

TRANSITO DE AVENIDAS EN EL CAUCE NATURAL DEL RIO ICHU MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

David Requena Machuca

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.
E-mail: david_233_2@outlook.com

Resumen

El presente trabajo de investigación realiza el estudio de tránsito de avenidas en el cauce natural del río Ichu mediante una nueva técnica de las redes neuronales artificiales (RNA). Los métodos hidrológico e hidráulico tradicionales para el tránsito de avenidas, para su empleo requieren de diversos parámetros del cauce del río. A diferencia de estos métodos descritos para el tránsito de avenidas, las RNA no requieren de mucha información tan solo requieren de registros históricos anteriores para poder determinar con una exactitud los tránsitos de avenidas.

El estudio se encuentra ubicado en la cuenca experimental del río Ichu, aguas arriba de la ciudad de Huancavelica en un área de 607 km² aproximadamente, desarrollando un modelo calibrado del proceso lluvia-escorrentía, con los datos registrados por las 6 estaciones meteorológicas automáticas (precipitación) y una estación hidrológica (escorrentía) distribuidas en la cuenca y ubicada en la misma ciudad. El modelo HEC-1 se empleó para modelar el proceso de lluvia-escorrentía, alcanzando valores de coeficientes de eficiencia Nash-Sutcliffe (E) iguales a 0.851 y 0.828 para la etapa de calibrado y validación respectivamente; el tránsito de avenidas se realizó con el método hidráulico de Muskingum-Cunge para generar los registros históricos para los 5 tramos del cauce del río Ichu el cual se dividió, obteniendo 39 registros históricos de avenidas en un periodo de 02 años 2016 y 2017. Se construyó RNAs con diversas arquitecturas para entrenar y encontrar la arquitectura que mejor se ajuste a dicho fenómeno, encontrándose a la RNA con la arquitectura 1-5-1 que presenta un mejor ajuste, constituido de una capa entrada con una neurona, una capa oculta con 5 neuronas de función de activación lineal y una capa de salida con una neurona de transferencia lineal, el cual se obtuvo los valores de coeficientes de eficiencia Nash-Sutcliffe (E) iguales a 0.881 en la etapa de entrenamiento y 0.823 en la validación de la RNA.

Introducción

El estudio del cambio de un hidrograma de flujo a medida que viaja por un río o canal se denomina tránsito de avenida, es un tema que ha cobrado mucha relevancia debido a las inundaciones recientemente provocadas por eventos hidrometeorológicos extremos en todo el mundo, es un proceso complejo influenciado por factores como la topografía, la cobertura vegetal, tipo de suelo, características del cauce, presencia de acuíferos, distribución de precipitación y área urbanizada entre muchos otros. Los métodos hidrológico e hidráulico comúnmente utilizados para el tránsito de avenidas presentan limitantes en el análisis de problemas complejos como, por ejemplo, los casos de trenes de avenidas, la presencia de flujos laterales o las uniones de ríos, principalmente en los casos en que no se cuenta con medición hidrométrica de toda la red hidrológica.

El objetivo de la presente investigación es encontrar una arquitectura de RNA que se ajuste al fenómeno de tránsito de avenida en el cauce natural del río Ichu, para lo cual se construyó varias RNAs con diversas arquitecturas para entrenar y encontrar la arquitectura que mejor se ajuste a dicho fenómeno.

Cuenca del río Ichu

La cuenca del río Ichu cuenta con un área de 606.86 km² y un perímetro de 192.62 km considerada una cuenca alargada con altitud más frecuente de 4559 m.s.n.m. pendiente de cuenca promedio de 15.84% y una pendiente de la red hídrica igual a 1.43 %.

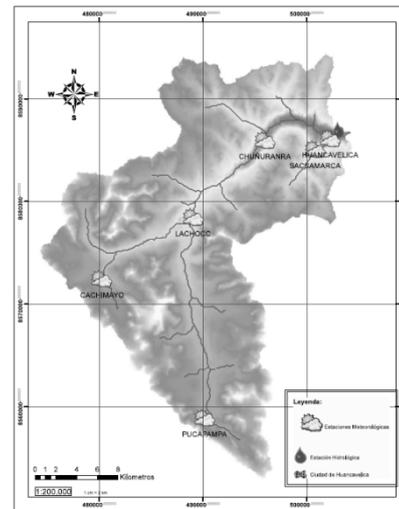


Figura 1.- Cuenca del Río Ichu.

La cuenca experimental del río Ichu se encuentra instrumentada con 06 estaciones meteorológicas y una estación hidrológica.

Modelo de lluvia-escorrentía

El modelo empleado para la calibración y validación del proceso lluvia-escorrentía es el método HEC-1 que utiliza el software HEC-HMS. Los resultados observados se han obtenido realizando procedimiento prueba-error.

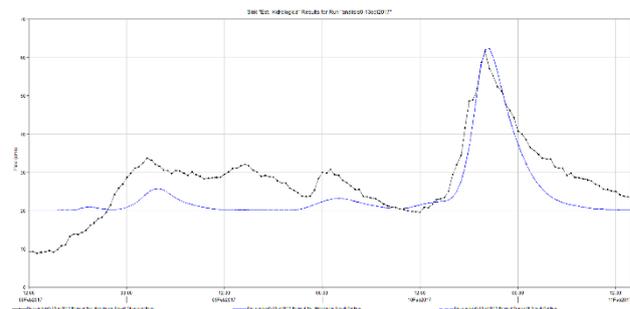


Figura 2.- Calibración del modelo lluvia-escorrentía.

Redes neuronales artificiales

Se construyó RNAs con diversas arquitecturas para entrenar y encontrar la arquitectura que mejor se ajuste a dicho fenómeno.

La arquitectura de las RNAs para el primer análisis será con una capa de entrada, una capa oculta sigmooidal y una capa de salida de función de transferencia lineal.

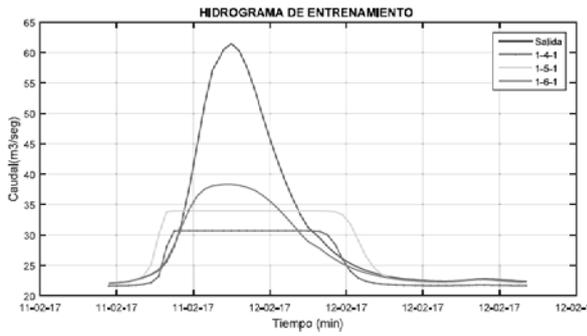


Figura 3.- Entrenamiento de RNA con arquitecturas 1-n-1 (n=4, 5 y 6).

La arquitectura de las RNAs para el tercer análisis será con una capa de entrada, una capa oculta y una capa de salida

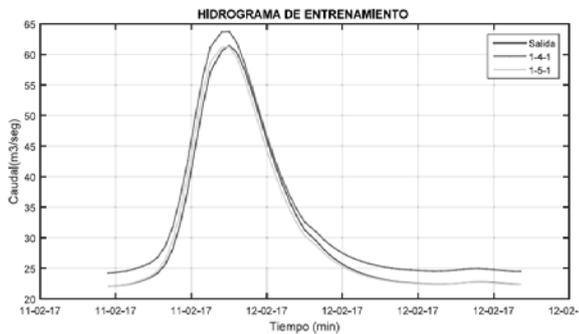


Figura 4.- Entrenamiento de RNA con arquitecturas 1-n-1 (n=4 y 5).

Como se observa en la figura la RNA con arquitectura 1-5-1 presenta un mejor ajuste, constituido de una capa entrada, una capa oculta con 5 neuronas de función de activación lineal, una capa de salida con una neurona de transferencia lineal, como se observa en la figura 4.

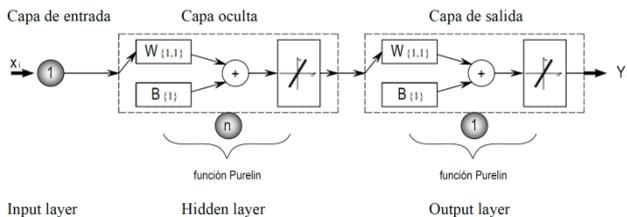


Figura 5.- RNA con arquitectura 1-n-1.

Validación de la RNA

En el siguiente paso se procedió a la validación y aplicación de la RNA con la arquitectura 1-5-1, en los diferentes tránsitos de avenidas en el cauce del río Ichu en sus diferentes tramos.

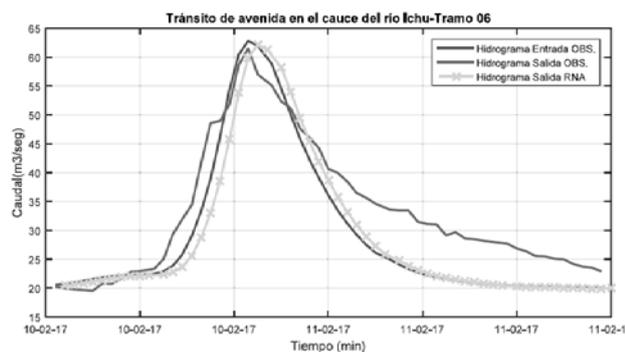


Figura 6.- Tránsito de avenida en tormenta 10-11 Febrero 2017.



Figura 7.- Validación de la arquitectura de RNA 1-5-1 en Trenes de avenidas.

Discusión

Durante el desarrollo de la investigación se observa que entrenar una RNA con un amplio registro de información garantiza un buen entrenamiento y capacidad de generalización, la cual será capaz de predecir con exactitud las variaciones de las avenidas futuras. Las RNAs es una técnica matemática que funciona como una caja negra capaz de identificar relaciones no lineales complejas entre los datos de entrada y salida, sin la necesidad de conocer la comprensión de la naturaleza del proceso de fenómeno. Las RNA proveen una solución nueva e interesante a la solución de problemas de correlación de variables de entrada y salida en sistemas complejos.

Conclusiones

-El modelo HEC-1 se empleó para modelar el proceso de lluvia-escorrentía, alcanzando valores de coeficientes de eficiencia Nash-Sutcliffe (E) iguales a 0.851 y 0.828 para la etapa de calibrado y validación respectivamente.

- La RNA con la arquitectura 1-5-1 que presenta un mejor ajuste, constituido de una capa entrada con una neurona, una capa oculta con 5 neuronas de función de activación lineal y una capa de salida con una neurona de transferencia lineal, el cual se obtuvo los valores de coeficientes de eficiencia Nash-Sutcliffe (E) iguales a 0.881 en la etapa de entrenamiento y 0.823 en la validación de la RNA.

Referencias bibliográficas

- Barati R., Rahimi S. y Akbari G.** (2012). "Analysis of dynamic wave model for flood routing in natural rivers (Análisis del modelo de onda dinámica de tránsito de avenidas en los ríos naturales)". en *Water Science and Engineering in the Hohai University*.
- Contreras.** (2010). "Tránsito Hidráulico de avenidas por un cauce natural utilizando el método de las características". *Doctorado en Ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Hall M.** (2003). "Flood Forecasting using Artificial Neural Networks (Predicción de crecidas utilizando Redes Neuronales Artificiales)". *UNESCO-IHE Institute for Water. Bangkok, Thailand*.
- Molina.** (2005). "Tránsito de avenidas en cauces mediante redes neuronales artificiales". *Universidad Nacional Autónoma de México*.