



II CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN SISTEMAS ACUÁTICOS, CChIASA

VARIABILIDAD Y ESCENARIOS FUTUROS PARA EL POTENCIAL HIDROELÉCTRICO EN BASE A INFORMACION FLUVIOMÉTRICA Y TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

ARRIAGADA P.¹
DIEPPOIS B.²
SIDIBE M.²
LINK O.³

RESUMEN EXTENDIDO

El potencial hidroeléctrico de un área puede ser estimado principalmente por dos variables: el desnivel y el caudal del río, siendo este último el que presenta mayor variabilidad temporal. Los métodos existentes para estimar el potencial hidroeléctrico se basan en sistemas de información geográfica (GIS), para cuantificar el desnivel y en modelos hidrológicos para estimar el caudal. El potencial estimado como el producto entre el desnivel y el caudal puede proyectarse mediante un escalamiento de las proyecciones esperadas para la precipitación y temperatura atmosférica (Soulis *et al.* 2016 y Pandey *et al.* 2015). Sin embargo, los métodos de proyección de potencial hacia el futuro se enfocan en localizar las mejores ubicaciones para desarrollar proyectos hidroeléctricos y no en reproducir la variabilidad interanual del recurso, necesaria para un desarrollo sustentable (Engeland *et al.* 2017). Este estudio presenta un método alternativo para desarrollar predicciones futuras del potencial hidroeléctrico a la escala de cuenca, utilizando un método estadístico basado en correlaciones entre el potencial hidroeléctrico histórico y la variabilidad climática de gran escala, que permite explorar la variabilidad interanual del recurso hidroeléctrico.

El potencial hidroeléctrico fue estimado desde 1970 hasta 2016 en las cuencas de los ríos Maipo, Maule, Bío Bío y Bueno, utilizando modelos de elevación digital SRTM procesados con el software ArcGIS v10.4.1 y en base a series reconstruidas de caudal diario con el método propuesto por Breiman (2001) y modificado por Stekhoven & Bühlmann (2012). La variabilidad climática de gran escala fue representada por la temperatura superficial del mar (SST por sus siglas en inglés) obtenida desde la base de datos ERSST.v5 del NCDC (1970 – 2016). Finalmente se generaron escenarios futuros para el potencial hidroeléctrico

¹ Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Concepción, Chile. parriagada@udec.cl

² Centre for Agroecology, Water and Resilience (CAWR), Coventry University, UK.
bastien.dieppois@coventry.ac.uk

³ Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción, Chile. olink@udec.cl



hasta el año 2050 utilizando las predicciones para SST de 15 modelos de circulación global (GCM) del escenario de concentraciones de gases de efecto invernadero RCP4.5 y las correlaciones históricas obtenidas entre SST y el potencial hidroeléctrico.

Los resultados muestran una fuerte variabilidad del recurso, por ejemplo, en el año 1997 el potencial alcanzó 7,15 y 8,71 GW en las cuencas de los ríos Maule y Bío Bío, el cual se reduce drásticamente en el año 1998 a 2,58 y 2,59 GW respectivamente (Figura 1). Además se observaron tendencias decrecientes significativas para el potencial hidroeléctrico en las cuatro cuencas en estudio, que van desde -22 MW/año en el río Bueno hasta -47 MW/año en el Bío Bío.

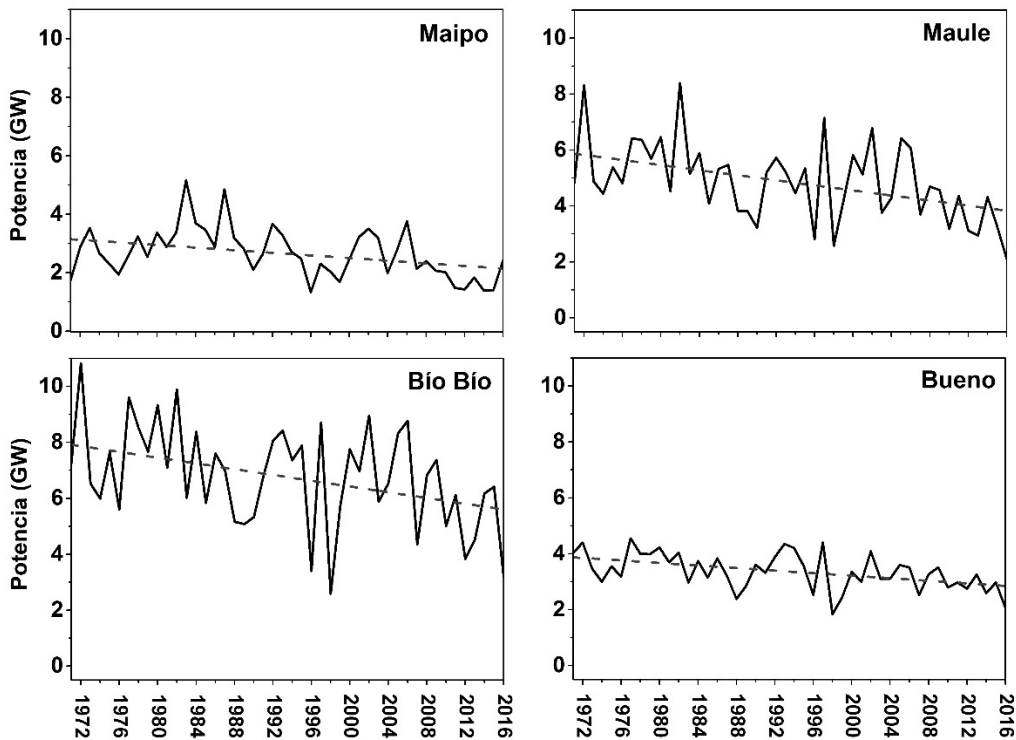


Figura 1: Potencial hidroeléctrico desde 1970 hasta 2016 para las cuencas del río Maipo, Maule, Bío Bío y Bueno. La línea segmentada representa la tendencia para el potencial.

Por otro lado, el potencial hidroeléctrico muestra correlaciones directas significativas con el fenómeno del niño (ENSO) a escala interanual, directas significativas con la oscilación decadal del pacífico (PDO) en el caso del Maipo, inversas significativas con la oscilación antártica (SAM) y la oscilación multidecadal del atlántico (AMO) para el caso del Maule, Bío Bío y Bueno (Figura 2).

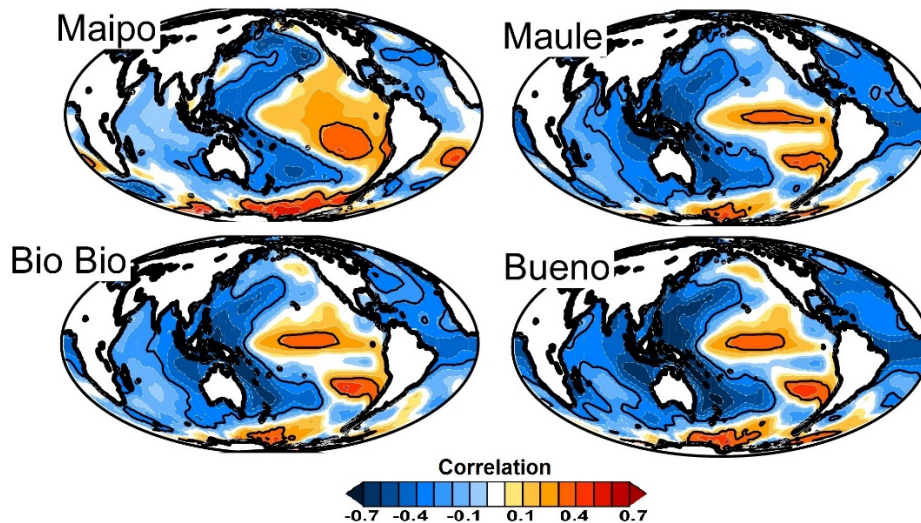


Figura 2: Correlación entre el potencial hidroeléctrico anual y la temperatura superficial del mar.

Finalmente, los escenarios futuros para el recurso muestran un importante potencial hidroeléctrico en los próximos 30 años (línea roja oscura en Figura 3). Sin embargo, las cuencas de los ríos Maule y Bío Bío exhiben una capacidad instalada que supera la energía hidroeléctrica disponible en el año 2050 (línea azul por sobre la roja oscura en Figura 3). Lo anterior se traduce en un importante riesgo de sobreinversión en estas cuencas, y por lo tanto los proyectos actuales y futuros deben analizar alternativas como disminuir el tamaño de las turbinas, con el fin de evitar un aprovechamiento ineficiente del recurso hidroeléctrico.

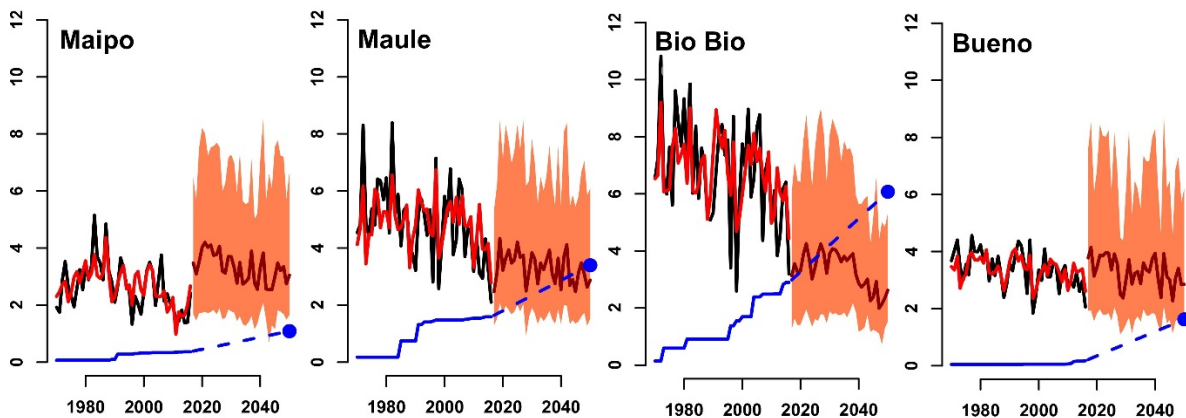


Figura 3: Proyecciones para el potencial hidroeléctrico en las cuencas de los ríos Maipo, Maule, Bío Bío y Bueno. La línea negra y roja representan el potencial hidroeléctrico histórico y el modelo estadístico calibrado; la línea azul representa el desarrollo hidroeléctrico de cada cuenca y azul punteada el potencial hidroeléctrico aprovechable estimado por el Ministerio de Energía (2015). La banda naranja muestra las proyecciones para el potencial según los 15 GCM y la línea roja oscura el valor mediano de las proyecciones



Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen al programa de Doctorado en Energía de la Universidad de Concepción por entregar el apoyo institucional necesario para la investigación.

Referencias

Breiman, L. Random Forests. *Machine Learning* 45 (2001) 5–32.

Engeland, K., Borga, M., Creutin, J.D., François, B., Ramos, M.-H. and Vidal, J.P. Space-time variability of climate variables and intermittent renewable electricity production – A review, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 79 (2017) 600–617.

Ministerio de Energía. 2015. Potencial Hidroeléctrico de Chile. <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/DAANC/> (sitio web consultado en marzo 2018)

Pandey, A., Lalrempuia, D. and Jain, S.K., 2015. Assessment of hydropower potential using spatial technology and SWAT modelling in the MAT River, southern Mizoram, India. *Hydrological Sciences Journal*. 60 (10): 1651-1665.

Soulis, K.X., Manolagos, D., Anagnostopoulos, J. and Papantonis, D. Development of a geo-information system embedding a spatially distributed hydrological model for the preliminary assessment of the hydropower potential of historical hydro sites in poorly gauged areas. *Renewable Energy*. 92 (2016) 222–232.

Stekhoven, D.J. and Bühlmann, P. Missforest-Non-parametric missing value imputation for mixed-type data, *Bioinformatics*. 28 (2012) 112–118.