

ESTUDIO DE PROCESOS HIDROLÓGICOS SUPERFICIALES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES APLICANDO EL MODELO GEOESPACIALES GEOQ.

Fernanda J. Gaspari^{1,2}, Fabio A. Montealegre Medina^{2,3}, Sebastián I. Besteiro^{1,2} y Mariano Velazquez¹ y M. Isabel Delgado^{1,4}

¹Cátedra de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

² CEIDE (Centro de Estudio Integrales de la Dinámica Exógena). Facultad de Cs. Agr. y Ftales., UNLP, Arg.

³ Becario de CICPBA, Arg. – ⁴ CONICET, Arg.

fgaspari@agro.unlp.edu.ar, fabio.montealegre@agro.unlp.edu.ar, sebastesteiro@agro.unlp.edu.ar, marianovel88@gmail.com
isabeldelgado@agro.unlp.edu.ar

Introducción

El cambio y variaciones climáticas en las últimas décadas generó interés en analizar el efecto de eventos pluviales a nivel geoespacial con sistemas de información geográfica (SIG), analizando el cambio del uso del suelo en cuencas de llanura. El estudio de esta dinámica superficial con SIG permite el procesamiento de variables hidrológicas, como escurrimiento-infiltración, que pueden ser automatizadas por geoprocesos.

El método de cálculo de lámina de escurrimiento denominado número de curva (NC), fue automatizado, por este grupo de investigadores, con el módulo GeoQ en el software QGIS, donde con dicho proceso, se obtiene la distribución geoespacial de variables hidrológicas como lámina de escurrimiento, infiltración y abstracciones iniciales, y sus coeficientes hidrológicos respectivos.

El objetivo del trabajo fue el estudio espacio temporal de procesos hidrológicos superficiales en áreas urbanas y rurales, aplicando el modelo geoespacial GeoQ.

Materiales y Métodos

El caso de estudio fue la cuenca del A° Las Conchitas, del sudeste del Gran Buenos Aires (Figura 1). Los límites de esta cuenca se definieron en QGIS (QGIS, 2023) mediante el procesado del modelo digital de elevaciones (MDE-Ar v2.1, IGN) y ajuste con cartas topográficas 1:50.000 (IGN, 2023).



Figura 1.- Ubicación de la cuenca

Para el estudio y modelización del escurrimiento superficial se utilizó una actualización de la herramienta de procesamiento automático GeoQ (Montealegre y Gaspari, 2021), con la cual es posible aplicar el método NC (Muñoz Cárpena y Ritter Rodríguez, 2005) para una lámina de precipitación acumulada, distribuida espacialmente en formato ráster, la cual pretende alcanzar una mayor representatividad espacial en el análisis.

El módulo GeoQ, integrado al QGIS, permite la combinación de los parámetros del NC para obtener los coeficientes de escurrimiento, infiltración y abstracciones iniciales para una determinada lluvia. Para ello se considera la Condición de Humedad Antecedente de suelo (CHA) II (medio). El Grupo Hidrológico (GH) fue obtenido de las clases texturales del suelo (Mintegui Aguirre y López Unzú, 1990; Gaspari *et al.*, 2009, 2019), provenientes del Plan piloto de Gestión de las Cuencas Hídricas de Pequeñas Dimensiones, Cuencas Arroyos Conchitas-Plátanos y Baldovinos (UIDD-GA, 2011), y el tipo de cobertura

del suelo fue adaptado de Calvo *et al.* (2014) y verificado mediante técnicas de interpretación sobre imágenes, principalmente Google Earth. Estos parámetros fueron codificados para el modelo GeoQ (Montealegre y Gaspari, 2021). Las capas de imágenes con la precipitación fueron descargadas del CHRS Data Portal, del Centro de Hidrometeorología y Percepción Remota (Saldeghi *et al.*, 2021), con una resolución espacial de 0,25° (aprox. 27,8km). Se definió que la fecha que responde a una lluvia diaria acumulada de mediana intensidad fue 07/02/2014. Es importante señalar que el componente temporal está dado porque las coberturas utilizadas representan los usos del suelo para 5 períodos decádicos entre 1970 al 2020.

Resultados

En la Figura 2 se observa la precipitación diaria acumulada en formato ráster, con una amplitud de 28mm de lámina entre la cabecera y desembocadura de la cuenca. Por su parte, se visualizan los GH que responden a texturas francas a arcillosas, estas últimas concentradas sobre el cauce del A° Las Conchitas, indicando suelos con medio a alto de escurrimiento.

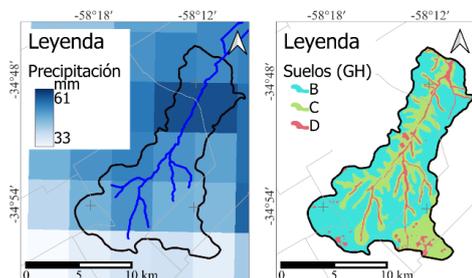


Figura 2.- Mapas de distribución de Ubicación de la cuenca

La distribución espacio-temporal de coberturas del suelo (Figura 3), permite diferenciar dos sectores contrastantes, al sur con mayor superficie de uso rural y, al norte, con un avance intenso de la urbanización en el período de estudio, siendo evidente en el área “Urbano intensivo” por sobre el uso “Semi urbano”, en las décadas 70’ a 80’, y sobre el Rural en el resto del período.

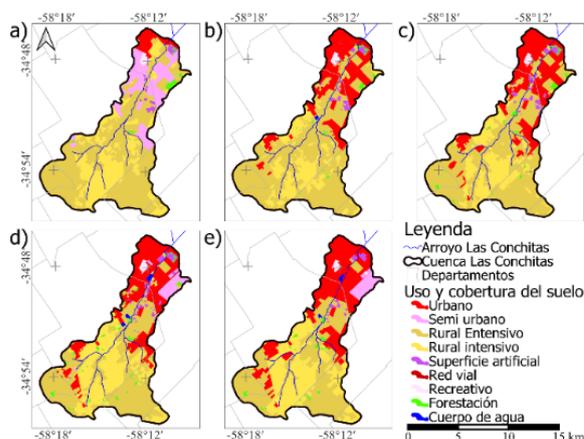


Figura 3.- Zonificación de coberturas: 1970’(a), 1980’(b), 1990’(c), 2000’(d) y 2010’(e).

En el Figura 4 se representa el cambio de uso del suelo, es decir, la variación de la ocupación en superficie de las coberturas en el período. Se estableció que las coberturas dominantes son: Urbano (U), Rural Intensivo (RI) y Rural extensivo (RE), con más del 90% de ocupación, y que estas manifestaron un incremento de superficie, como ser de U (+23,7%) y RI (+3,5%), y un detrimento, en el caso de RE (-17,7%). Sin considerar la década del 70 de este análisis, se visualiza que la tendencia se manifiesta de forma lineal, abarcando un cambio medio decádico de +2,05km² para U; +1,19km² para Semi urbano; +3,33km² para RI, y -6,66km² para RE.

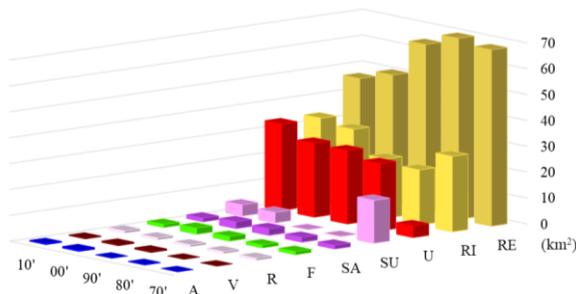


Figura 4.- Cambios del área de las coberturas del suelo en la Cuenca del A° Las Conchitas a lo largo de 5 décadas

Los resultados alcanzados con el GeoQ expresan la zonificación de los coeficientes de escurrimiento, infiltración y abstracciones, indicando que cada escenario temporal representa la respuesta suelo-vegetación sobre el escurrimiento. En la Figura 5, se observa del coeficiente de escurrimiento para la zona de estudio. Se evidencian variaciones leves del coeficiente de escurrimiento (CE), en su escala temporal frente a los cambios de uso del suelo y su interacción con el GH. Esto se debe a que los cambios de cobertura, aunque notorios, no representan grandes variaciones respecto a los coeficientes de escurrimiento, o a los de infiltración y abstracciones, debido a que los valores de NC asignados automáticamente por el modelo, son definidos además por el GH de cada uso, que depende de la distribución del agua en el suelo.

Se estima que la heterogeneidad de las lluvias representa otro factor de variación que dificulta la obtención de resultados contrastantes. En el caso en estudio, se trabajó con láminas diarias acumuladas de mediana intensidad, cuyo mayor valor se registró en el sector norte de la cuenca. La modelización respondió con rangos de escurrimiento medios de la interacción entre el cambio de uso del suelo y la variación geoespacial del GH, donde en la zona norte de la cuenca, el avance de la urbanización sobre el GH B amortiza la producción de escurrimiento, mientras que la zona rural extensiva apoyada sobre GH D, al sureste de la cuenca, mantuvo su CE. Las zonas industriales han generado parches de exceso de escurrimiento, siendo el CE mayor.

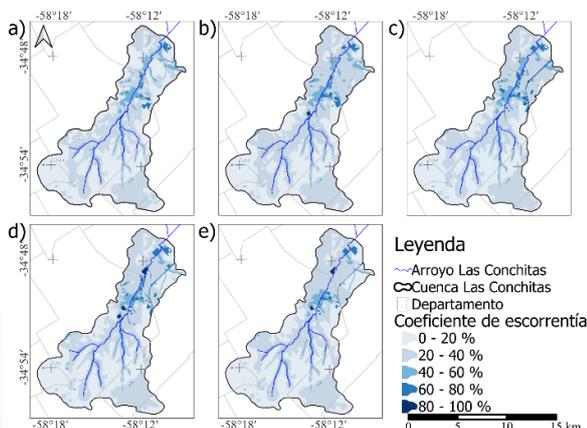


Figura 5.- Evolución de coeficientes de escurrimiento en Cuenca del A° Las Conchitas, décadas 70^a(a), 80^a(b), 90^a(c), 00^a(d) y 10^a(e).

Se concluye que la implementación de imágenes satelitales de la distribución de lluvias permite modelar con mayor precisión y demostrar la heterogeneidad del fenómeno y su respuesta hidrológica ante el complejo suelo-vegetación. Es importante mencionar la necesidad de efectuar trabajos de campo que permitan validar los coeficientes obtenidos en el modelo GeoQ.

El estudio del efecto de los cambios de uso del suelo en la dinámica hídrica de estos ambientes de baja pendiente y cambio de uso de suelo es esencial para un correcto manejo del recurso y para que los tomadores de decisiones sobre los recursos naturales posean elementos de análisis frente a las consecuencias del cambio climático y a las complejidades del avance de la urbanización y ocupación del suelo industrial, que provocan la impermeabilización del suelo.

Referencias

Calvo, G. H., Cipponeri, M., Salvioli, M. L., Trovatto, M. M., y Álvarez, P. (2014). Análisis multitemporal del uso efectivo del territorio en la cuenca del arroyo Las Conchitas-Plátanos. [\[http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/58795\]](http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/58795)

Carpina, R. M., y Rodríguez, A. R. (2005). *Hidrología agroforestal*. Mundi-Prensa.

Gaspari, F. J., Rodríguez Vagaría, A. M., y Montealegre Medina, F. A. (2019). Manejo de cuencas hidrográficas: Herramientas de sistemas de información geográfica (U. N. de La Plata (ed.)). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/87641>

Gaspari, F. J., Senisterra, G. E., Delgado, M. I., Rodríguez Vagaría, A. M., y Besteiro, S. (2009). Manual de manejo integral de cuencas hidrográficas (1st ed.).

Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina - IGN. (2023). Modelo Digital de Elevaciones de la República Argentina - MDE-Ar v2.1_30m. Recuperado: 01/04/2023 <https://www.ign.gob.ar>

Mintegui Aguirre, J. A., y López Unzué, F. (1990). La ordenación agrohidrológica en la planificación. In Departamento de Agricultura y Pesca (Ed.), Servicio central de publicaciones del Gobierno Vasco.

Montealegre Medina, F. A., y F. J. Gaspari. (2021). “GeoQ: Herramienta geoespacial para la zonificación de la escorrentía en QGIS®”. Revista Estudios Ambientales-Environmental Studies Journal, 9(2), 170-192.

QGIS.org. (2023). QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>

Sadeghi, M., Nguyen, P., Naeini, M. R., Hsu, K., Braithwaite, D., and Sorooshian, S. (2021). “PERSIANN-CCS-CDR, a 3-hourly 0.04° global precipitation climate data record for heavy precipitation studies”. Scientific Data 8, no. 1: 1-11. Recuperado: 21/04/2023 - <https://chrsdata.eng.uci.edu/>

UIDD-GA. (2011). Plan piloto de gestión de las Cuencas de los arroyos Conchitas – Plátanos y Baldovinos, Convenio (UIDDGA – FI – UNLP). Autoridad del Agua (ADA) y Consejo Federal de Inversiones (CFI). [\[http://surl.li/igljjo\]](http://surl.li/igljjo)