

VALIDACIÓN DEL SATÉLITE METEOROLÓGICO CHIRPS EN LA CUENCA RURRENABAQUE-BOLIVIA

Freddy Collarani Anagua y Mauricio F. Villazon Gomez

Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM); Laboratorio de Hidráulica Universidad Mayor de San Simón (LHUMSS).

E-mail: fca_civ@yahoo.es; mauricio_villazon@yahoo.es

Resumen

El presente trabajo, se basa en la validación de los datos de precipitación CHIRPS v2.0 para la cuenca de Rurrenabaque hasta la estación hidrométrica del mismo nombre, la validación se hizo a nivel mensual usando 75 estaciones meteorológicas históricas de precipitación diaria en el período enero 2005 - septiembre 2016.

La metodología empleada consta de tres análisis: i) análisis exploratorio ii) descriptivo con gráficas series de tiempo, boxplot iii) análisis estadísticos y modelación lluvia-escorrentía. CHIRPS a nivel mensual presenta coeficientes de determinación que varían entre 0.42 a 0.91 y coeficientes de predicción alcanzan de 0.24 a 0.9, un error medio absoluto de 22.15 mm, error absoluto medio relativo 25.3mm una eficiencia de predicción de 0.81 un error de bias de 15.5mm. Se calibro un modelo de transformación lluvia-caudal con datos observados, posteriormente se evaluó el comportamiento de la información proporcionada por CHIRPS corregido y CHIRPS sin correcciones, los modelos muestran coeficiente de determinación de 0.84, 0.81 y .83, eficiencia de predicción de 0.84, 0.81 y 0.83 de donde se concluye que la información proporcionada por CHIRPS es aceptable para diferentes estudios hídricos a nivel mensual en región alto amazónica de Bolivia.

Palabras claves: CHIRPS, Precipitación Satelital, Modelamiento hidrológico.

Antecedentes

El sensor CHIRPS es un algoritmo para estimar la distribución de la lluvia en tres dimensiones a partir de la radiación en el espectro visible, CHIRPS en sus siglas en inglés (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station) es una base de datos con 35 años, empezando reportar información desde 1981 hasta el presente, disponible como una nueva base de datos climáticos de precipitación desde principios de 2014; Abarca tres tipos de información: climatologías globales, estimaciones por satélite y observaciones in situ.

El rango de operación en tierra es de 50°S-50°N tomando en cuenta todas las longitudes. CHIRPS incorpora una resolución espacial de 0.05° aproximadamente 5.6 km.

Justificación

La densidad de estaciones meteorológicas no es suficiente para contar con información continua y espacialmente distribuida; existe una demanda creciente de datos meteorológicos en tiempo y espacio, los sensores remotos son una alternativa que produce información confiable y muchos de estos sensores pueden ser utilizados sin costo alguno.

Planteamiento del problema

Las cuencas de Bolivia cuentan con muy poca información meteorológica, la cantidad de estaciones en funcionamiento tienden a disminuir notoriamente desde los años 80, una forma de subsanar podría ser el uso de los sensores meteorológicos, que puede ayudar a contar con información meteorológica.

Objetivo general

Validar la información del satélite CHIRPS en la cuenca de Rurrenabaque hasta la estación hidrométrica del mismo nombre en el departamento de Beni - Bolivia

Objetivos específicos

Analizar la calidad de datos de estaciones meteorológicas de SENAMHI y las del sensor CHIRPS. Validar la información del satélite CHIRPS a nivel mensual a partir de enero de 2005 a septiembre de 2016. Comparar la información proporcionada y corregida por el satélite CHIRPS, con datos de caudales observados mediante un modelo de transformación lluvia escorrentía.

Área de estudio

La cuenca de Rurrenabaque afluente de la cuenca amazónica, el segundo en importancia fluvial en Bolivia. Nace en los Andes de la confluencia de los ríos Alto Beni y Kaka en las proximidades de Puerto Pando. El ancho máximo es de 1069 metros en las proximidades de Rurrenabaque, siendo su ancho promedio de 400 metros.

Ubicación

Políticamente la cuenca de Rurrenabaque limita al sur - oeste con las cuencas del Titicaca y Desaguadero que pertenecen a la cuenca del Altiplano, al este con las cuencas del Caire, Chapare e Isiboro Secure que pertenecen a la cuenca del amazonas, al norte con las cuencas de los ríos Madidi, Colorado y Negro-Beni, de la cuenca del río Madre de Dios, dentro de los departamentos de La Paz, Cochabamba y Beni - Bolivia.

En la Figura 1 se presenta la cuenca del Río Rurrenabaque hasta la estación hidrométrica del mismo nombre.

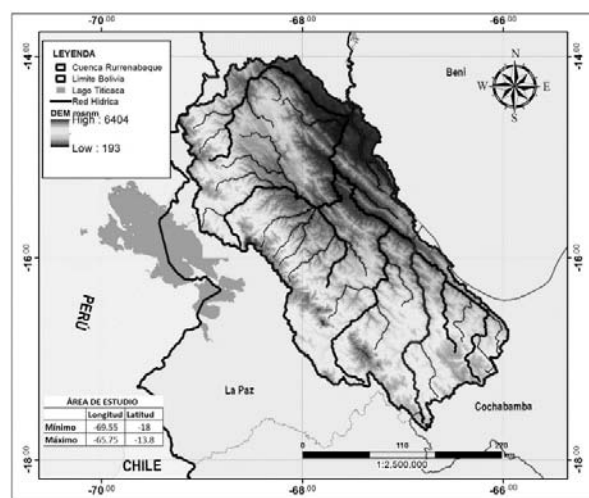


Figura 1.- Ubicación del Cuenca del Río Rurrenabaque.

Descripción metodológica

Se recopiló datos de las estaciones meteorológicas administradas por SENAMHI - Bolivia, la cuales se encuentran dentro o próximas a la cuenca de Rurrenabaque. La información

del satélite CHIRPS fue descargada desde su plataforma, posteriormente se almacenó la información en una base de datos con ayuda del software desarrollado para este proceso.

Se realizó un análisis estadístico de datos, el cual nos ayudará a entender el comportamiento de la información de los datos del algoritmo CHIRPS, en vista que es necesario realizar correcciones a la información, se procedió a corregir con la generación de mapa de errores. Empleando un modelo de transformación lluvia caudal se analizó dos escenarios el primero utilizando la lluvia del satélite CHIRPS sin corregir y el segundo utilizando la misma lluvia con las correcciones realizadas a nivel mensual.

Fuentes de la información

Dentro de la información recopilada se observó la disponibilidad 75 estaciones meteorológicas con datos a nivel diario, registrados con pluviómetros, el periodo de tiempo de registro de dichas estaciones es distinto dependiendo del periodo en el cual fueron instaladas, debido a que muchas estaciones inician sus registros a partir de enero de 2005 se estableció esta fecha de inicio del presente estudio a septiembre de 2016, aceptado hasta un 20 por ciento de vacíos en sus registros, llegando a tener 45 estaciones que cumplen con este requisito.

Aplicación de geoestadística

Con la aplicación de geoestadística se generaron mapas de precipitación a nivel mensual a partir de los datos diarios de las estaciones pluviométricas e información del satélite CHIRPS, los métodos de interpolación utilizados fueron Ordinary Kriging, Inverse Distance Weighted o Moving Average. Para este fin se utilizó la herramienta desarrollada en base a plataforma R y ArcGIS, la cual estima la mejor interpolación. Para realizar la interpolación con la metodología de Kriging Ordinary se ajusta los semivariogramas, mes a mes, caso contrario solo se aplica la metodología de *inverse distance*.

Se generaron mapas de precipitación para diferentes escalas temporales como ser diarios, mensuales y anuales con el fin establecer el grado de similitud entre los datos registrados por SENAMHI y la información del satélite CHIRPS.

Caracterización del error con lluvia estimada por satélite

De los análisis estadísticos realizados se puede concluir que la información del satélite CHIRPS a niveles mensuales subestima a los datos observados y registrados por SENAMHI, cuenta con un error absoluto medio MAE que varía de 10.5 a 64.83 mm con una media de 24.8 mm, un error absoluto medio relativo RMAE que varía de 23 a 64.1mm con una media de 40.3mm, un coeficiente de determinación de que varía de 0.42 a 0.91 con una media de 0.72, raíz referencial del error medio cuadrático RRMSE que varía de 0.32 a 1.05 mm con una media de 0.6mm, la eficiencia de predicción varía de 0.24 a 0.9 con una media de 0.65, un error de BIAS que varía de -31.7 a 48.15mm.

En la figura 2 a) se presenta las precipitaciones acumuladas de CHIRPS, CHIRPS corregido y SENAMHI b) Diagrama de Taylor.

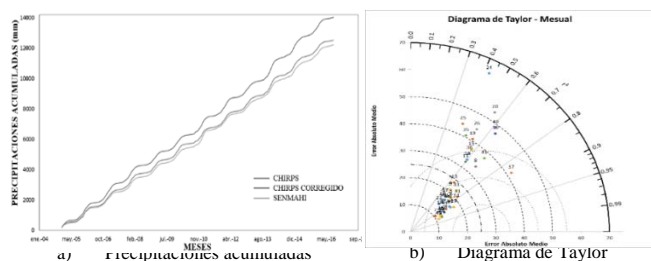


Figura 2.- a) Precipitaciones acumuladas de CHIRPS, CHIRPS corregido y SENAMHI b) Diagrama de Taylor.

Transformación lluvia caudal

Fusionado la información del satélite y los datos observados se realizó correcciones a la precipitación proporcionada por el satélite CHIRPS, las cuales se realizaron estación por estación mes a mes, mediante mapas de errores, en sitios donde no se cuenta con datos meteorológicos no se podrá contar con correcciones de ninguna índole. Después de realizar una corrección a la información del satélite CHIRPS se consiguió un coeficiente de determinación de 0.83

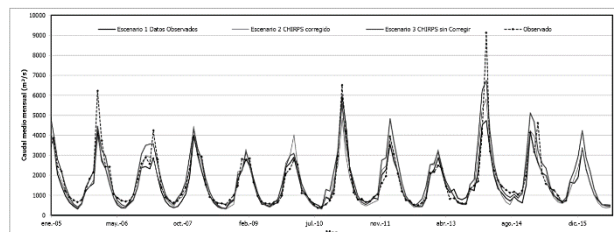


Figura 3.- Comparación de caudales simulados vs observado.

Se calibró un modelo de transformación lluvia caudal (resultados Fig. 3), para un primer escenario se calibró el modelo con los datos de lluvia observados y registrados por SENAMHI, a partir de este modelo utilizando los mismos parámetros de calibración se realizó implemento los escenarios (2y3) cambiando únicamente las precipitaciones del modelo.

Como respuesta del modelo calibrado, se tiene caudales medio simulado que alcanzan a 1569, 1641 y 1900m³/s para los escenarios 1, 2 y 3 respectivamente, el error medio absoluto 316, 362 y 388m³/s, coeficiente de determinación de 0.84, 0.81 y .83, para el escenario 1 se tiene una eficiencia de predicción de 0.82 para el escenario 2 se tiene una eficiencia de predicción de 0.81 y para el tercer escenario se tiene una eficiencia de predicción de 0.80. Se pudo constatar que la información proporcionada por el Satélite CHIRPS es confiable a partir de escalas mensuales, realizando correcciones a los datos del satélite CHIRPS con datos observados se puede obtener una mejor distribución de la precipitación y mejores resultados en un modelo de transformación lluvia caudal.

Utilizando la información del satélite CHIRPS sin realizar correcciones de ninguna naturaleza se puede obtener buenos resultados en un modelo lluvia caudal.

Referencias

- Burrough, P.A. y McDonnell R.A. (1998). Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press. New York: Spatial Information and Geostatistics Series.
- Castiblanco, C. (2002). Manejo y Análisis de Imágenes de Satélite Aplicadas en Estudios Hidrológicos de Cuencas Mediante el SIG-GRASS. Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Ceccato Pietro, Connor S., Dinku T., Kruczkiwicz A., Lessel J., Sweeney A., Thomson, M.C. (2017). Integrating remotely-sensed climate and environmental information.
- Dimitrios Katsanos, A. R. (Mayo 2015). comparison of CHIRPS, TRMM, and E-OBS data is performed over the Mediterranean. Atenas, Greece: National Observatory of Athens.
- Easterling, T. K. (2009). Las condiciones dimáticas extremas: revisión seleccionada y futuras líneas de investigación de Cambio Climático. Mexico, Mexico: pp. 309-325. Obtenido de <http://ezproxy.concytec.gob.pe:2067/1.0.1.023fa:1.005436904097>
- Ebert EE, Janowiak JE, Kidd C. (2007). Comparison of near-real-time precipitation estimates from satellite observations and numerical models. Estados Unidos: Bulletin of the American Meteorological Society.
- Ernesto Bastidas-Obando, Rutger Kassies, Steven Wonink y Maurits Voogt. (Agosto 2015). Sensores remotos y bases de datos meteorológicas para seguros climáticos paramétricos.
- Funk Chris, Pete Peterson, Martin Landsfeld. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations - a new environmental record for monitoring Extremes. EEUU, EEUU: Scientific data.