



I CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN SISTEMAS ACUÁTICOS, CChIASA

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA COBERTURA DEL SUELO, EXPOSICIÓN Y ALTITUD SOBRE LA ACUMULACIÓN Y DERRETIMIENTO DE NIEVE, MEDIANTE MODELACIÓN HIDROLÓGICA, EN LA CUENCA DE VALLE HERMOSO, REGIÓN DEL BÍO-BÍO, CHILE.

MARLENE HUERTA SANDOVAL¹
JAMES MCPHEE TORRES²

RESUMEN EXTENDIDO

Dada la importancia funcional de la nieve como reserva de agua para el ser humano y los ecosistemas que sustenta, es necesario aumentar el conocimiento y la investigación de los procesos que afectan e interactúan en la acumulación y derretimiento de nieve, donde uno de los principales componentes de interacción en ecosistemas nivales es la vegetación, debido a su influencia en procesos como la intercepción de la nieve e intercambio energético.

Las investigaciones de la interrelación bosque-nieve, se han enfocado en el hemisferio norte (Clark *et al.*, 2011; Lundquist *et al.*, 2013; Sturm, 2015) en ecosistemas alpinos predominadas por bosques de coníferas. Un ejemplo de esto, es el estudio realizado por Molotch, 2009, donde se desarrolló un método de reconstrucción del SWE, en la cabecera del río Grande, Estados Unidos. Esta situación es bastante distinta a los ecosistemas altoandinos que presenta el sur de Chile, donde existen condiciones físicas y ambientales heterogéneas, predominadas por bosques con especies variadas de hoja caduca en condiciones fisiográficas y climáticas específicas (Figura 1) (Global Forest Watch, 2002).

La presente investigación se realizará en la cuenca de Valle Hermoso que posee una extensión de 4,2 km², perteneciente a la zona alta de la cuenca del Río Renegado, Región del Bío-Bío, cuyo régimen es de tipo nivo-pluvial (DGA, 2004). En ella se definieron cuatro sub-áreas que poseen características homogéneas en su geomorfología, cobertura de suelo, microclima, entre otras, lo que resulta en un comportamiento hidrológico específico en dicha sub-área (Flügel, 1997). Estas sub-áreas presentan diferente elevación, exposición y cobertura vegetal.

El objetivo de esta investigación es evaluar la respuesta hidrológica en cuatro puntos de la cuenca, considerando el efecto de la cobertura del suelo, la exposición y altitud sobre las diferencias en el SWE, tasas de derretimiento y número de días con nieve en la cuenca.

¹Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile/
lissp3@ug.uchile.cl

²Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile /
jmcphée@u.uchile.cl



Para esto se midieron variables nivometeorológicas, cada media hora, como altura de nieve, humedad relativa del aire, humedad de suelo y temperatura del aire, a través de una red de estaciones ubicadas en estos cuatro puntos de la cuenca en zonas con y sin vegetación, para diferenciar los procesos nivales a distintas elevaciones, exposición y cobertura vegetal. El periodo de análisis corresponde a las temporadas de invierno 2015 y 2016, a escala diaria. Además, se realizó una caracterización de las propiedades de la nieve, como densidad, temperatura y tamaño de grano, mediante calicatas nivales a lo largo de cada temporada, para transformar la altura de nieve en un Equivalente de Agua Nieve (SWE, por sus siglas en inglés).

Esta investigación muestra que existen diferencias significativas entre cada URH y zonas donde no hay vegetación respecto del bosque, ya que, analizando la máxima acumulación, en promedio existe un 32% menos de nieve en el bosque respecto al claro, para la temporada 2015, mientras que para la temporada 2016 hubo un 22% menos de nieve en la zona con bosque. Por otra parte, las diferencias en el máximo SWE son de 26.9% más en claros que en bosque, durante el 2015 y durante el 2016 los claros acumulan un 24.8% más SWE que en bosques.

Por otra parte, la acumulación de nieve presentó una correlación positiva con la elevación, siendo esta variable un control primario para explicar la variabilidad de la profundidad de nieve. Además, en menores elevaciones la exposición juega un rol importante en la acumulación y derretimiento de nieve, donde se observaron mayores diferencias, mientras que en mayores elevaciones el efecto de la exposición es menos diferenciable.

Respecto a la duración de la nieve, ésta incrementa con la elevación, y decrece con el incremento de la radiación, generando una correlación negativa entre la exposición solar y el número de días con nieve.

Finalmente, las tasas de derretimiento son levemente mayores en zonas sin vegetación que en bosques, la cual aumenta con la mayor exposición solar. Por lo tanto, es posible apreciar un efecto de sombra por el bosque que disminuye el derretimiento de la nieve.

Unos de los pasos futuros es utilizar el modelo distribuido DHSVM, el cual será calibrado y validado con el equivalente de agua de nieve (SWE), para cada punto de medición y comparar con los resultados observados (Wigmosta *et al.*, 2013).

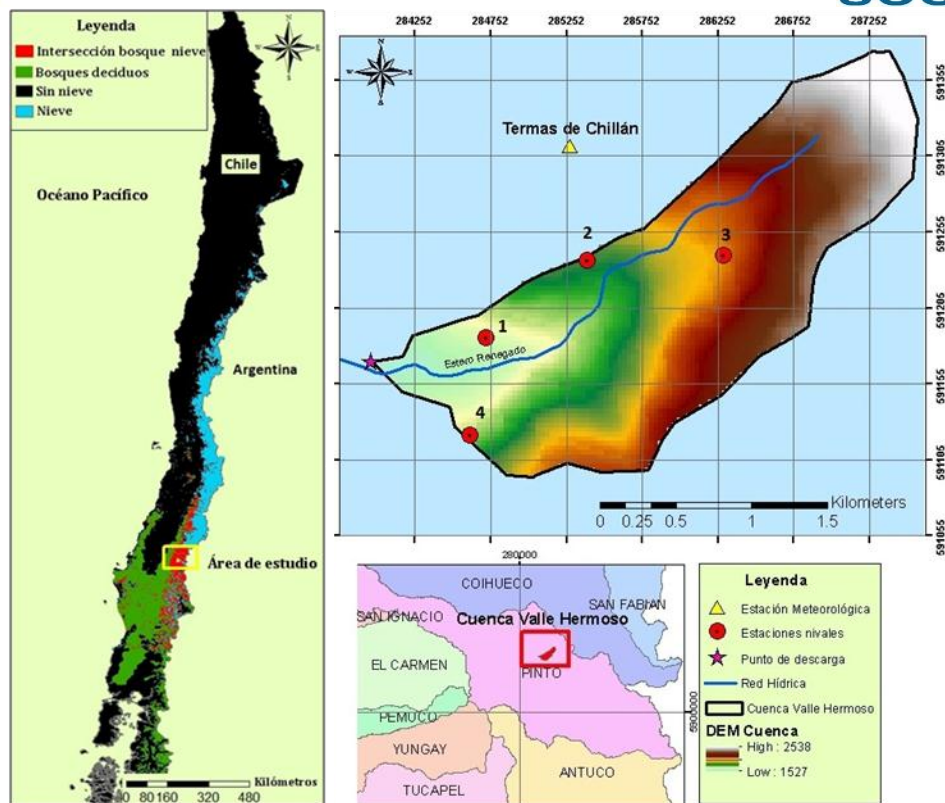


Figura 1: Área de estudio y estaciones de medición.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen al proyecto “*Advancing drought and avalanche social preparedness through multiscale snow measurements and models*” financiado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt).

Referencias

Clark, M., J. Hendrikx, A. Slater, D. Kavetski, B. Anderson, N. Cullen, T. Kerr, E. Hreinsson, y R. Woods., 2011. Representing spatial variability of snow water equivalent in hydrologic and land-surface models: A review, *Water Resources Res.*, 47, W07539.

DGA (Dirección General de Aguas), Chile., 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad: Cuenca del río Itata. [On-line]. Disponible en el WWW: http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Itata.pdf. Citado: 4 de noviembre de 2015.

Flügel, W.A., 1997. Combining GIS with regional hydrological modelling using hydrological response units (HRUs): An application from Germany. *Mathematics and Computers in Simulation*, 43, 297-304.



Global Forest Watch. 2002. Chile's frontier forests: conserving a global treasure. Santiago, Chile. 55p.

Jost, G., M. Weiler, D. Gluns y Y. Alila. 2007. The influence of forest and topography on snow accumulation and melt at the watershed-scale. *Journal of Hydrology* (2007) 347, 101–115.

Lundquist, J. D., S. E. Dickerson-Lange, J. A. Lutz, and N. C. Cristea., 2013. Lower forest density enhances snow retention in regions with warmer winters: A global framework developed from plot-scale observations and modeling, *Water Resources Res.*, 49, 6356-6370.

Molotch, N. P., 2009. Reconstructing snow water equivalent in the Rio Grande headwaters using remotely sensed snow cover data and a spatially distributed snowmelt model. *Hydrological Processes*, 23(7), 1076-1089.

Nuttle, W., 2002. Is ecohydrology one idea or many? *Hydrological Sciencis-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 47(5), 805 – 807.

Sturm, M., 2015. White water: Fifty years of snow research in WRR and the outlook for the future, *Water Resour. Res.*, 51.

Wigmosta M., Nijssen M. y P. Storck., 2013. The Distributed Hydrology Soil Vegetation Model. Capítulo 2. [On-line]. Disponible en el WWW: <http://www.hydro.washington.edu/Lettenmaier/Models/DHSVM/documentation.shtml>. Citado: 5 de noviembre de 2015.