

# EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS EN EL CAMBIO DEL USO DEL SUELO Y DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS

## AMENAZAS A INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA DEL RÍO TOMBAMBA

Alex Avilés<sup>a</sup>, Alexandra Guanuchi<sup>a</sup>, Jheimy Pacheco<sup>b</sup>, Diego Pacheco<sup>b</sup>, Mario Merchán<sup>b</sup>, Omar Delgado<sup>b</sup>, Carlos Matovelle<sup>c</sup>, Cristian Vintimilla<sup>c</sup>, Paula Cordero<sup>c</sup>, Miriam Reibán<sup>c</sup>.

<sup>a</sup>Universidad de Cuenca, <sup>b</sup>Universidad del Azuay, <sup>c</sup>Universidad Católica de Cuenca.



UNIVERSIDAD  
DE CUENCA



UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY

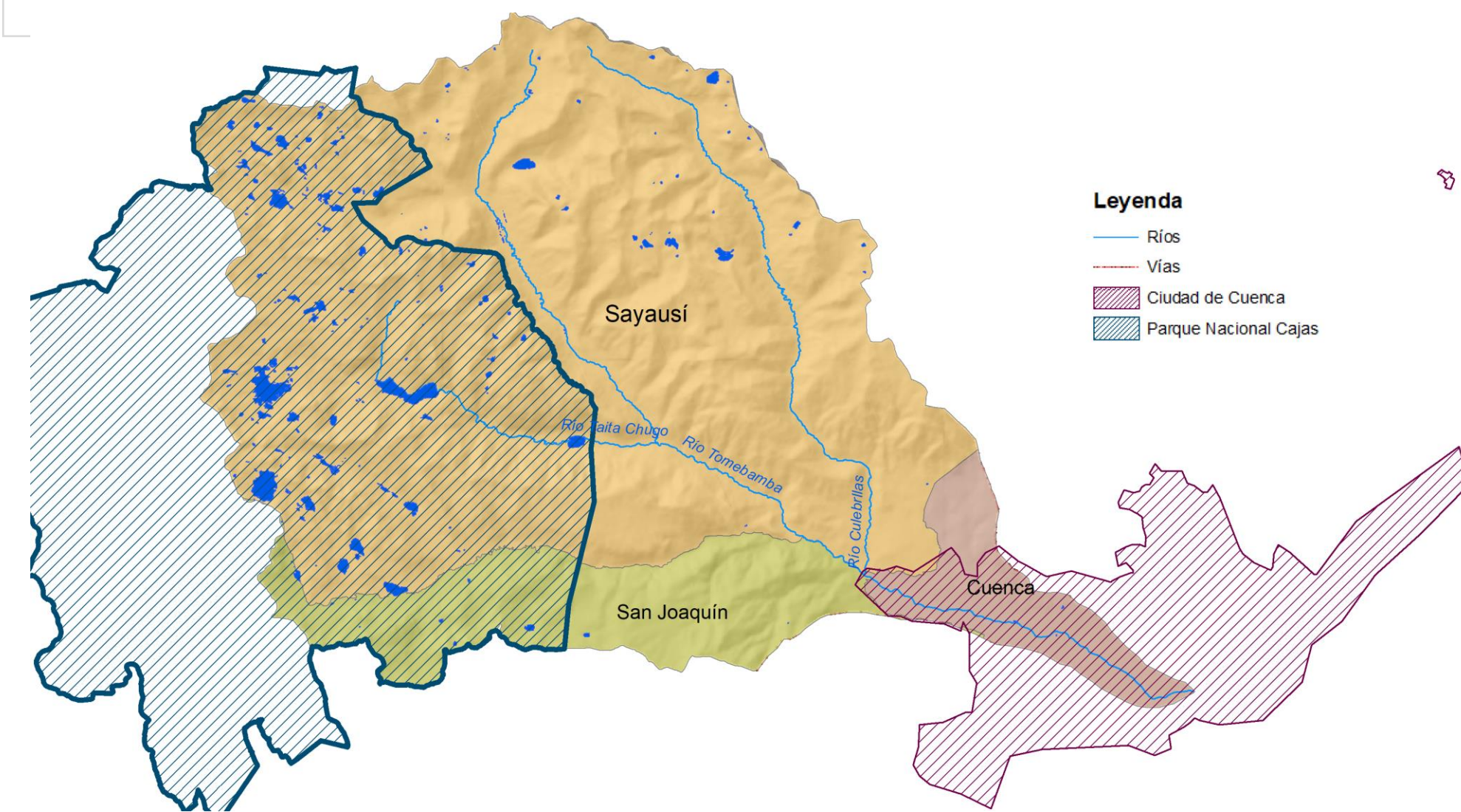


UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE CUENCA



### INTRODUCCIÓN

El cambio de uso del suelo y los cambios en el clima pueden causar alteraciones importantes a nivel mundial. Los efectos de la transformación de ecosistemas naturales en terrenos agropecuarios y posteriormente a zonas degradadas trae consigo efectos como reducción en: la capacidad de regulación hidrológica, en la calidad y cantidad de agua. Incremento en la producción de sedimentos y en las probabilidades de inundación y sequías (Buytaert et al. 2006).



### JUSTIFICACIÓN

En cuencas andinas las partes altas se caracterizan por páramos y humedales considerados muy frágiles y sensibles a las acciones antropogénicas y variaciones en el clima. Las partes medias son utilizadas para actividades agropecuarias y las partes bajas están urbanizadas. Por tanto, los cambios socioeconómicos están ligados a la evolución de la cobertura del suelo y los cambios en el clima pueden acarrear problemas en toda la extensión de las cuencas.

### HIPÓTESIS

Las actividades socioeconómicas que se desarrollan en la cuenca del Tomebamba cambian la cobertura del suelo y el régimen hidrológico. Esto último sumado al cambio climático provocaría inundaciones y sequías que afectarían a la población.

### MATERIALES Y MÉTODOS

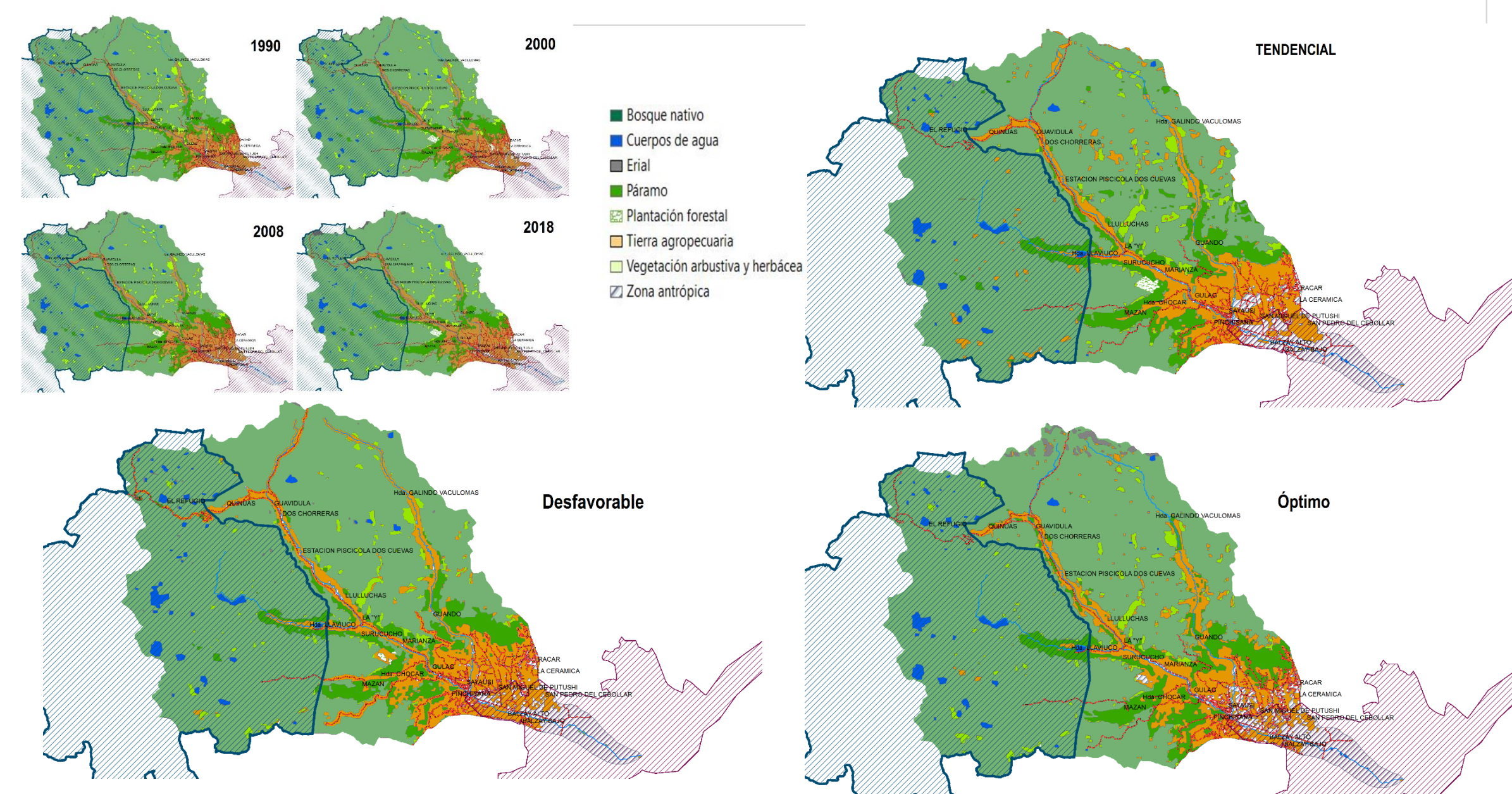
**Cobertura de suelo y actividades socioeconómicas:** Con mapas históricos de 1977, 1990, 2000, 2010, 2018 junto con restricciones: vías, ríos, pendiente, altura, zonas protegidas (PNC), poblamiento y actividades económicas; mediante Cadenas de Markov y Autómatas celulares se proyectaron escenarios al año 2050 (Gosh et al, 2017)

**Clima:** Proyecciones de precipitación y temperatura de modelos climáticos regionales con los escenarios RCP 4.5 y 8.5 fueron utilizados para simular el clima hasta el año 2050. Las proyecciones fueron corregidas mediante un downscaling geoestadístico con corrección de sesgo de intervalos regulares de distribución. (Fang et al., 2018)

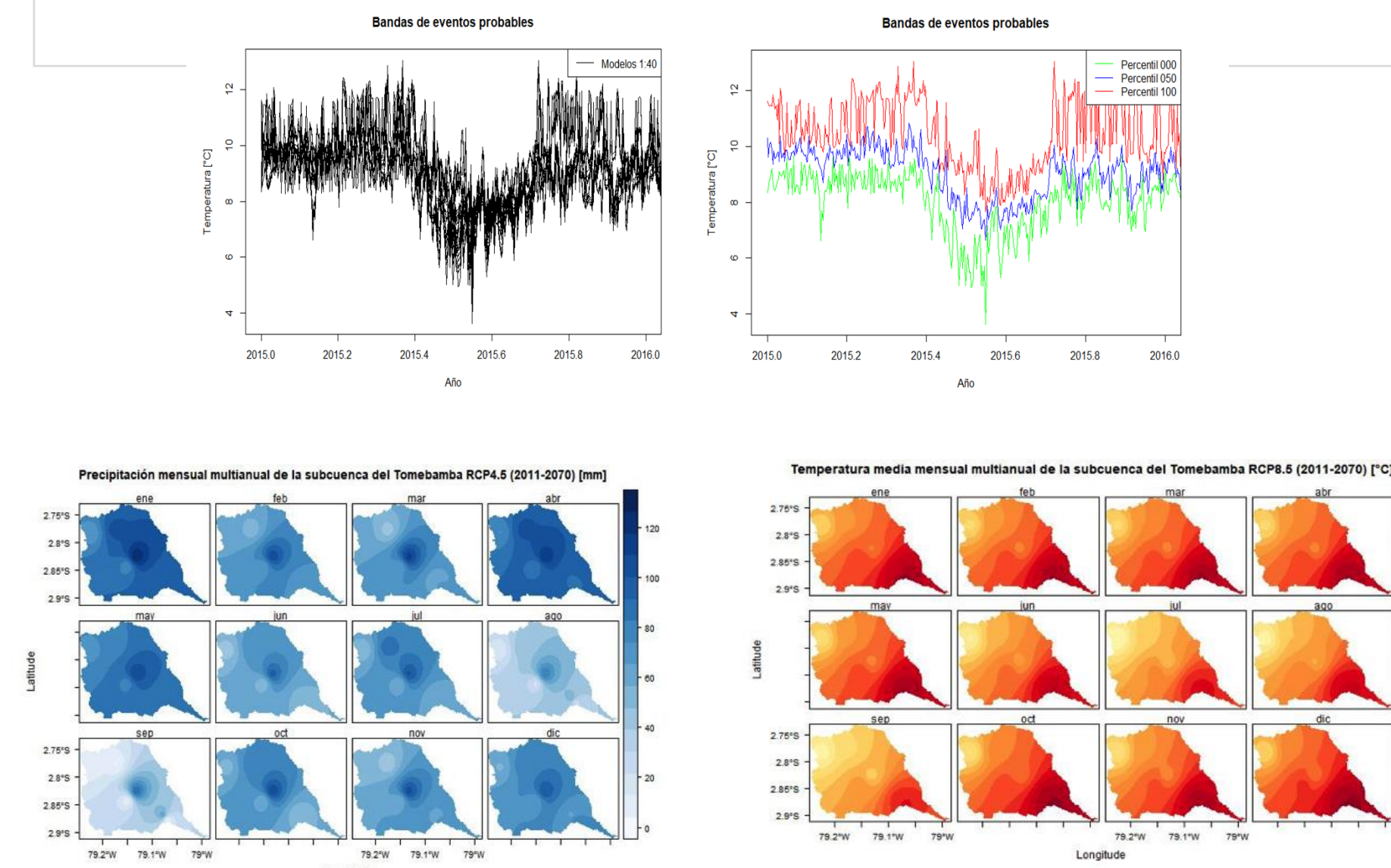
**Hidrología:** Mediante SCS con la asignación de número de curva se obtuvo un modelo hidrológico a escala diaria que permite la evaluación del cambio de uso de suelo y el cambio climático sobre la respuesta hidrológica de la subcuenca (Geetha et al, 2000)

**Hidráulica:** Con las características morfométricas de la cuenca, los datos de la curva de gasto en un punto de monitoreo y el coeficiente de Manning, se obtuvo un modelo hidráulico bidimensional, capaz de emular el tránsito del flujo de agua a lo largo del cauce del río Tomebamba. (Bladé et al., 2014)

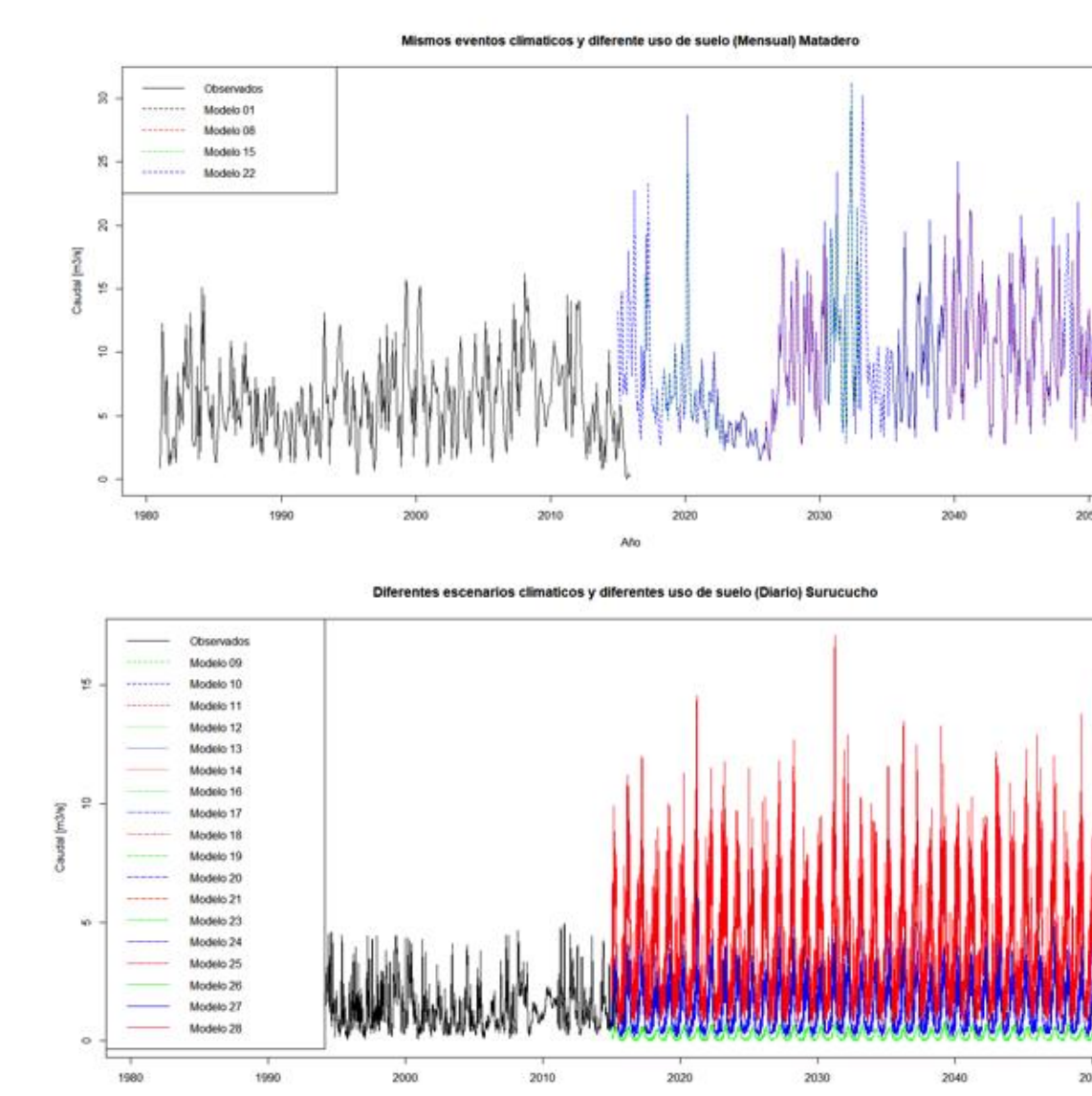
**Cobertura de suelo y actividades socioeconómicas:** Tres escenarios (tendencial, óptimo y desfavorable) considerando variables socioeconómicas validados con un coeficiente Kappa de 0.9.



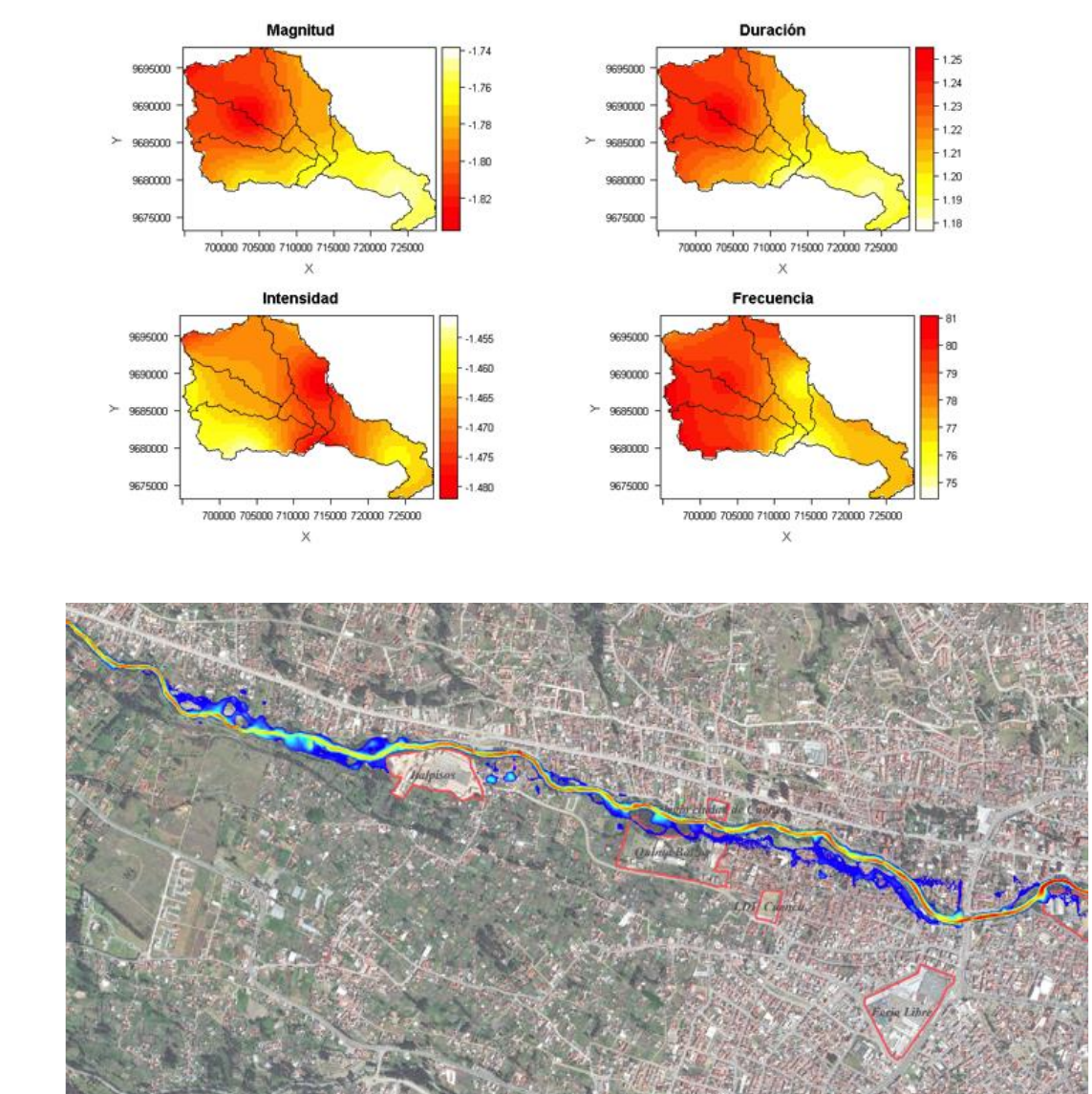
**Clima:** Series climáticas con los valores máximos, medios y mínimos para los escenarios RCP 4.5 y 8.5 en las variables climáticas de precipitación y temperatura a escala diaria.



**Hidrología:** Se obtuvo 28 series de caudal simulados al año 2050 en las estaciones de Surucucho y Matadero.



**Sequías e Inundaciones:** Una variación temporal y espacial muy marcada tuvieron las sequías furoras. En cambio las inundaciones se focalizaron en ciertos puntos de la ciudad de Cuenca, mostrando la vulnerabilidad a estas amenazas



### CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en función a los procesos estudiados y mediante la recolección de la percepción de las comunidades e instituciones se plantearon algunas estrategias y acciones para prepararnos ante las amenazas futuras de sequías e inundaciones derivadas por el cambio del uso del suelo y cambio climático en la cuenca del río Tomebamba. Estas estrategias se idearon desde la experiencia del quehacer público, académico, social y político. La idea más resaltante fue la compensación por servicios ambientales, a los actores locales de la parte alta y media de la cuenca del río Tomebamba, como reconocimiento a su labor de protección de las fuentes hídricas. De esta manera se protegería los recursos naturales y se conservarían los servicios ambientales de la cuenca para nuestra generación y las generaciones futuras.

### AGRADECIMIENTOS

- Corporación ecuatoriana para el desarrollo de la investigación y la academia (CEDIA)
- La Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC)
- El Vicerrectorado de Investigaciones de la Universidad del Azuay - IERSE
- El Vicerrectorado de Investigaciones de la Universidad Católica de Cuenca.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

### REFERENCIAS

- Buytaert, W., Céleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., & Hofstede, R. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 79(1-2), 53-72.
- Ghosh, P., Mukhopadhyay, A., Chanda, A., Mondal, P., Akhand, A., Mukherjee, S., ... & Hazra, S. (2017). Application of Cellular automata and Markov-chain model in geospatial environmental modeling-A review. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 5, 64-77.
- Fang, G., Yang, J., Chen, Y. N., & Zammit, C. (2015). Comparing bias correction methods in downscaling meteorological variables for a hydrologic impact study in an arid area in China. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19(6), 2547-2559.
- Geetha, K., Mishra, S. K., Eldho, T. I., Rastogi, A. K., & Pandey, R. P. (2008). SCS-CN-based Continuous Simulation Model for Hydrologic Forecasting. *Water Resources Management*, 22(2), 165-190. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9149-5>
- Bladé, E., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, E., ... & Coll, A. (2014). Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 30(1), 1-10.