se omiten muchas variables al aplicar este método, por lo que en este trabajo se utilizan datos de percepción remota para obtener una representación más confiable de la realidad.

La información de percepción remota se obtuvo del sensor MODIS, presente en los satélites Aqua y Terra. Específicamente se utilizaron los productos MOD11A1/MYD11A1, para obtener la temperatura promedio del suelo y MOD10A1/MYD10A1 con el fin de conocer el tipo de cubierta de cada uno de los pixeles de estudio. Luego para transformar esta temperatura superficial del suelo a temperatura promedio del aire, se aplicó un proceso de escalamiento, utilizando la información de varias estaciones meteorológicas (ubicadas en zonas no glaciares y en zonas de glaciares descubiertos y cubiertos), de manera de poder encontrar una correlación entre ambas temperaturas (figura 1). Tanto para la zona no glaciar como para la zona de glaciares cubiertos se realizó un análisis por separado de acuerdo al tipo de cubierta detectada, dado que la correlación entre temperatura del suelo con la

---

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile. Contacto: e.aguilerapettinelli@gmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile. Contacto: jmcphoe@u.uchile.cl



temperatura del aire cambia al existir presencia nival. Como resultado se obtuvieron mayores temperaturas para la mayor parte de las URH's, lo que se traduce en un mayor derretimiento de nieve/hielo y un mayor caudal proveniente de superficies glaciares (Ver Figura 2).

Otro punto estudiado es la transformación de volumen a superficie glaciar. El modelo utiliza actualmente una aproximación encontrada por Bahr et al. [1997], que relaciona tanto la superficie como el volumen glaciar. Esta relación debe aplicarse a cada uno de los glaciares de estudio de manera independiente. Sin embargo la formulación actual requiere la aplicación de esta fórmula a la superficie glaciar total presente en cada una de las HRU's de estudio, dando como resultado una sobreestimación del volumen glaciar total.

Como resultado final de este trabajo de estudio se espera obtener un diagnostico fiable del estado actual de los glaciares de las cuencas de estudio, así como la contribución de estos a los caudales de ríos de montaña.

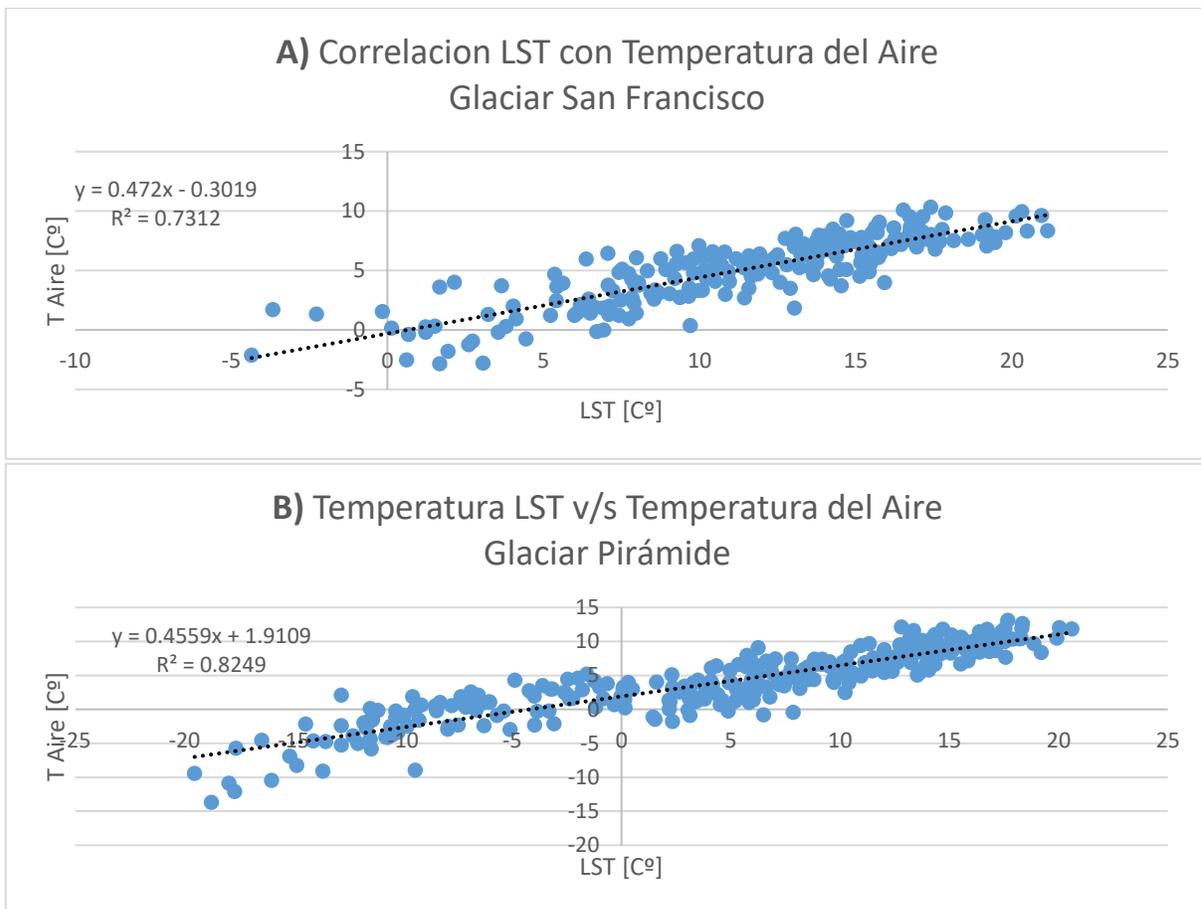


Figura 1: Correlación entre temperatura superficial de la tierra (obtenida con los datos del sensor MODIS) con temperatura del aire medida por estaciones meteorológicas ubicadas sobre: A) glaciar Pirámide, B) glaciar San Francisco.

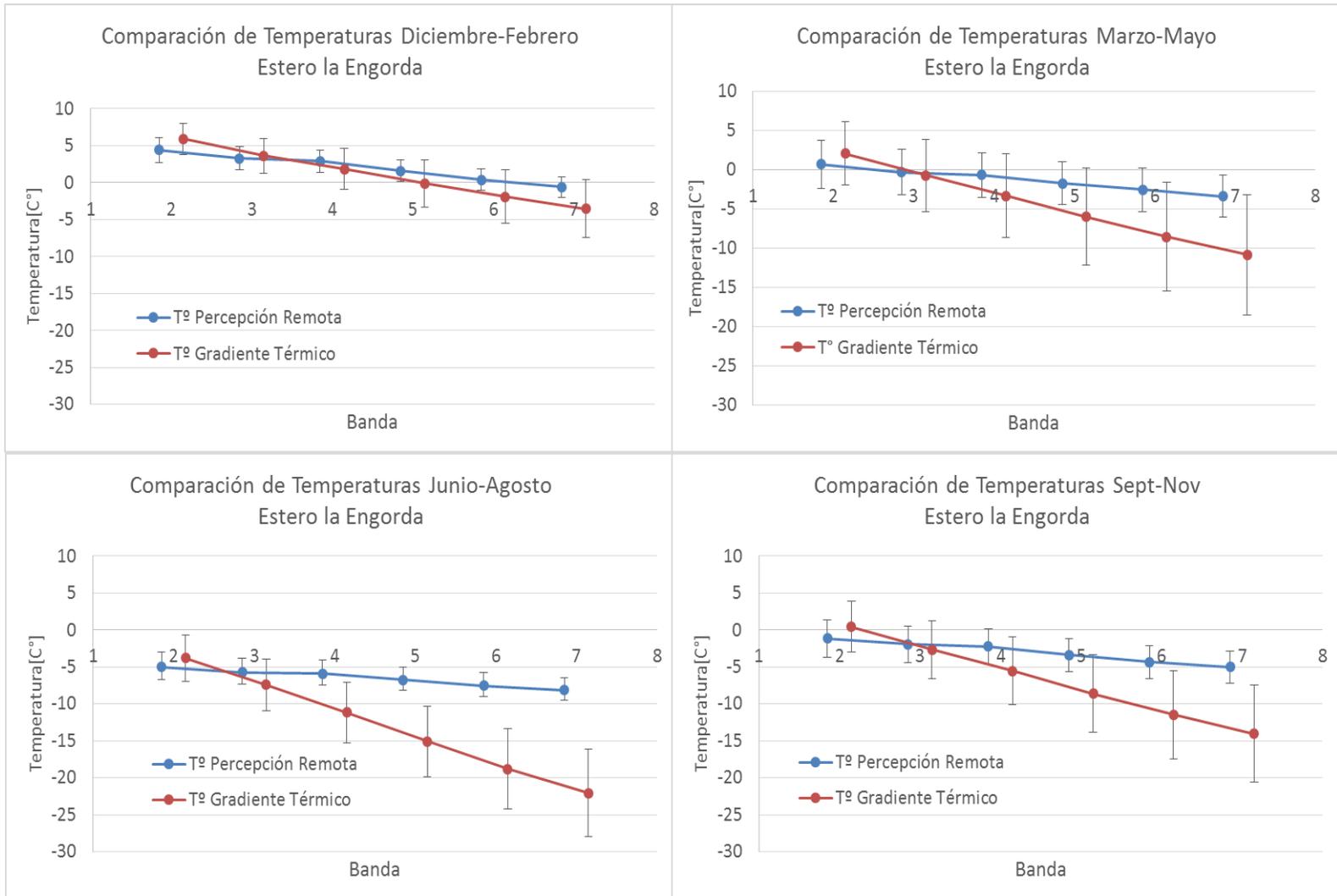


Figura 2: Comparación de temperaturas promedio por temporada obtenidas mediante gradiente térmico (rojo) y percepción remota (azul) sobre superficies glaciares ubicadas en el Estero la Engorda. Las bandas de elevación están definidas cada 500 metros, con la banda 1 correspondiente a la superficie entre los 2500 y 3000 [m.s.n.m.]. En negro se puede observar la desviación estándar de ambas series de temperatura.



## Referencias

Bahr, D. (1997). The physical basis of glacier volume-area scaling. *Journal of Geophysical Research*, 102(B9), 355–362.

Vergara, W., Deeb, A., Leino, I., Kitch, A., & Escobar, M. (2011). *Assessment of the Impacts of Climate Change on Mountain Hydrology* (p. 184).