



Cambios en la red hidrográfica en un sector periurbano de Bahía Blanca debido a la influencia antrópica

Changes in the hydrographic network in a periurban sector of Bahía Blanca due to anthropogenic influence

González, Marilina¹

Gentili, Jorge²

Gil, Verónica³

¹Becaria Interna Doctoral. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). marilina.gonzalez@uns.edu.ar

²Profesor Adjunto. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur (UNS). Investigador Adjunto - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). jogentili@uns.edu.ar

³Profesora Adjunta. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur (UNS). Investigadora Adjunta - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). verogil@uns.edu.ar

RESUMEN

Palabras Claves:

Dinámica fluvial
Cambios geomorfológicos
Red de drenaje artificializada
Periurbano
Bahía Blanca

La cuenca baja del arroyo Saladillo de García, sobre la que se desarrolla el periurbano noroeste y oeste de la ciudad de Bahía Blanca, ha experimentado en los últimos años una notoria intervención producto del avance de la urbanización y las actividades vinculadas a ello. El complejo y acelerado proceso de reconversión en los usos del suelo desencadena diversos efectos sobre la dinámica hidrográfica y geomorfológica del sector otorgándole una nueva impronta. La expansión urbana e industrial produjo principalmente modificaciones en la configuración de la red de drenaje en áreas propensas a anegamientos e inundaciones debido principalmente a los bajos valores de las pendientes del terreno. Por ello, el objetivo del presente trabajo es identificar los cambios en el trazado de la red hidrográfica inducidos por la acción antrópica. En estas áreas, afectadas naturalmente por anegamientos e inundaciones, se observó una configuración hidrogeomorfológica fuertemente influenciada por la diversidad en los usos del suelo reconociéndose distintas intervenciones antrópicas tales como la rectificación y canalización de los cursos fluviales y tramos rectilíneos adaptados al trazado urbano.

ABSTRACT

Keywords:

Fluvial dynamics
Geomorphological changes
Artificialized drainage network
Peri-urban
Bahía Blanca.

The lower basin of the Saladillo de García stream, on which the northwestern and western peri-urban area of the city of Bahía Blanca develops, has undergone in recent years a notable intervention resulting from the development of urbanization and related activities. The complex and accelerated process of reconversion in land uses triggers various effects on the hydrographic and geomorphological dynamics of the sector, giving it a new imprint. The urban and industrial expansion mainly produced changes in the configuration of the drainage network in areas prone to flooding and waterlogging mainly to the low values of the land slopes. Therefore, the objective of this work is to identify the changes in the layout of the hydrographic network induced by the anthropic action. In these areas, naturally affected by flooding and waterlogging, a hydrogeomorphological configuration strongly influenced by the diversity in land uses was observed, recognizing different anthropic interventions such as the rectification and channeling of river courses and rectilinear sections adapted to the urban layout.

Recibido: 16/12/2019

Aceptado: 27/03/2020

1. Introducción

La construcción de un ambiente urbano involucra una serie de transformaciones que de manera directa o indirecta interfieren en las características del ambiente natural generando en muchos casos la inestabilidad del sistema. En los últimos años el hombre se ha convertido en un importante agente geomorfológico capaz de transformar los componentes y los procesos naturales en las cuencas fluviales creando nuevas geoformas y eliminando otras (Davis y Downs, 1992; Uribelarrea, Pérez-González y Benito, 2003; Hooke, 2006; Szabó, 2010; Pérez Cutillas, Conesa García y Alba, 2015; Rhoads, Quinn y William, 2016). Al mismo tiempo, en la búsqueda constante del equilibrio natural, nuevos procesos pueden iniciarse, intensificarse o eliminarse; algunos transcurren lentos y otros suelen ser rápidos y tener consecuencias graves para la sociedad (Szabó, 2010).

A nivel mundial los numerosos efectos del avance de la urbanización sobre los sistemas hídricos han sido identificados, descritos y analizados por diversos autores. La tendencia que prima es la consideración del hombre como el principal agente geomorfológico del sistema. Entre estos estudios, las dos grandes líneas de análisis corresponden por un lado a los efectos del avance urbano sobre el comportamiento hidrológico de las cuencas (Cheng y Wang, 2002; Hundedcha y Bárdossy, 2004; Muñoz, Olivera, Giglio y Berke, 2018) y por otro, a los cambios en las formas fluviales (Vidal y Romero, 2010; Conesa García, Pérez Cutillas, García Lorenzo y Martínez Salvador, 2012; Vandenberghe, De Moor y Spanjaard, 2012; Conesa García y Pérez Cutillas, 2014; Pérez Cutillas, Conesa García y Alba, 2015; Rhoads *et al.*, 2016; Hooke, 2016; Poepl, Keesstra y Maroulis, 2017; Anim, Fletcher, Vietz, Pasternack y Burns, 2018; Roccati, Faccini, Luino, De Graff, y Turconi, 2019; Yousefi *et al.*, 2019; Johnson y Royall, 2019).

En Latinoamérica muchos de los trabajos relacionados con la temática se vinculan a los conceptos de vulnerabilidad y riesgo de inundaciones y están orientados principalmente a la planificación y el control con miras a una gestión integral del recurso (Espíritu Tlatempa, 2013; Sedano Cruz, Carvajal y Ávila Díaz, 2013; Sánchez Núñez, Pinilla y Mancera, 2015; Chávez Cortés, Binnquist-Cervantes y Salas-Flores, 2016; Espinosa Rodríguez, Torres Pardo y Magaña Lona, 2017; Castro, Borges de Campos y Campos Zancopé, 2019; Veneziani, Rodríguez y Da Costa Mantovani, 2019; Barbosa, Ferreira de Lima y Furrier, 2019). En Argentina, si bien es escasa la temática asociada a los cambios en la geomorfología fluvial derivados del avance del ambiente urbano y aplicado principalmente a zonas serranas o montañosas, el interés ha ido en aumento durante los últimos años (Ballari y Botana, 2014; Jurio, Chimenton y Mare, 2014; Mesa y Giusso, 2014; Fucks, D'Amico, Pisano y Nuccetelli, 2016; Eremchuk, 2019). En áreas de llanura, la magnitud de los ajustes hidrogeomorfológicos debido a la acción antrópica es menos conocida. El rasgo principal en estos ambientes es el bajo gradiente de las pendientes, lo que determina un funcionamiento hidrológico diferente al que poseen las cuencas hidrográficas serranas o de montañas. En las cuencas de llanura el agua no posee la capacidad suficiente como para determinar formas fluviales definidas y en la mayoría de los casos, en zonas relativamente bajas con respecto a su entorno, el agua puede escurrir de forma laminar o acumularse en forma de charcos y generar anegamientos (Fuschini Mejía, 1994). Estas características definen el entorno en el cual se desarrolla la cuenca baja del arroyo Saladillo de García y el sector periurbano noroeste y oeste de la ciudad de Bahía Blanca, área objeto de estudio.

Este sector ha experimentado a partir de la década de los 90' un acelerado proceso de reconversión en los usos del suelo asociado principalmente a la concreción de importantes ejes viales y al avance de la urbanización y sus actividades vinculadas. En cercanías a la desembocadura del arroyo se localiza un importante sector hortícola donde se desarrollan modos de vida predominantemente rurales. En la actualidad, el área de estudio se caracteriza por presentar diversas formas de producción y apropiación del territorio que interactúan entre sí dando lugar a una complejidad territorial particular en donde prevalecen en un mismo espacio actividades de tipo industriales, agrícola-ganaderas y hortícolas con usos del suelo residenciales (González, Gil y Gentili, 2017; González, 2018).

En el área se han registrado cambios en el trazado de los canales asociados principalmente al crecimiento y desarrollo de la ciudad como la expansión de áreas urbanizadas, el establecimiento de nuevas industrias y la instalación de infraestructuras vinculadas al sector portuario (redes de gasoductos y poliductos). Este sector de la cuenca está caracterizado por presentar gradientes de pendientes bajos a muy bajos por lo que la energía morfogenética es relativamente nula. Esto da como resultado una hidrografía superficial descoordinada en donde predominan movimientos del agua en forma laminar o en manto y presencia de sectores anegados en algunos sectores. En áreas donde el flujo hídrico alcanza a formar cauces y canales, estos son discontinuos y efímeros. Bajo este contexto y asociado a las precipitaciones intensas y variables en tiempo y espacio, las inundaciones y anegamientos prolongados son la característica principal de esta zona (González, 2018). Por lo expuesto, el presente trabajo busca identificar y caracterizar los cambios en el trazado y en las características de la red hidrográfica de un sector de la cuenca baja del arroyo Saladillo de García inducidos por la acción antrópica a fin de comprender la nueva dinámica

hidrogeomorfológica en este espacio.

2. Área de estudio

La cuenca del arroyo Saladillo de García posee un área total de 834 km² y comprende como cauces principales a los arroyos Saladillo (o Dulce) y Saladillo de García, que nacen y se desarrollan en un ambiente de llanura (pendientes entre 2 ° y 4 °). El arroyo tiene sus nacientes en proximidades de la vertiente suroccidental del Sistema de Ventania y desemboca en el estuario de Bahía Blanca (Figura 1). El área de estudio se localiza en la cuenca inferior de la zona de confluencia entre ambos arroyos, donde se desarrolla el sector periurbano noroeste y oeste de la ciudad de Bahía Blanca.

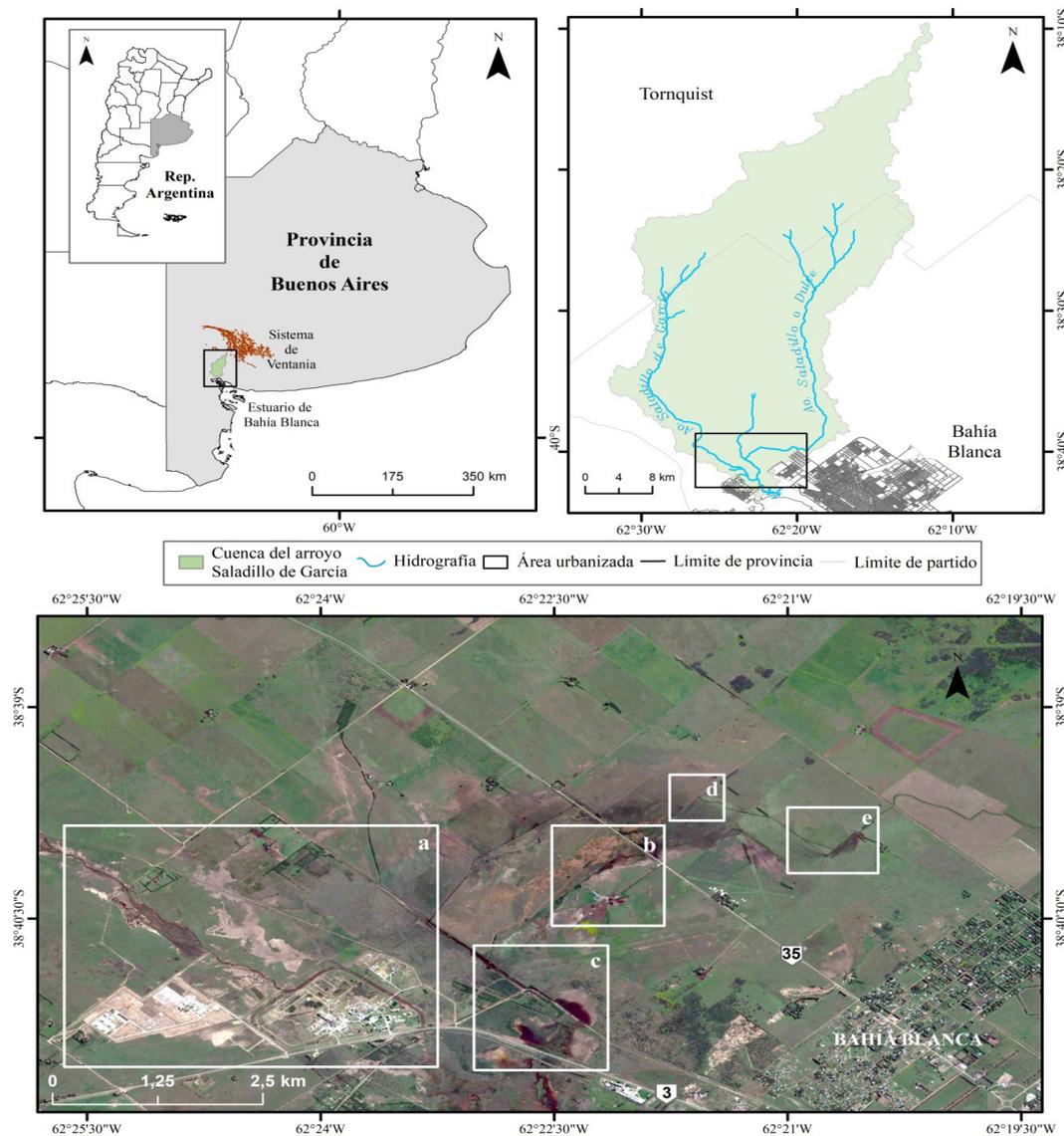
El área se encuentra latitudinalmente comprendida en la faja zonal de los climas templados (temperaturas entre 14 °C y 20 °C) con características continentales y variaciones térmicas y pluviométricas a lo largo del año (Campo de Ferreras, Capelli de Steffens y Diez, 2004). Es común que las temperaturas en la estación cálida alcancen los 40 °C mientras que en los inviernos se pueden presentar marcadas olas de frío (Campo *et al.*, 2004).

La distribución anual de las lluvias en este sector presenta dos estaciones bien definidas, otoño y primavera, interrumpida por una estación seca a fines del invierno y otra semiseca de mediados de verano con alta evapotranspiración (Campo de Ferreras *et al.*, 2004; Scian, 2009). Se alternan episodios extremos húmedos y secos cuya frecuencia, duración e intensidad es muy variable en espacio y tiempo (Casado y Campo, 2019). Los vientos dominantes, en general moderados, proceden principalmente del cuadrante norte y noroeste y en menor proporción del este-sureste y sur-suroeste (Campo de Ferreras *et al.*, 2004).

En el sector inferior de la cuenca la capacidad erosiva o potencial morfogenético del agua declina debido a la disminución casi abrupta en la pendiente del terreno (entre 0,6 ° y 0 °), razón por la cual la red fluvial se encuentra poco definida. Esto, sumado al alto grado de antropización en el área, da origen a una tipología de redes de drenaje que Senciales González (1999) denomina “artificializadas” donde con frecuencia adquieren un trazado rectilíneo y/o anguloso adecuado a los usos del suelo que allí se realizan.

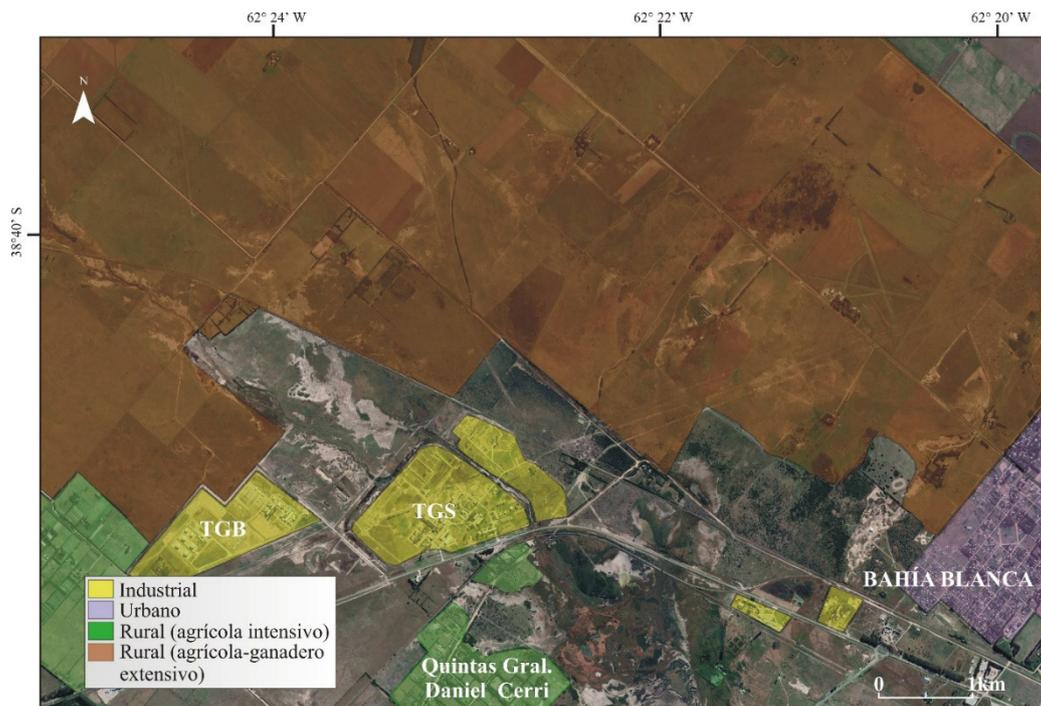
Con respecto a la vegetación natural, el área de la cuenca se encuentra dentro del Dominio Chaqueño, Provincia Pampeana en el denominado Distrito Pampeano Austral, según las regiones fitogeográficas de Cabrera (1976). Según la clasificación de Matteucci, Rodríguez y Silva (2012) la cuenca forma parte del complejo Sierras Bonaerenses de la ecorregión Pampa. En la mayor parte de la cuenca, la vegetación predominante es el pastizal formado por grandes matas de los géneros *Stipa*, *Festuca* y *Paspalum*. En la cuenca baja, en proximidades de la costa, la vegetación natural es característica de los suelos salinos predominantes en el sector. Se encuentran especies como la *Sarcocornia perennis* o espartillares de *Spartina alterniflora*, arbustales bajos de *Allenrolfea patagonica*, arbustales bajos de *Atriplex undulata*, arbustales altos de *Cyclolepis genistoides* y pastizales (Benedetti y Campo de Ferreras, 2006; Nebbia y Zalva, 2007).

Figura 1. Área de estudio. Los sectores a, b, c, d y e corresponden a tramos en los cuales se identificaron cambios producto de acciones antrópicas.



Fuente: Cartas topográficas 1:50.000 (IGN) - SIG250 (IGN) - Google Earth Pro®.

La cobertura vegetal natural se encuentra modificada prácticamente en su totalidad debido a los distintos usos del suelo que se realizan. Estos son variados e incluyen desde usos rurales de tipo agrícola-ganaderos extensivos y agrícola intensivos hasta industriales intercalados con espacios urbanos (Figura 2). Hacia el sector sureste del área de estudio, se destaca la presencia de una importante zona industrial constituida por una planta de tratamiento de líquidos del gas natural (Transportadora de Gas del Sur - TGS) y una central termoeléctrica (Central Termoeléctrica Guillermo Brown - TGB). La primera de ellas, construida en el año 1992 significó una revalorización industrial del área que hasta el momento no era considerada debido principalmente a su lejanía. A escasos metros de este polígono industrial, cercano a la desembocadura del arroyo, en la localidad de General Daniel Cerri, se localiza una zona hortícola que constituye el sector mayormente afectado por los anegamientos e inundaciones en épocas de excesos de precipitación. El periurbano se convierte aquí en un mosaico en el cual las actividades y los actores locales intentan hallar formas de convivir y articular el espacio, y al mismo tiempo, confrontar los riesgos y conflictos que surgen en este ámbito de borde como resultado del accionar de diferentes actores (Zinger y Campos, 2002; Lorda, 2005; Sereno, 2017).

Figura 2. Usos del suelo correspondientes al sector periurbano noroeste y oeste de la ciudad de Bahía Blanca.

Fuente: interpretación visual de imágenes satelitales de Google Earth® (2019) y trabajo de campo.

3. Materiales y métodos

Para la identificación de las intervenciones antrópicas en las formas fluviales se utilizaron imágenes satelitales de alta resolución extraídas de Google Earth Pro® (GEP) de los años 2009 y 2018. Las imágenes satelitales constituyen herramientas valiosas de estudio ya que contienen información sobre la posición y características del drenaje en determinados momentos del tiempo y ayudan a reconstruir e interpretar los cambios en un cauce (Uribelarrea *et al.*, 2003; Trimble, 2008; Rhoads *et al.*, 2016). Se identificaron cambios directos, cuyas consecuencias son inmediatas en el terreno (canalizaciones, cortes de canal, desvío de cauces) y medidas de intervención indirectas que generalmente derivan de los primeros y cuya repercusión es prolongada en el tiempo (migración de meandros, movimientos de sedimentos, anegamientos).

En la identificación de los cambios en la morfología de los cursos se consideró la definición propuesta por Gregory, Davis y Downs (1992) quienes definen el ajuste geomorfológico como cualquier cambio bidimensional de la morfología de un curso o en su patrón dentro del contexto de su sección transversal. A través de la interpretación visual de imágenes satelitales se identificaron los sectores en los cuales se registraron las intervenciones más relevantes (Figura 1, recuadros a-b-c-d-e). Para los sectores a y b, con el objetivo de mejorar la visualización y descripción de los cambios, se elaboraron 2 esquemas geomorfológicos. En el primero de ellos (Ao. Saladillo de García), el recorrido del curso fue dividido en tres tramos para diferenciar las características del ambiente fluvial en las zonas naturales y las zonas intervenidas. En el segundo caso, se realizaron dos esquemas comparativos de un tramo del cauce del Ao. Saladillo o Dulce en el cual se identificaron las condiciones geomorfológicas previas y las actuales luego de la rectificación del canal. Estos tramos fueron elegidos para ser detallados porque constituyen intervenciones realizadas directamente sobre el trazado fluvial mientras que los restantes cambios (c-d-e) son consecuencia de intervenciones indirectas sobre el terreno y para su interpretación es necesario un análisis temporal más exhaustivo, asociado a una mayor disponibilidad de datos. Los sectores identificados fueron constatados con mediciones en el terreno teniendo en cuenta el criterio morfodinámico de zonificación y nomenclatura de valle fluvial propuesto por Pedraza Gilsanz (1999).

4. Resultados

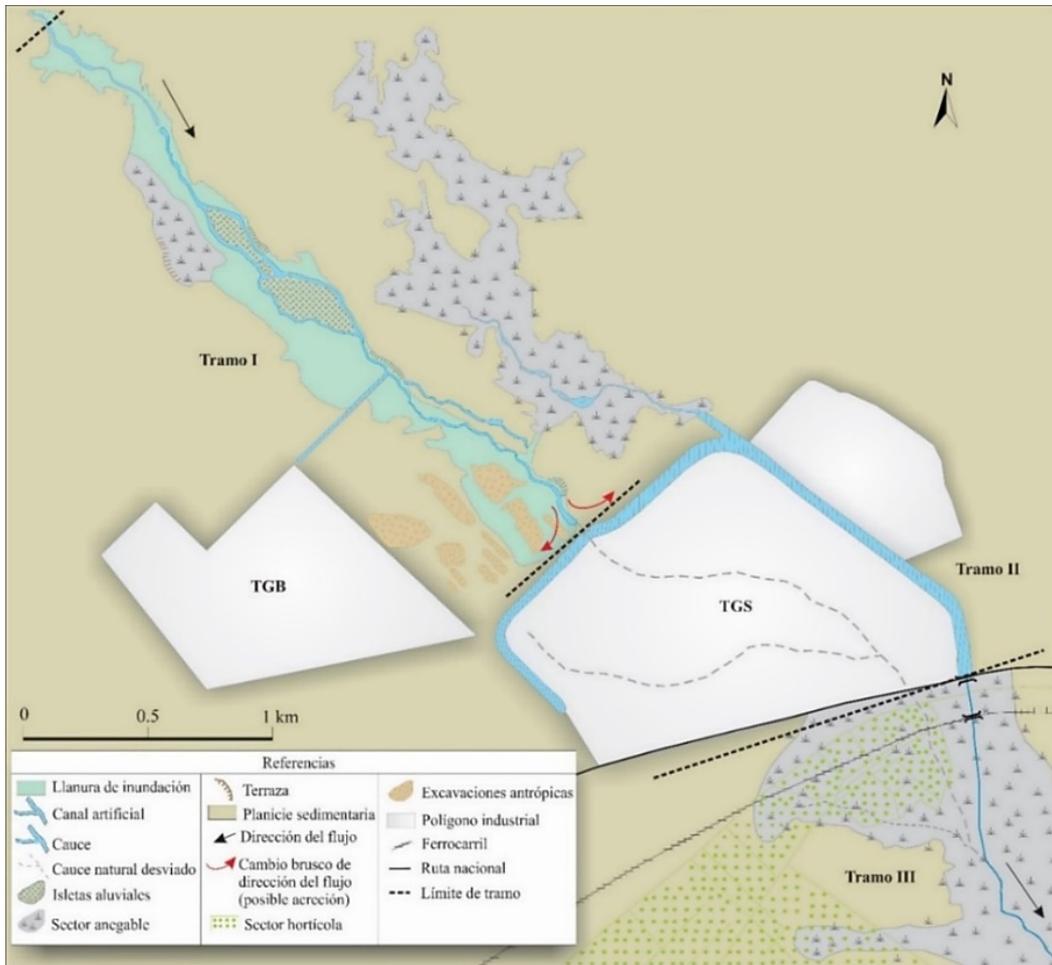
En la Figura 1 (inferior) se identificaron tramos de los cursos en los cuales se reconocen intervenciones directas e indirectas en la configuración y distribución de las formas fluviales. En el área de estudio los cambios registrados se vinculan a las diversas actividades que se desarrollan en el espacio, asociadas principalmente al ambiente urbano como generador de nuevas condiciones hidrogeomorfológicas. Entre

estas intervenciones se destacan el desvío de cauces (a-c-e), canalización y rectificación del curso fluvial (b) y corte del canal (d).

La intervención más notoria se registró en el sector inferior del cauce del arroyo Saladillo de García en el cual se instaló el polígono industrial correspondiente a TGS. El mismo está localizado en el curso natural del arroyo por lo que el escurrimiento se vio forzado a cambiar repentinamente su rumbo, generando cambios en sus formas y dimensiones. A través del esquema elaborado en la [Figura 3](#) a partir de imágenes de GEP se pueden distinguir tres tramos del cauce con características hidrogeomorfológicas diferentes. En el Tramo I (superior) se identificaron las geomorfias fluviales con menor grado de antropización. Aquí el cauce, de aproximadamente 3,20 metros de ancho presenta vegetación en todos los sectores emergidos y en las partes menos profundas de los sectores sumergidos. El canal tiene 2 metros de ancho y presenta fondo plano con una profundidad que no supera los 20 centímetros ([Figura 4](#)).

En este tramo se identificaron las denominadas isletas aluviales ([Figura 3](#)) que corresponden a resaltes sobre el nivel de la llanura inundable que obligan al canal a disfluir aguas arriba y confluir aguas abajo ([Pedraza Gilzans, 1996](#)). Generalmente están formadas por sedimento aluvial estabilizado y son sólo ocupadas por el agua de escorrentía en períodos de intensa precipitación.

Figura 3. Esquema geomorfológico del sector del curso fluvial correspondiente al recuadro a) de la [Figura 1](#).



Fuente: interpretación visual de imágenes satelitales de Google Earth®, (2018) y trabajo de campo.

En el Tramo II se localiza un polígono industrial (TGS) de aproximadamente 1 km² que como se mencionó, fue instalado sobre el cauce natural del arroyo obligando al agua a escurrir por dos canales artificiales de dirección opuesta realizados a 90° de la dirección del curso original. A partir del esquema se puede visualizar el alto grado de antropización y como, de manera general, la complejidad de las formas del sistema fluvial queda reducida a un único canal artificial de desagüe con características geomorfológicas diferentes al tramo anterior. Este tramo canalizado tiene aproximadamente 2 kilómetros de extensión y entre 30 y 45 metros de ancho, presenta fondo plano y se encuentra vegetado. En algunos sectores se pueden distinguir pequeñas islas de material sedimentario acumulado.

A este cambio antropogénico del ambiente fluvial se suma el movimiento de los suelos realizados para la instalación de la planta industrial y para el soterramiento de una red de poliductos vinculados al

sector portuario. Estos han significado la modificación de los drenajes naturales y cambios en la línea de base del arroyo.

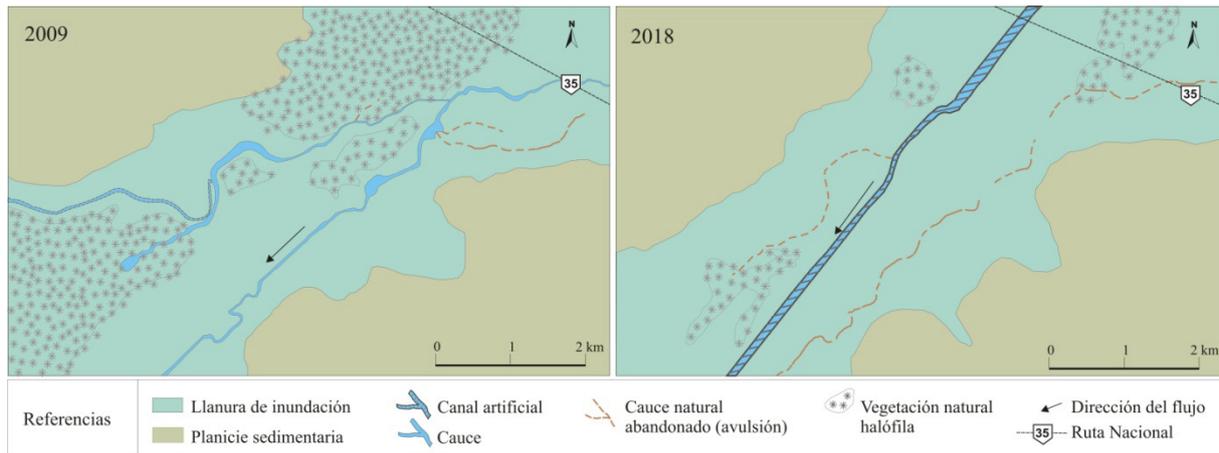
Figura 4. Mediciones realizadas en el Tramo I.



Fuente: Fotos tomadas por los autores, 2019.

Ocupar este tramo de la llanura de inundación y las geoformas fluviales que contiene significó eliminar su funcionalidad natural y modificar el equilibrio dinámico en el cual se desarrollaba el sistema fluvial. Entre el canal y la llanura de inundación se genera una interacción en la cual se produce una transferencia de sedimentos desde el cauce hacia la llanura debido a que esta última generalmente posee una menor energía (Hupp *et al.*, 2009). Una consecuencia de estas modificaciones puede ser la intensificación de inundaciones y anegamientos en el tramo III ya que las pendientes son cercanas a 0° por lo que el agua pierde la capacidad erosiva de generar su propio cauce y, por ende, transportar el agua hasta su desembocadura.

Por otro parte, las dos canalizaciones artificiales identificadas en un tramo del arroyo Saladillo o Dulce (Figura 1-b) tienen aproximadamente 3,5 metros de ancho y 2 kilómetros de largo y evacuan las aguas de escorrentía en este sector del arroyo (Figura 5). Estas obras incluyen generalmente el enderezamiento, la profundización o ensanchamiento de un canal (Keller, 1978) y son prácticas dirigidas a controlar, entre otras cuestiones, las inundaciones y anegamientos. Sin embargo, la canalización de una corriente a lo largo de las áreas aluviales afecta casi todas las formas y procesos hidrogeomorfológicos del sector, no sólo aguas arriba y abajo del área canalizada sino también su llanura de inundación adyacente (Hupp *et al.*, 2009) pudiendo originar cambios repentinos en las formas, dimensiones y procesos fluviales del sector.

Figura 5. Esquema geomorfológico del sector del cauce correspondiente al recuadro b) de la [Figura 1](#), durante los años 2009 y 2018.

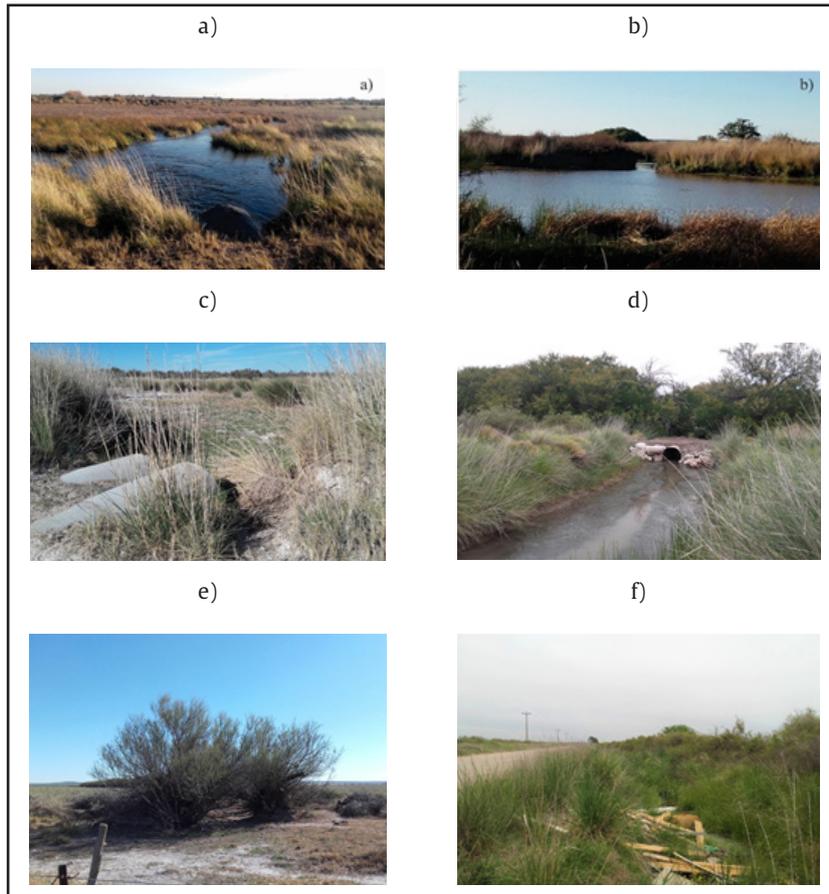
. Fuente: interpretación visual de imágenes satelitales de Google Earth®, (2009-2018) y trabajo de campo.

En el esquema de la [Figura 5](#) se observa la comparación de dos imágenes extraídas de GEP correspondientes al año 2009 del sector previo a la canalización (izquierda) y al área en la actualidad (2018) con el tramo canalizado (derecha). El arroyo se canalizó desde la ruta nacional N° 35 (dispuesta en forma transversal al curso) y un camino vecinal en el sector inferior. Debido a esta disposición, ambas construcciones actúan como una barrera contenedora que obliga al material transportado por el agua a depositarse en el lecho, pudiéndose inferir el inicio de procesos de acreción en el cauce y cambios el nivel de base del curso.

Se observa que la canalización redujo la complejidad geomorfológica de este sector limitando su dinámica a una incisión de desagüe. Entre los procesos naturales eliminados se encuentra la dinámica de meandros, que quedó restringida por el enderezamiento del canal y la pérdida de funcionalidad de los canales secundarios. Éstos, fueron avulsionados y hoy se distinguen como geformas relictas testigo de una dinámica fluvial activa en el pasado. Como resultado de estas intervenciones la hidrología superficial en este tramo del curso se encuentra degradada y se forman zonas anegadas producto de la imposibilidad del agua por retomar a su curso original.

En relación con el análisis de cauces canalizados hay dos cuestiones a tener en cuenta: 1) según [Hardison, O'Driscoll, Deloatch, Howard y Brinson \(2009\)](#) tienden a reducir la extensión de la llanura de inundación, por lo que las zonas ribereñas en los sectores canalizados suelen tener una zona insaturada mucho más gruesa en relación con un cauce no intervenido; 2) según [Schumm \(2005\)](#) puede derivar en un aumento en la potencia de la corriente que facilita el arrastre de sedimentos y el transporte dentro del sistema. La profundidad del nivel freático influye en la distribución y abundancia de la vegetación ribereña por lo que esta condición propuesta por [Hardison et al. \(2009\)](#) puede comprobarse en este sector a través de la reducción significativa de la vegetación halófila (más de un 50 % entre ambos años). Asimismo, en este tramo se han identificado distintas intervenciones tales como rutas, caminos vecinales y terraplenes que han obligado al agua a cambiar su dirección y a transitar por distintos canales paralelos a los mismos. Estos canales artificiales que actúan como derivadores del agua suelen tener profundidades de hasta 1,5 metros con respecto al camino paralelo y muchos de ellos se encuentran vegetados o tapados por residuos de origen antrópico. En aquellos sitios donde la pendiente es nula o algún obstáculo artificial limita el escurrimiento por pendiente, el agua se estanca anegando sectores de dimensiones variables dependiendo de las lluvias del período (entre los 10 y los 6 m2). Esto último evidencia que la intervención antrópica y la degradación de las formas fluviales derivada, contribuye al aumento de la inestabilidad del sistema ([Figura 6](#)).

Figura 6. Intervenciones identificadas: a-b) sectores anegados producto de obstrucciones artificiales; c-d) canalizaciones; e) vegetación testigo de antiguo canal abandonado; f) canal artificial paralelo a camino.



Fuente: Fotos tomadas por los autores, 2019.

5. Conclusiones

El área de estudio presenta un dinamismo hidrogeomorfológico característico de un ambiente de llanura, con bajos gradientes de pendiente y casi nulo potencial morfogenético lo que convierte a este espacio en un área propicia para el desarrollo de distintas actividades y usos del suelo. Sin embargo, existen zonas que naturalmente son anegables y presentan peligro de inundación en momentos de excesos de precipitación. El cambio más representativo del área lo constituye el sector ocupado por las industrias (TGB y TGS), donde se identificaron en un sector del cauce de tan solo 7 km, tres configuraciones geomorfológicas distintas (Tramos I-II-III). Aquí las acciones fueron llevadas a cabo de manera directa sobre las geoformas fluviales modificando las formas, los procesos de transporte de sedimento y la función reguladora de la llanura de inundación. A través de la elaboración y comparación temporal de los esquemas se identificaron efectos, directos e indirectos, derivados de las acciones humanas, como es el caso del aumento de las zonas anegables en el sector inferior de las canalizaciones y en la zona hortícola, la disminución de la vegetación halófila en el área de las canalizaciones y los cambios en los niveles de base producto de los procesos de acreción del sedimento.

Los resultados obtenidos explican cómo los cambios en los usos del suelo del periurbano noroeste y oeste bahiense afectan de forma significativa las formas y procesos físico-naturales del espacio, en especial los relacionados a la dinámica hídrica. El corte temporal utilizado constituyó una ventana apropiada para la visibilización de los cambios. El reconocimiento y análisis de estos permite contribuir al entendimiento de esta nueva red de drenaje “artificializada” reorientada y adaptada a las necesidades económicas y, por ende, establecer las posibles respuestas futuras. El avance en esta área de los sectores urbano e industrial ha desequilibrado el sistema contribuyendo a generar una inestabilidad en los procesos naturales dando origen a una nueva dinámica hidrogeomorfológica cuyos efectos son y serán diferentes en el corto, mediano y largo plazo. Monitorear y realizar el seguimiento de estos ajustes se torna fundamental para guiar políticas públicas eficaces y una gestión óptima del agua, en tanto recurso y peligro, en un contexto de creciente expansión de la urbanización.

Referencias bibliográficas

- Anim, D. O., Fletcher, T. D., Vietz, G. J., Pasternack, G. B., y Burns, M. J. (2018). Effect of urbanization on stream hydraulics. *River Research and Applications*, 34(7), 661–674.
- Ballari, A. P., y Botana, M. I. (2014). Urbanizaciones cerradas polderizadas en planicies de inundacion. Su incidencia en eventos de inundacion. *Cardinalis*, (3), 122–135.
- Barbosa, T. S., Ferreira de Lima, V., y Furrier, M. (2019). Mapeamento geomorfológico e geomorfologia antropogênica do município do Conde – Paraíba. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 20(3), 525–540.
- Benedetti, G., y Campo de Ferreras, A. (2006). Paisaje de halófilas en la bahía Blanca. En *VI Jornadas Nacionales de Geografía Física*. Río Gallegos, Santa Cruz, 19 al 21 de Abril de 2006. Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Argentina. Editores de Actas: Mazzoni, E y Vazquez, M.
- Cabrera, A. (1976). Fitogeografía de la República Argentina. Sociedad Argentina Botánica, XIV, (1-2).
- Campo De Ferreras, A. M., Capelli de Steffens A. M., y Diez P. G. (2004) El clima del Suroeste bonaerense. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Casado, A., y Campo A. M. (2019). Extremos hidroclimáticos y recursos hídricos. *Cuadernos Geográficos* 58(1), 6-26.
- Castro, W. de S., Borges de Campos, A., y Campos Zancopé, M. H. (2019). A influência dos materiais das margens e da vegetação ciliar na erosão de meandros: o caso do rio Claro, afluente do rio Araguaia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 20(3), 623–640.
- Chávez Cortés, M. M., Binnqüist-Cervantes, G., y Salas-Flores, A. C. (2016). Evaluación multicriterio de la vulnerabilidad biofísica ante inundaciones en la subcuenca río Atoyac-Oaxaca de Juárez. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(10), 97.
- Cheng, S., y Wang R. (2002). An approach for evaluating the hydrological effects of urbanization and its application. *Hydrological Processes*, 16(7), 1403-1418.
- Conesa García, C., Pérez Cutillas, P., García L. y Rafael Martínez S. A. (2012). Cambios históricos recientes de cauces y llanuras aluviales inducidos por la acción del hombre. *Nimbus*, 29-30, 159-176.
- Conesa García, C., y Pérez Cutillas, P. (2014). Alteraciones geomorfológicas recientes en los sistemas fluviales mediterráneos de la Península Ibérica. Síntomas y problemas de incisión en los cauces. *Revista de geografía Norte Grande* 59, 25-44.
- Eremchuk, J. E. (2019). Geoamenazas por inundaciones de las geoformas fluviales de áreas urbanas y rurales de los principales ríos del centro y este de la provincia de Catamarca. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*, 42, 35-47.
- Espinosa Rodríguez, L. M., Torres Pardo, N. D., y Magaña L., D. (2017). Cálculo de la peligrosidad y vulnerabilidad por inundaciones en el municipio de San Mateo Atenco, Estado de México.
- Espíritu Tlatempa, G. (2013). Criterios geológico-hidrológicos para recomendaciones del uso de suelo en zonas conurbadas sujetas a afectaciones por lluvias intensas. Caso de estudio: sur de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía*, 2013(80), 36–54.
- Fucks, E. E., D'Amico, G., Pisano, M. F., y Nuccetelli, G. (2016). Evolución geomorfológica de la región del Gran la Plata y su relación con eventos catastróficos. *Revista de La Asociación Geológica Argentina*, 74(2), 141–154.
- Fuschini Mejía, M. C. (1994). *El agua en las llanuras* (No. 551.4809145). Unesco.
- Gonzalez, M., Gil, V., y Gentili, J. O. (2016). Dinámica geomorfológica y urbanización en áreas periurbanas. Norte de Bahía Blanca, Argentina. *Huellas*, 21(1), 65-83.
- González, M. (2018) *Hidrogeomorfología de la cuenca del arroyo Saladillo de García aplicada al ordenamiento del periurbano de Bahía Blanca* (tesis de grado). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Gregory, K. J., Davis, R. J., y Downs, P. W. (1992). Identification of river channel change to due to urbanization. *Applied Geography*, 12, 299–318.
- Hardison, E. C., O'Driscoll, M. A., Deloatch, J. P., Howard, R. J., y Brinson, M. M. (2009). Urban land use, channel incision, and water table decline along coastal plain streams, North Carolina. *Journal of the American Water Resources Association*, 45(4), 1032–1046.

- Hundechea, Y., y Bárdossy, A. (2004). Modeling of the effect of land use changes on the runoff generation of a river basin through parameter regionalization of a watershed model. *Journal of hydrology*, 292(1-4), 281-295.
- Hooke, J. M. (2006). Human impacts on fluvial systems in the Mediterranean region. *Geomorphology*, 79(3-4), 311-335.
- Hooke, J. (2016). Hydromorphological adjustment in meandering river systems and the role of flood events. *Iahs publication*, 306, 127.
- Hupp, C. R., Pierce, A. R., y Gregory N. B. (2009). Floodplain geomorphic processes and environmental impacts of human alteration along coastal plain rivers, USA. *Wetlands*, 29(2), 413-429.
- Johnson, P., y Royall, D. (2019). Evaluating the effects of urbanization age on the morphology of low-order urban streams in the U.S. southern Piedmont. *Physical Geography*, 40(1), 1-27.
- Jurio, E. M., Chimenton, M. E., y Mare, M. D. (2014). Desestabilización del sistema natural a partir de cambios en el uso del suelo: El caso de los deslizamientos de Vista Alegre, Provincia del Neuquén. *Boletín Geográfico*, 0 (36), 11-25.
- Keller, E. A. (1978). Pools, riffles, and channelization. *Environmental Geology*, 2(2), 119-127.
- Lorda, M. (2005). *El desarrollo local, estrategia de gestión ambiental de la actividad agropecuaria en espacios próximos a la ciudad de Bahía Blanca*. (Tesis Doctoral). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Matteucci, S., Rodriguez, A., y Silva, M. (2012). Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. Buenos Aires, *Orientación Gráfica Editora*, 309-348.
- Mesa, N. A., y Giusso, C. M. (2014). La urbanización del Piedemonte Andino del Área Metropolitana de Mendoza, Argentina: vulnerabilidad y segmentación social como ejes del conflicto.
- Muñoz, L. A., Olivera, F., Giglio, M., y Berke, P. (2018). The impact of urbanization on the streamflows and the 100-year floodplain extent of the Sims Bayou in Houston, Texas. *International journal of river basin management*, 16(1), 61-69.
- Nebbia, A. J., y Zalba, S. M. (2007). Comunidades Halófilas de la costa de la Bahía Blanca (Argentina): Caracterización, mapeo y cambios durante los últimos cincuenta años. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42(3-4), 261-271.
- Pedraza Gilsanz, J. (1996). *Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones*. Editorial rueda. Madrid. España. Peña Monné, J. L. (1997). Cartografía geomorfológica básica y aplicada. Geoforma Ediciones. Logroño. España, 227 pp
- Pérez Cutillas, P., Conesa García, C., y Alba, N. T. (2015). Dinámica morfológica de un sistema fluvial semiárido sometido a actuaciones directas y cambios de usos del suelo. El caso de la rambla de la Carrasquilla (Murcia, España). *Revista Geográfica Valparaíso*, 51, 35-56.
- Poeppl, R. E., Keesstra, S. D., y Maroulis, J. (2017). A conceptual connectivity framework for understanding geomorphic change in human-impacted fluvial systems. *Geomorphology*, 277, 237-250.
- Rhoads, B. L. , Quinn, L., y William, A. (2016). Historical changes in channel network extent and channel planform in an intensively managed landscape : Natural versus human-induced effects. *Geomorphology*, 252, 17-31.
- Roccati, A., Faccini, F., Luino, F., De Graff, J. V., y Turconi, L. (2019). Morphological changes and human impact in the Entella River floodplain (Northern Italy) from the 17th century. *CATENA*, 182, 104-122.
- Sánchez, Núñez, D., Pinilla, G., y Mancera P, J. (2015). Efectos del uso del suelo en las propiedades edáficas y la escorrentía superficial, en una cuenca de la Orinoquia colombiana. *Colombia Forestal*, 18(2), 255-272.
- Scian, B. (2009). Clima-Bahía Blanca y Sudoeste Bonaerense. *Paoloni, JD (comp.)*.
- Schumm, S. A. (2005). *River variability and complexity*. Cambridge University Press.
- Sedano, C. K., Caravajal, E., y Ávila Díaz, A. (2013). Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. *Revista Luna Azul*, (37), 219-238.
- Senciales González, J. M. (1999). *Redes fluviales. Metodología de análisis*. Málaga, España: Servicio de publicaciones de la Universidad de Málaga.

- Sereno, C. (2017). *Procesos socioambientales en un espacio de borde: estrategias de los actores en el rururbano bahiense*. (tesis de postgrado). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Szabó, J. (2010). Anthropogenic Geomorphology: Subject and System. In: Szabó J., Dávid L., Lóczy D. (eds) *Anthropogenic Geomorphology*. Springer, Dordrecht.
- Trimble, S. (2008). The use of historical data and artifacts in geomorphology. *Progress in Physical Geography*, 32(1), 3-29.
- Uribe Larrea, D. Pérez-González, A., y Benito, G. (2003). Channel changes in the Jarama and Tagus rivers (central Spain) over the past 500 years. *Quaternary Science Reviews*, 22(20), 2209-2221.
- Vandenbergh, J., De Moor J., y Spanjaard, G. (2012). Natural change and human impact in a present-day fluvial catchment: The Geul River, Southern Netherlands. *Geomorphology*, 159, 1-14.
- Veneziani, Y., Rodriguez, C., y Da Costa Mantovani, J. (2019). Geomorfologia fluvial do baixo ribeira de iguape, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 20(3), 541-562.
- Vidal, C., y Romero, H. (2010). Efectos ambientales de la urbanización en las cuencas de los ríos Bío-Bío y Andalién sobre los riesgos de inundación y anegamiento de la ciudad de Concepción. Planes, procesos y proyectos. *SereGEOlibros*, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Yousefi, S., Moradi, H. R., Keesstra, S., Pourghasemi, H. R., Navratil, O., y Hooke, J. (2019). Effects of urbanization on river morphology of the Talar River, Mazandarn Province, Iran. *Geocarto International*, 34(3), 276-292.
- Zinger, S. A., y Campos, M. (2002). Múltiples conflictos ambientales caracterizan el periurbano noroeste de Bahía Blanca. *Revista Universitaria de Geografía*, 11, (1-2), 39-56.