

# BOLETÍN DE ESTUDIOS GEOGRÁFICOS +

E-ISSN 2525-1813 ISSN 0374-6186

N 115 - MAYO - OCTUBRE 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA





**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE  
FILOSOFÍA Y LETRAS



INSTITUTO DE  
GEOGRAFÍA

# Boletín de Estudios Geográficos

## Nº 115

MAYO – OCTUBRE 2021

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

MENDOZA, ARGENTINA

ISSN 0374-6186

E-ISSN 2525-1813

<https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/beg>

**arCa**  
ÁREA DE REVISTAS  
CIENTÍFICAS Y  
ACADÉMICAS

## DATOS DE REVISTA - JOURNAL'S INFORMATION

BOLETÍN DE ESTUDIOS GEOGRÁFICOS 115 | ISSN 0374-6186 | ISSN: 2525-1813 (digital) | MAY –OCT 2021

Boletín de Estudios Geográficos (BEG) es una publicación del Instituto de Geografía.  
Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

✉ inst-geo@ffyl.uncu.edu.ar - <http://ffyl.uncu.edu.ar>

Centro Universitario - Ciudad de Mendoza (5500) - Casilla de Correo 345 – Provincia de Mendoza

Las contribuciones deben enviarse a través de OJS por el siguiente enlace:

<http://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/beg/about/submissions>

Puede ver un tutorial breve para autores en: [http://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/beg/instructivo\\_autores](http://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/beg/instructivo_autores)

Para comunicarse con la revista utilice el mail ✉ [beg@ffyl.uncu.edu.ar](mailto:beg@ffyl.uncu.edu.ar)



Revista promovida por ARCA (Área de Revistas Científicas y Académicas)  
de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo.

Email ARCA: ✉ [revistascientificas@ffyl.uncu.edu.ar](mailto:revistascientificas@ffyl.uncu.edu.ar)

Facebook: [@arca.revistas](https://www.facebook.com/arca.revistas) | Instagram: [@arca.revistas](https://www.instagram.com/arca.revistas) | LinkedIn: ARCA – FFYL | Twitter: [@ARCAFFYL](https://twitter.com/ARCAFFYL)

Youtube: [área de revistas científicas ARCA](https://www.youtube.com/channel/UC...) | blog: <https://arcarevistas.blogspot.com/>

Diseño y maquetación: [Clara Luz Muñiz](#) 0000-0001-7184-0507 ✉ [arca.clara@ffyl.uncu.edu.ar](mailto:arca.clara@ffyl.uncu.edu.ar)

Gestora de OJS: [Ángeles Sánchez Erasún](#) 0000-0002-1350-9231 ✉ [arca.angeles@ffyl.uncu.edu.ar](mailto:arca.angeles@ffyl.uncu.edu.ar)

Versión impresa: Talleres Gráficos de la FFYL, UNCUYO, Argentina - Printed in Argentina ✉ [editorial@ffyl.uncu.edu.ar](mailto:editorial@ffyl.uncu.edu.ar)

El Boletín de Estudios Geográficos es una publicación periódica bianual, originada en 1948, que comprende y difunde trabajos científicos originales, inéditos, relacionados con la amplitud temática de la Ciencia Geográfica, sus objetos y métodos específicos como así también de ciencias afines. Se publican también reseñas bibliográficas, tesis de grado y posgrado, reflexiones críticas, entrevistas a referentes de la disciplina, comentarios de eventos científicos.

La responsabilidad por las opiniones emitidas en los artículos corresponde exclusivamente a los autores.

### Indexado en:

Catálogo 2.0 de Latindex <https://www.latindex.org/latindex/ficha?folio=26710>

REDIB [https://redib.org/Record/oai\\_revista5728-bolet%C3%ADn-de-estudios-geogr%C3%A1ficos](https://redib.org/Record/oai_revista5728-bolet%C3%ADn-de-estudios-geogr%C3%A1ficos)

ROAD <https://portal.issn.org/resource/ISSN/2525-1813#>

MIAR <http://miar.ub.edu/issn/0374-6186>

Dialnet <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=6366>

Google Scholar <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=Adc2nYAAAAAJ>

Latinrev <https://latinrev.flaco.org.ar/revistas/boletin-estudios-geograficos>

PKP Index <http://index.pkp.sfu.ca/index.php/browse/index/9405>

ERIHPLUS <https://dbh.nsd.uib.no/publiseringskanaler/erihplus/periodical/info?id=493391>



## AUTORIDADES

Decano de la Facultad de Filosofía y Letras: Dr. **Adolfo Omar Cueto**

Directora del Boletín de Estudios Geográficos: Prof. Esp. **Silvia Beatriz Robledo**   
<https://orcid.org/0000-0001-8848-1459>

## COMITÉ ACADÉMICO

Mag. **Raquel Alvarado** - Universidad de la República - Uruguay.

Dr. **Guillermo Velázquez**  <https://orcid.org/0000-0003-0892-6572> - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Universidad Nacional del Centro - Argentina.

Dra. **Cristina Valenzuela** - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Universidad Nacional del Nordeste - Argentina.

Dra. **Alicia Laurín** - Universidad Nacional del COMAHUE - Argentina.

Dra. **Claudia Pedone** - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Argentina.

Dr. **Horacio Bozzano** - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Universidad Nacional de La Plata - Argentina.

Dr. **Roberto Bustos Cara**  <https://orcid.org/0000-0001-9205-8792> - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Universidad Nacional del Sur - Argentina.

Dra. **Alicia Iglesias** - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Universidad Nacional de Luján - Argentina.

Lic. **Alicia Cáceres** - Universidad Nacional Patagonia Austral - Argentina.

Dra. **Claudia Campos**  <https://orcid.org/0000-0002-4978-5449> - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Argentina.

Dra. **Mirosława Czerny** - Universidad de Varsovia - Polonia.

Dr. **Gustavo Buzai**  <https://orcid.org/0000-0003-4195-5324> - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Universidad Nacional de Luján - Argentina.

Dr. **Fabián Araya Palacios**  <https://orcid.org/0000-0002-6083-1661> - Universidad de La Serena - Chile.

Dra. **Hortensia Castro** - Universidad de Buenos Aires - Argentina.

Mag. **Guillermo Cicalese** - Universidad Nacional de Mar del Plata - Argentina.

Dr. **Santiago Linares** - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Universidad Nacional del Centro - Argentina.

Lic. **Santiago Lorens** - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Universidad Nacional de Córdoba - Argentina.

Dr. **Pablo Paolasso** - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Universidad Nacional de Tucumán - Argentina.

Dr. **Francisco do O' de Lima Júnior** - Universidade Regional do Cariri, -Brasil.

Dr. **Sebastián Crespo**  <https://orcid.org/0000-0003-3142-751X> - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Chile.

Dr. **Bernardo Mançano Fernandes**  <https://orcid.org/0000-0001-6521-8949> - Universidade Estadual Paulista - Brasil.

Dr. **Eudes Leopoldo** - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará -Brasil.

Dr. **Robin Larsimont**  <https://orcid.org/0000-0001-8095-1399> - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Argentina.

Dr. **Jodival Maurício Da Costa**  <https://orcid.org/0000-0003-4365-367X> - Universidade Federal do Amapá - Brasil.

Dr. **Ricardo Bohl Pazos** – Pontificia Universidad Católica de Perú - Perú

## COMITÉ DE PUBLICACIONES

Diego Bombal – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina  <https://orcid.org/0000-0001-5200-8117>

Facundo Rojas – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina

Facundo Martín – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina  <https://orcid.org/0000-0003-0709-249X>

Fernando Ruiz Peyré – Universidad de Innsbruck – Austria  <https://orcid.org/0000-0003-3646-3974>

Gabriela Maldonado – Universidad Nacional de Río Cuarto – Argentina

Carla Marchant – Universidad Austral – Chile  <https://orcid.org/0000-0002-4040-8372>

**Correctora de Estilo:** Ester Argüello – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina

## INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

**Directora:** Silvia Beatriz Robledo – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina

 <https://orcid.org/0000-0001-8848-1459>

**Subdirector:** Diego Bombal – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina

 <https://orcid.org/0000-0001-5200-8117>

**Secretario:** Facundo Rojas – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina

### Comisión Asesora:

Pablo Rizzo – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina

Claudio Urra Colletti – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina

Clarisa Suden – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina

Renzo Salatino – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina

**Secretaría Administrativa:** Ester Argüello – Universidad Nacional de Cuyo – Argentina

**Imagen de la portada:** Foto de Rodrigo Martín Magallanes, con edición digital de Clara Luz Muñiz. Corresponde a los terrenos del ex ferrocarril San Martín, localizados en la ciudad de Mendoza: 32° 52' 45" Lat. S. y 68° 50' 2" Long. O. Las privatizaciones en la década del '90 dejaron grandes baldíos urbanos en el corazón de la ciudad, un total de 36 hectáreas. Se convirtieron en objeto de disputa por el acceso a la ciudad entre corporaciones con intereses inmobiliarios, organizaciones (Unión Ferroviaria y Casa Amerika) y asentamientos informales. Desde la década del 2000 hasta la actualidad el Estado nacional ha ido cediendo terrenos para que la Municipalidad de Ciudad de Mendoza pueda avanzar con la urbanización de los mismos, habilitando nuevos usos del suelo.



Se permite la reproducción de los artículos siempre y cuando se cite la fuente. Esta obra está bajo una Licencia Atribución-No Comercial 4.0 internacional (CC BY-NC 4.0). Usted es libre de: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato; adaptar, transformar y construir a partir del material citando la fuente. Bajo los siguientes términos: Atribución —debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. No Comercial —no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>

Esta revista se publica a través del SID (Sistema Integrado de Documentación), que constituye el repositorio digital de la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza): <http://bdigital.uncu.edu.ar/>, en su Portal de Revistas Digitales en OJS: <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php>

Nuestro repositorio digital institucional forma parte del SNRD (Sistema Nacional de Repositorios Digitales) <http://repositorios.mincyt.gob.ar/>, enmarcado en la leyes argentinas: Ley N° 25.467, Ley N° 26.899, Resolución N° 253 del 27 de diciembre de 2002 de la entonces SECRETARÍA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA, Resoluciones del MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA N° 545 del 10 de septiembre del 2008, N° 469 del 17 de mayo de 2011, N° 622 del 14 de septiembre de 2010 y N° 438 del 29 de junio de 2010, que en conjunto establecen y regulan el acceso abierto (libre y gratuito) a la literatura científica, fomentando su libre disponibilidad en Internet y permitiendo a cualquier usuario su lectura, descarga, copia, impresión, distribución u otro uso legal de la misma, sin barrera financiera [de cualquier tipo]. De la misma manera, los editores no tendrán derecho a cobrar por la distribución del material. La única restricción sobre la distribución y reproducción es dar al autor el control moral sobre la integridad de su trabajo y el derecho a ser adecuadamente reconocido y citado.

# ÍNDICE

<b>INVESTIGACIONES</b>	<b>7</b>
<b>Urbanismo proempresarial y viviendas desocupadas en el área metropolitana de Buenos Aires: el caso de la ciudad de Lomas de Zamora  </b> Pro-business urbanism and unoccupied housing in the Buenos Aires metropolitan area: the case of the city of Lomas de Zamora	
<b>Bárbara Teresa Romano</b>	<b>9</b>
<b>Evidencias en la variabilidad pluvio y fluviométrica en contexto de sequías. El caso de la cuenca del río Maule, Chile entre los años 2000-2019  </b> Evidence in rainfall and fluviometric variability in the context of droughts. The case of the Maule river basin, Chile between the years 2000-2019	
<b>Francisco Maturana, José Araos E y Macarena Fernández Carvajal</b>	<b>33</b>
<b>Impacto de la evolución de la superficie urbana edificada en el escurrimiento superficial de la ciudad de Tandil, Buenos Aires, Argentina: un escenario de simulación con HEC-RAS  </b> Impact of the evolution of the urban built-up area on the surface runoff in the city of Tandil, Buenos Aires, Argentina: a simulation scenario with HEC-RAS	
<b>María Lorena La Macchia y Santiago Linares</b>	<b>65</b>
<b>“El rostro de Córdoba”. La industria como motivo del paisaje en la ciudad de Córdoba. Coyunturas y contrastes  </b> “The face of Córdoba”. Industry as a landscape motif in the city of Córdoba. Conjunctures and contrasts.	
<b>Santiago Llorens</b>	<b>101</b>

**La teoría de los sistemas complejos como aporte alternativo para comprender el proceso de formación de la isla de calor en la ciudad de Presidente Prudente (San Pablo, Brasil) | The theory of complex systems as an alternative contribution to understanding the process of formation of the heat island in the city of Prudent President (Sao Paulo, Brazil)**

María Cecilia Domizio 127

**RESEÑAS Y CRÍTICA BIBLIOGRÁFICA 151**

*Los escombros del progreso. Ciudades perdidas, estaciones abandonadas, soja, y deforestación en el norte argentino.* Gastón R. Gordillo, 2018, Buenos Aires, Siglo XXI Editores

Oswaldo Sironi 153

*"Nosotros creamos el Delta". Habitar, forestar y conservar un humedal.* Cynthia Pizarro, (Coord.), 2019, Buenos Aires, Ediciones CICCUS

Mariana Arzeno 157

# INVESTIGACIONES





# Urbanismo proempresarial y viviendas desocupadas en el área metropolitana de Buenos Aires: el caso de la ciudad de Lomas de Zamora

**Pro-business urbanism and unoccupied housing in the Buenos Aires metropolitan area. The case of the city of Lomas de Zamora.**

**Bárbara Teresa Romano**

Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Argentina

 [bromano@unterf.edu.ar](mailto:bromano@unterf.edu.ar)

## RESUMEN

El proceso de recuperación económica que se vivió luego de la crisis económica, social y política del año 2001 en la Argentina, representó una oportunidad, fundamentalmente, para el sector de la construcción y de los negocios inmobiliarios. Las inversiones de los promotores inmobiliarios, amparados por los mismos gobiernos locales, se concentraron no solamente en los tradicionales barrios de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, sino también en zonas poco exploradas por el urbanismo proempresarial: las localidades cabeceras de los partidos del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). Una de ellas es Lomas de Zamora, que se ubica en el corredor sur del aglomerado, y ha experimentado un reciente proceso de verticalización que ha contribuido a la expansión de las viviendas desocupadas. En esta presentación, nos proponemos analizar la cantidad y distribución de viviendas desocupadas, a través de la información presente en los tres últimos censos nacionales de población, hogares y viviendas (INDEC, 1991 – 2001- 2010), en contraposición al crecimiento de la población residencial que parece estancado; con un enfoque que pretende interpretar las características que están por detrás del fenómeno (¿o estrategia inmobiliaria?) de las viviendas desocupadas.

**PALABRAS CLAVE:** vivienda desocupada, alquiler, financiarización de la vivienda, Lomas de Zamora.

**ABSTRACT**

The process of economic recovery that was experienced after the economic, social and political crisis of 2001 in Argentina, represented an opportunity, fundamentally, for the construction and real estate business sector. The investments of the real estate developers, protected by the same local governments, concentrated not only in the traditional neighborhoods of the Ciudad Autónoma de Buenos Aires, but also in areas little explored by the pro-business urbanism: the head towns of the partidos of Buenos Aires Metropolitan Area (AMBA). One of them is Lomas de Zamora, which is located in the southern corridor of the agglomerate, and has undergone a recent verticalization process that has contributed to the expansion of houses discovered. In this presentation, we propose to analyze the quantity and distribution of houses discovered, through the information present in the last three national censuses (INDEC, 1991 - 2001-2010), as opposed to population growth residential that seems stagnant; with an approach that tries to interpret the characteristics that are behind the phenomenon (or real estate strategy?) of vacant houses.

**KEYWORDS:** unoccupied housing, rental, housing financing, Lomas de Zamora.

**INTRODUCCIÓN**

En el periodo poscrisis 2001 la Argentina experimentó una notable recuperación tras la salida del régimen de convertibilidad, la estabilización y crecimiento positivo de la balanza comercial y la restitución de la figura de las retenciones a las exportaciones. Autores como Del Río, J., (2014); Guevara, T., (2014); Dalle, P., (2010) coinciden en señalar que la pérdida de la participación del endeudamiento externo en la economía nacional, posibilitó la consolidación de un escenario para establecer un dólar alto que permitió crear las condiciones para una recuperación de los sectores productivos orientados al mercado interno y, además, mejorar la competitividad para los exportadores. Se inició una etapa de fuerte crecimiento de la actividad económica, que se tradujo fundamentalmente en el Producto Bruto Interno y en el empleo; el cual ocasionó un aumento generalizado del consumo interno y disminución de la pobreza. Para Dalle, P., (2010) se produjo un cierto “derrame” de prosperidad, sobre todo hacia los sectores bajos y medios bajos, donde la crisis había tenido un mayor impacto.

Con los primeros signos de la recuperación económica, el sector de la construcción y el negocio inmobiliario funcionaron como uno de los motores de la economía, en zonas donde la rentabilidad estaba asegurada. Para Baer, L., (2012) se conjugaron varios factores: suelo barato, bajos costos de construcción (mano de obra y materiales de construcción) y bajas tasas de interés (las oportunidades de inversión condujeron a la capitalización de los recursos financieros en el desarrollo inmobiliario y en la compra de viviendas). El carácter empresarialista en la planificación de las ciudades se manifestó –o mejor dicho se reforzó- a través de la apertura externa de muchas economías locales, que generaron las condiciones para estimular la llegada de capitales, principalmente del sector inmobiliario (Harvey, D., 2001). Esas condiciones, se tradujeron en el establecimiento de un escenario apropiado para que los actores privados puedan dirigir sus inversiones dentro de la ciudad entre las zonas que representan mayor rentabilidad. Se produjeron nuevos desarrollos inmobiliarios en forma de “countries en altura”, “lofts” y reciclajes urbanos ligados a procesos de gentrificación. También se invirtió en la expansión de un formato de consumo, que ya venía desarrollándose desde la década de 1990: los *shoppings centers* y las urbanizaciones cerradas.

Las oportunidades de inversión para los promotores inmobiliarios se concentraron no solamente en los tradicionales barrios de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, sino también en zonas poco exploradas por el urbanismo proempresarial: las localidades cabeceras de los partidos del Área Metropolitana de Buenos Aires<sup>1</sup>. En este punto, destaquemos que el Área Metropolitana de Buenos Aires está compuesto por la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y 24 partidos que, al mismo tiempo, se dividen en los partidos de la “primera corona” (Avellaneda, Quilmes, Lanús, Lomas de Zamora, La Matanza, Tres de Febrero, Morón, Ituzaingó, Hurlingham, General San Martín, Vicente López y San Isidro) y los partidos de la “segunda corona” (Berazategui, Florencio Varela, Almirante Brown, Esteban

---

<sup>1</sup> La República Argentina está dividida en 23 provincias. La provincia de Buenos Aires está dividida administrativamente en 135 partidos o municipios, para el año 2009. Cada partido tiene una o varias localidades, y una de ellas es la principal y se denominada “cabecera”. Allí es donde está la sede del gobierno municipal.

Echeverría, Ezeiza, Merlo, Moreno, San Miguel, José C. Paz, Malvinas Argentinas, Tigre y San Fernando), Figura 1.

En este trabajo, el objetivo es analizar la disposición de viviendas desocupadas en la ciudad de Lomas de Zamora, considerando a la población involucrada, el rol del Estado y el del mercado. La problemática que busca analizar este artículo es el aumento sostenido de la cantidad de viviendas desocupadas en la ciudad de Lomas de Zamora. De acuerdo al INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) se entiende como vivienda desocupada a “aquella que no se utiliza como residencia habitual de un hogar y nadie pernoctó en ella en la víspera del censo. Se diferencia según el motivo por el que se encontraban desocupadas: de veraneo o de fin de semana, en alquiler o venta, en construcción, usada con fines no habitacionales, por otra razón” (INDEC resultados definitivos para Buenos Aires, 1991: 21).

La financiarización de la vivienda impulsó la participación de bancos, empresas constructoras, desarrolladores inmobiliarios, fondos de inversión e incentivaron transformaciones urbanas (Rolnik, R., 2017) que, en nuestro caso, promovieron la creación de una zona apodada por los promotores inmobiliarios como “Las Lomitas”. La zona en cuestión está atravesando procesos de inquilinización, en forma contemporánea con la pérdida relativa de propietarios (Romano, B., 2018b).

El auge inmobiliario de la década del 2000 demuestra un aumento sostenido de la cantidad de viviendas nuevas en la ciudad de Lomas de Zamora, principalmente de departamentos, que llegan a triplicar a los existentes en la década de 1990. Al mismo tiempo, y de acuerdo al análisis de los datos proporcionados por el INDEC (censos de 1991, 2001, 2010) la cantidad de habitantes en nuestra área de estudio se mantiene estable y, en algunas zonas, presenta leves incrementos en su variación intercensal.

Frente a este panorama, en esta presentación nos proponemos analizar la cantidad y distribución de viviendas desocupadas, a través de la información presente en los tres últimos censos nacionales, en contraposición al crecimiento de la población residencial que parece estancado; con un enfoque que pretende interpretar las estrategias que están por detrás del fenómeno de las viviendas desocupadas.

El aumento de la cantidad de viviendas vacías se relaciona fundamentalmente con el alquiler, puesto que esas viviendas vacías -que son “retenidas” y no se colocan en el

mercado- están “empujando” el precio de los alquileres. Una de las consecuencias es que aumenta la cantidad de dinero que cada familia destina al gasto en alquiler, lo que repercute en los niveles de pobreza y, entonces, en la delimitación del valor de la canasta básica.<sup>2</sup>

### **El fenómeno de las casas vacías: una problemática del urbanismo proempresarial**

Tras la crisis del 2001 y luego de la devaluación del peso argentino, la industria de la construcción intensificó su protagonismo en el conjunto de la economía (apoyado por el sector público, que impulsó medidas económicas neokeynesianas), por su capacidad de incrementar la inversión y el consumo (Del Río, J., 2014; Guevara, T., 2014). En este contexto, y tras el colapso del sistema bancario y la desconfianza generalizada de la población hacia esas instituciones, el ahorro a través del “ladrillo” resultó ser la mejor opción financiera.

Sin embargo, la multiplicación de la oferta residencial no se tradujo en mayores posibilidades de acceso a la vivienda, de hecho, se registra “muchas gente sin casa y muchas casas sin gente” de acuerdo al Diagnóstico socio-habitacional de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Comisión de Vivienda del Consejo Económico y Social 2016:11).

Una de las tantas causas que combina expansión inmobiliaria e imposibilidad de acceso a la vivienda propia formal, es la dificultad de acceso al crédito hipotecario. La implementación del modelo económico neodesarrollista, impulsó la recomposición salarial del segmento poblacional de ingresos medios, pero aquello no alcanzó para revertir la tendencia del aumento de inquilinos. Esta imposibilidad estuvo determinada por las altas tasas bancarias y por el aumento del valor del suelo,

---

<sup>2</sup> Según las mediciones de pobreza que realiza el INDEC, a través de la EPH, en el mes de abril del año 2019, una familia tipo precisaba para cubrir la canasta básica \$29.304 para no ser pobre. Si esa familia es inquilina necesita sumar el valor del alquiler, que se estipula en \$19.472 para un departamento de 3 ambientes en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Por lo tanto esa familia necesita \$48.776 mensuales, para no ser pobre. Es decir que, en la actualidad las familias que alquilan destinan prácticamente el valor de otra canasta básica, al mantenimiento mensual de la vivienda si además se suma, por ejemplo, el valor de las expensas.

que se tradujo, al mismo tiempo, en el aumento del valor de los alquileres y en la dificultad de ahorro por parte de los inquilinos.

El *boom* inmobiliario que sucedió a la crisis del 2001, no fue financiado por créditos hipotecarios sino por los ingresos y ahorros de una parte de la población de nivel socioeconómico medio y alto; que colocó en los “ladrillos” sus ahorros frente a la desconfianza al sistema bancario (Del Río. J., 2014). La expansión de las viviendas no se reflejó en una disminución de los inquilinos ni en un aumento de los propietarios, sino en un aumento de la cantidad de viviendas vacías.

Según el censo del año 2010, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires cuenta con 1.425.840 viviendas, sobre un total de población de 2.890.151 habitantes. La relación directa entre estos dos números, se traduce en que existen alrededor de una vivienda cada dos habitantes, sin embargo esta relación está muy alejada de la realidad porteña puesto que varios estudios indican que existen una gran cantidad de viviendas deshabitadas o subocupadas, otras en condiciones de hacinamiento y otras tantas cuyo grado de deterioro impide la práctica de las funciones básicas de habitar (Rodríguez, et al 2016)<sup>3</sup>. Por otra parte, los datos sobre la cantidad de viviendas vacías se extraen de los censos nacionales de hogares, población y vivienda que realiza el INDEC cada 10 años, por lo que el censo proporciona una imagen estática sobre el proceso de ocupación de las viviendas y no muestra los cambios no siempre previsibles y los usos temporales de los inmuebles en cuestión. En este punto, cabe destacar que en los primeros meses del año 2019 se presentaron los primeros resultados de un estudio realizado por el Instituto de la Vivienda de la Ciudad (IVC); en donde se midió la cantidad de viviendas vacías a través del consumo eléctrico<sup>4</sup>. El principal objetivo es obtener una medición que atienda a las situaciones coyunturales, con respecto a la ocupación de la vivienda. De allí se desprende que en la CABA existen 138.328 viviendas vacías, según las mediciones realizadas por el Ente Nacional Regulador de Electricidad (ENRE) a través del consumo de electricidad

---

<sup>3</sup> Las viviendas subocupadas son aquellas que, siendo de uso residencial, no posee habitantes de manera recurrente sino sólo de manera temporal. Se suelen usar para vacaciones, fin de semana u otro uso temporal.

<sup>4</sup> <https://www.cels.org.ar/web/2019/08/viviendas-vacias-en-la-ciudad-y-emergencia-habitacional/>

domiciliaria, durante el año 2017. Según el IVC, una segunda fase del estudio analizará la evolución del consumo eléctrico durante la última década.

Hasta el año 2010, según el censo, existían en la ciudad 340.975 inmuebles deshabitados en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires es decir que el 23,9% de las viviendas estaban desocupadas. En la zona norte, principalmente en las Comunas 1, 14 y 2, se concentran el 38,5% del total de viviendas deshabitadas<sup>5</sup>. Por el contrario, en la zona sur es donde se encuentran los mayores coeficientes de ocupación<sup>6</sup>. Los barrios que poseen mayor cantidad de viviendas ociosas se encuentran en el norte de la ciudad: Recoleta (34,50%) y Palermo (29,47), seguidos por Belgrano, Colegiales y Núñez (24,58%). Luego se destacan algunos barrios del sur como San Cristóbal y Balvanera, en donde hay un 25,20% de viviendas vacías; mientras que en el centro geográfico de la ciudad sobresale el barrio de Caballito con 21,85% de sus viviendas ociosas. Destacamos que la concentración de viviendas ociosas se produce en aquellos barrios que históricamente agruparon las mejores condiciones sociohabitacionales de la capital federal (Torres, H., 1978, 2001; Álvarez, G, e Iulita, A., 2013).

Si realizamos un cambio de escala y comparamos los valores de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) con los partidos del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), encontramos que existe una gran distancia con respecto a los porcentajes de viviendas desocupadas. CABA posee casi un 24% de su parque de viviendas desocupadas mientras que los partidos del AMBA poseen, en promedio, un 11,47%. Señalemos, además, que los mayores porcentajes de viviendas ociosas en los partidos del AMBA no superan el 18% mientras que los menores porcentajes apenas superan el 8%.

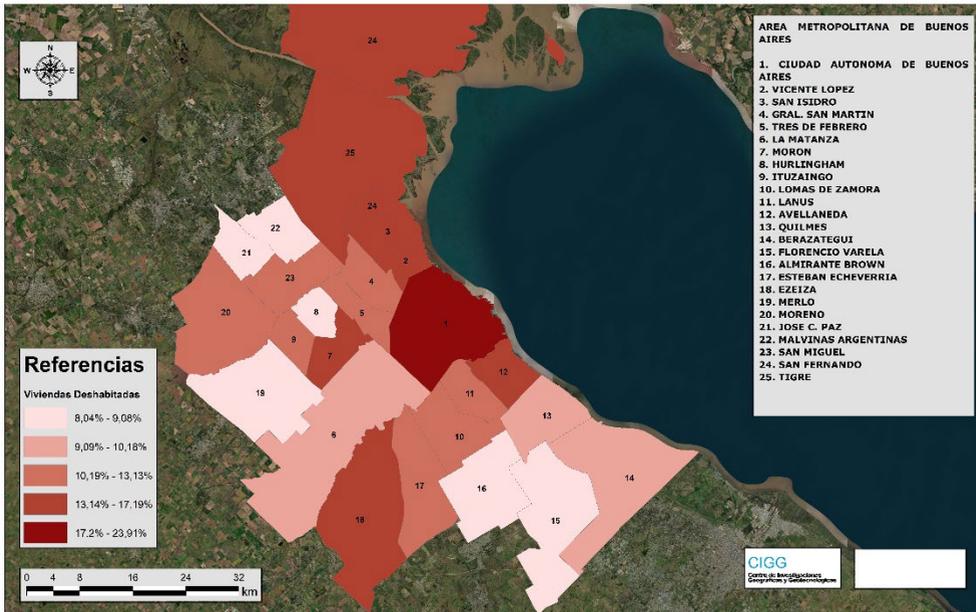
En el análisis de los partidos que componen el Área Metropolitana de Buenos Aires, destacamos que los partidos de Vicente López (17,19%), Tigre (16,71%), Ezeiza (15,32) y San Isidro (14,64%) son los que poseen los mayores porcentajes de

---

<sup>5</sup> La Ciudad Autónoma de Buenos Aires está organizada en 15 comunas, que se rigen bajo la ley 1.777/2005. Cada comuna está compuesta por uno o varios barrios. La comuna 1 está compuesta por los barrios de Retiro, Puerto Madero, San Nicolás, San Telmo. Monserrat, Constitución. La comuna 2 es el barrio de Recoleta, mientras que la comuna 14 es el barrio de Palermo.

<sup>6</sup> <http://www.defensoria.org.ar/wp-content/uploads/2015/09/SituacionHabitacional-1.pdf>

viviendas desocupadas, según el último censo realizado en el año 2010. Mientras que Merlo (8,03%), Malvinas Argentinas (8,12%), Almirante Brown (8,60%) y Florencio Varela (8,64%) son los partidos que tienen menores porcentajes de viviendas ociosas. En este conjunto, el partido de Lomas de Zamora -donde se inserta nuestro caso de estudio- se ubica en una posición intermedia dado que posee un 11,10% de sus viviendas desocupadas, y es cercano a los casos de Ituzaingó (11,55%) y Esteban Echeverría (11,56%).



**Figura 1.** Porcentaje de viviendas deshabitadas en los partidos del Área Metropolitana de Buenos Aires (2010)

Fuente: Elaboración propia, en base a INDEC (2010)

De acuerdo al censo del 2010, cerca del 40% de la población de Ciudad Autónoma de Buenos Aires reside bajo el régimen de tenencia de la vivienda del alquiler o es ocupante de su vivienda, mientras que en los partidos del Área Metropolitana de Buenos Aires los ocupantes bajo la modalidad del alquiler son del 13,21%. Estas personas no pueden acceder a la vivienda propia dado que existen restricciones vinculadas con la imposibilidad de ahorro (con una inflación que llega casi al 48%

anual, como en el año 2018, y que –frente a la falta de intervención del Estado- se traslada al valor de los alquileres) y también con respecto al acceso al crédito hipotecario (por la inexistencia de créditos a tasas fijas, y que se ajusten al salario real del trabajador que se encuentra desfasado de la inflación)<sup>7</sup>.

Las viviendas desocupadas representan una problemática en Buenos Aires porque su incorporación en el mercado, junto con una regulación del mismo, favorecería el acceso a los alquileres<sup>8</sup>. Esto ocurre fundamentalmente porque la demanda insatisfecha corresponde a los sectores de nivel socioeconómico medios y medios bajos, cuando la mayor parte de los inmuebles ociosos se ubican, como ya dijimos, en las zonas más pudientes de la ciudad. Entonces la inyección de estos inmuebles al mercado no soluciona una demanda que parece extendida en los diferentes barrios, y que parece concentrarse en la zona sur de la ciudad. Si bien cabe aclarar, que esta inyección podría resultar una medida paliativa para contrarrestar las diferencias en el precio de los alquileres dentro del conjunto de la ciudad y, entonces, contribuir a la redistribución de la demanda.

### **Algunas notas sobre el proceso de configuración de Las Lomitas**

Desde inicios de la década del 2000 se registran en la Región Metropolitana de Buenos Aires procesos de valorización de los centros tradicionales, que parecen replicar algunas características de las experiencias de renovación urbana de barrios de la Capital Federal como San Telmo (Herzer, H., 2008), Abasto (Carman, M., 2002; Baer, L., 2010), o como la invención de la zona conocida como Las Cañitas en el barrio de Palermo (Iulita, A., 2018). La zona de estudio se ubica en la localidad cabecera del

---

<sup>7</sup> “La inflación en 2018 fue del 47,6%, la cifra más alta en los últimos 27 años” Diario La Nación. 15 de enero de 2019. Fuente: <https://www.lanacion.com.ar/economia/dolar/inflacion-diciembre-2018-indeprecios-nid2211091>

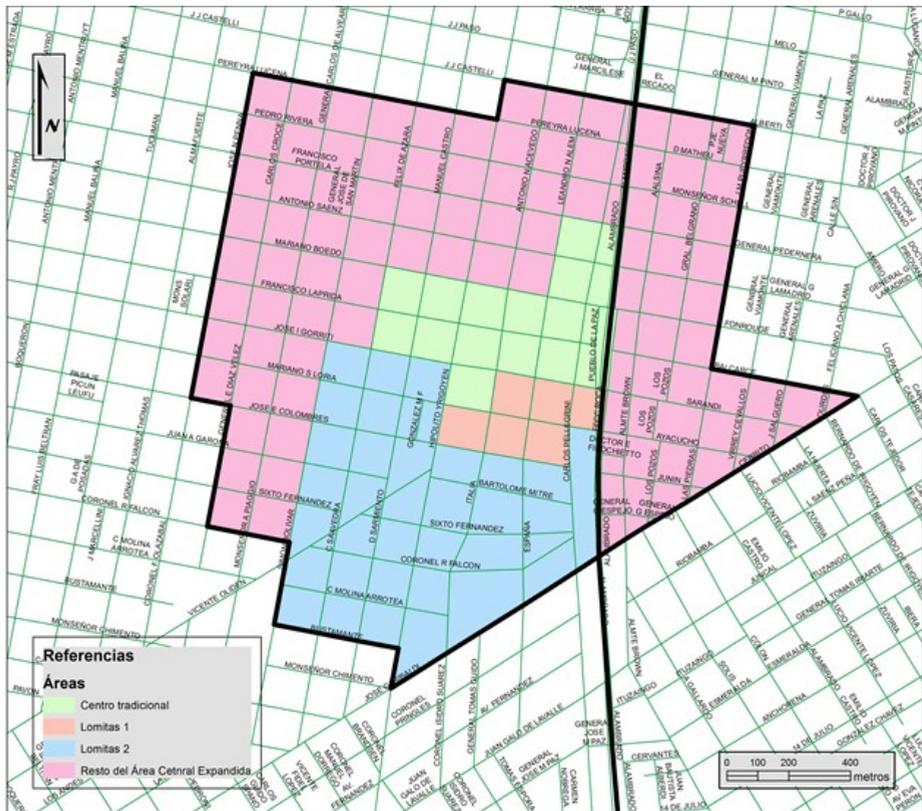
<sup>8</sup> La iniciativa de promover el alquiler de los inmuebles deshabitados podría inyectar unidades en el mercado, si bien su cantidad es insuficiente para mejorar el precio de los alquileres: se estima un total de 350.000 viviendas, al año 2015, de las cuales no hay una estimación exacta de la cantidad que podrían ser habitadas. La incorporación de viviendas vacías es un proyecto del legislador Gustavo Vera, que imita a las medidas aplicadas en Holanda, Suecia y Dinamarca para paliar el déficit habitacional. Fuente: Diario La Nación. 17 de enero de 2015. <https://www.lanacion.com.ar/buenos-aires/proponen-incorporar-350000-viviendas-vacias-en-la-ciudad-al-mercado-inmobiliario-nid1760956>

partido de Lomas de Zamora, que también se llama Lomas de Zamora, y es donde se ubica la sede del gobierno municipal. El proceso de valorización del centro tradicional, que se estructura en torno de la estación ferroviaria Lomas de Zamora y sobre el eje de la calle peatonal Laprida, llevó a la revitalización y expansión de la zona comercial (Romano, B. e Iulita, A., 2013; Romano, B., 2018ab). Este proceso fue acompañado por la expansión de edificios de departamentos, que se erigieron sobre el barrio residencial lindante con el centro tradicional. Una de las consecuencias fue el avance de las funciones de centro (como la expansión de locales comerciales, y de servicios como salud y bancarios) hacia el sur del centro tradicional, generando mutaciones no solamente en la dinámica social barrial sino también a nivel paisaje y de uso del suelo. En este sentido, muchas viviendas fueron reemplazadas por locales comerciales o mismo se demolieron para transformarse en edificios de departamentos.

La mayoría de los edificios de departamentos se construyeron en forma posterior al año 2000, y se concentraron en las 159 manzanas que se circunscriben a la zona que denominamos Área Central Expandida (ACE)<sup>9</sup>. Con fines metodológicos hemos dividido a Las Lomitas en Las Lomitas I y Las Lomitas II, con el objetivo de marcar no solamente su aparición cronológica sino también sus funciones; dado que en Lomitas I predominan los comercios y edificios de departamentos mientras que Lomitas II se caracteriza por concentrar fundamentalmente edificios de departamentos. También delimitamos una zona que llamamos Resto del Área Central Expandida que abarca la mencionada expansión de los edificios de departamentos y de algunos comercios, aunque de menor densidad en consonancia con el código de edificación vigente. Para la delimitación del Área Central Expandida se consideró el crecimiento de edificios de departamentos de más de 3 pisos de altura, la edad de las construcciones y la cantidad de pisos de los edificios. También se consideró la proliferación y distribución de los comercios. Posteriormente la misma ha sido ajustada a los radios censales correspondientes a los Censos Nacionales de Hogares, Población y Vivienda (INDEC) de los años 1991, 2001 y 2010, Figura 2.

---

<sup>9</sup> Si bien existió un primer proceso de verticalización en la década de 1990, que posibilitaba comprar departamentos en cuotas fijas en moneda fuerte (dólar estadounidense). Ese proceso se desaceleró como resultado de la crisis del 2001 y de la pérdida de la paridad cambiaria.



**Figura 2.** Área Central Expandida (ACE) en la localidad cabecera de Lomas de Zamora. Año 2014.  
Fuente: Elaboración propia, en base a información provista por Google Earth e INDEC (1991, 2001, 2010)

A comienzos de la década del 2000 el desarrollo de la zona a través del aumento de la cantidad de edificios de departamentos y de la apertura de locales comerciales llevó a que los promotores inmobiliarios comenzaran a promocionar la zona llamándola “Las Lomitas”. Esa denominación respondería a algunas características vinculadas con la creación de una imagen de ciudad, que la diferencia no solamente del resto de las ciudades del partido sino también dentro del propio centro lomense, y formaría parte indisoluble del proceso de renovación urbana (Romano, B., 2018a). Esta zona se caracteriza por concentrar un proceso reciente de expansión comercial y de edificios de departamentos; y también por un proceso de valorización del patrimonio histórico-arquitectónico; que ha derivado -principalmente- en

transformaciones del tradicional paisaje lomense y en el aumento del valor del suelo urbano. Numerosos medios de comunicación que acompañan y estimulan este proceso han rotulado al centro lomense como “el *boom* de Las Lomitas” (La Nación, 27 de febrero de 2018)<sup>10</sup> o como “reducto *chic* de Lomas de Zamora”<sup>11</sup>, invocan de modo semántico la incorporación de nuevos territorios de distinción en el sur metropolitano; que parecen suceder, emular y acompañar a los existentes en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires amparados bajo la lógica de la reurbanización especulativa inmobiliaria.

La mercantilización de la zona del centro lomense es dirigida a captar a un segmento de población de nivel socioeconómico medio y alto que históricamente residió en la zona, y que busca diferenciarse de los transeúntes y consumidores de la popular peatonal Laprida (Romano, B. e Iulita, A., 2013; Romano, B., 2018ab). La construcción de una (renovada) imagen de ciudad responde por un lado a una estrategia para distinguir esa zona emergente de la del centro tradicional y, por otro lado, como una forma de emular a la zona de Las Cañitas, en el barrio de Palermo<sup>12</sup>.

En este proceso de construcción de la nueva zona comercial y residencial, participan no solamente los promotores inmobiliarios y comerciantes, sino también el gobierno local. El Estado crea condiciones para el desarrollo de la inversión inmobiliaria y, al mismo tiempo, lo incentiva invirtiendo en infraestructura y servicios urbanos que luego son aprovechados por los promotores inmobiliarios para maximizar su renta urbana. En este sentido se refuerza la seguridad pública, se mejora el alumbrado, la limpieza y los espacios públicos, muchas veces en detrimento de la preservación de la idiosincrasia lomense y al mismo tiempo apostando a un modelo de ciudad competitiva y moderna.

---

<sup>10</sup> <https://www.lanacion.com.ar/2112440-el-boom-de-las-lomitas-un-barrio-que-no-deja-de-crecer-en-el-sur-del-conurbano>

<sup>11</sup> <http://www.revistaohlala.com/1460961-las-lomitas-conoce-el-reducto-chic-de-lomas-de-zamora>

<sup>12</sup> Las Cañitas es la denominación informal y no oficial de un sector de unas 20 manzanas dentro del barrio de Palermo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Desde fines de los años '90 la zona ha venido experimentando una explosión de construcción de edificios de alta categoría y grandes torres, además de locales gastronómicos y de diseño; orientado al sector socioeconómico de ingresos medios-altos (Iulita, A., 2018).

## El fenómeno de las casas vacías en el Área Central Expandida

El auge inmobiliario constructivo posterior a la llamada crisis del 2001, promovió la expansión de nuevas edificaciones. De acuerdo al relevamiento de edificios de departamentos realizado en el año 2015, en el Área Central Expandida, se contabilizaron un total de 408 edificios de departamentos. Como resultado, la cantidad de edificios de departamentos cuadruplicó a los existentes en la década de 1990, para esa misma zona (Romano, B., 2018b).

El análisis de los tres últimos censos demuestra que la cantidad de población en el Área Central Expandida tuvo una variación intercensal negativa entre 1991 y 2001 (-2.488 habitantes), mientras que entre los años 2001 y 2010 podríamos decir que la población se mantuvo estable puesto que sufrió un leve aumento (+304 habitantes). Para el caso del partido de Lomas de Zamora la variación fue positiva en los tres periodos de análisis. Se evidencia en la tabla 1 que entre 1991 y 2001 el aumento de la cantidad de población en el partido de Lomas de Zamora fue del 3%; mientras que entre 2001 y 2010 aumento a 4,2%. Se registró, por lo tanto, entre los censos de 1991 y 2010, un aumento del 7,3% en la cantidad de población para el conjunto del partido.

De la tabla 1, también se desprende que la mayor cantidad de habitantes se ubica en la zona que denominamos Resto del ACE. En esa zona se mantuvo un promedio de población que ronda los 11.000 habitantes por cada año censal, mientras que en Las Lomitas la cantidad de personas no ha logrado superar los 1.600 habitantes en los mismos años censales. Por otra parte, cabe destacar que se produjo una disminución intercensal generalizada de la cantidad de población en todas las zonas que componen el Área Central Expandida en el período de análisis, con excepción de la zona del Centro tradicional en donde la población aumentó. Además, la cantidad de población de Las Lomitas, en conjunto, no logra superar a la del Resto del ACE en ningún año censal mientras que duplica a la contenida en el Centro tradicional.

Zonas	Cantidad de población (habitantes)		
	1991	2001	2010
Las Lomitas I	1.598	1.364	1.311
Las Lomitas II	5.217	4.832	4.870
Centro tradicional	2.106	1.827	2.499
Resto del Área Central Expandida	12.536	10.946	10.593
<b>Total Área Central Expandida</b>	<b>21.457</b>	<b>18.969</b>	<b>19.273</b>
<b>Total partido Lomas de Zamora</b>	<b>574.330</b>	<b>591.345</b>	<b>616.279</b>

**Tabla 1.** Cantidad de población en Área Central Expandida (ACE), en números absolutos.

Fuente: Elaboración propia, en base a INDEC 1991, 2001, 2010.

A lo largo de los tres censos de población, se depende la misma tendencia para el Área Central Expandida: la zona del Resto del Área Central Expandida contiene más del 55% de la población del Área Central Expandida, seguido por Las Lomitas II (que se mantiene en el orden del 25%, estable, para el mismo periodo) y luego por el Centro tradicional que pasó de concentrar el 9,8% de la población del Área Central Expandida en el censo del año 1991 al 13% en el último censo del 2010. La zona que agrupa el menor porcentaje de población del Área Central Expandida es Las Lomitas I, que pasó de concentrar el 7,4% en el censo de 1991 a 6,8% en 2010. En este punto conviene resaltar, a modo de síntesis, que la cantidad de población del Área Central Expandida, tanto en números absolutos como en porcentajes, es estable y que su distribución tampoco sufrió variaciones con el surgimiento de Las Lomitas, en el periodo poscrisis 2001. Entonces ¿Quiénes ocupan las nuevas viviendas que surgieron a raíz de la expansión de edificios de departamentos? El análisis de los tres últimos censos de hogares población y vivienda, demuestra una disminución sostenida del porcentaje de viviendas ocupadas, tabla 2.

Zonas	1991		2001		2010	
	Ocup.	Desocup.	Ocup.	Desocup.	Ocup.	Desocup.
Las Lomitas I	79,90%	20,10%	64,10%	35,90%	60,80%	39,20%
Las Lomitas II	86,20%	13,80%	75,30%	24,70%	67,30%	32,70%
Centro tradicional	77,10%	22,90%	60,70%	39,30%	56,20%	43,80%
Resto Area Central Expandida	83,30%	16,70%	76,00%	24,00%	74,90%	25,10%
Total Area Central Expandida	82,80%	17,20%	72,40%	27,60%	68,30%	31,70%
Total partido Lomas de Zamora	92,40%	7,60%	87,00%	13,00%	88,90%	11,10%

**Tabla 2.** Cantidad de viviendas ocupadas y desocupadas en Área Central Expandida (ACE) y partido de Lomas de Zamora, en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia, en base a INDEC 1991, 2001, 2010.

Entre 1991 y 2010 disminuyó alrededor del 20% el porcentaje de viviendas ocupadas: se pasó del 82% ocupado en el Área Central Expandida en el año 1991 al 68,3% en el censo del 2010. Como contrapartida, aumentó la cantidad de viviendas desocupadas: pasando de 17,2% en el censo de 1991 a 31,7% en 2010. Esta tendencia se visualiza para todas las zonas de estudio, si bien cabe destacar un aumento (poco significativo) del 1,9 % para el Total partido Lomas de Zamora. Los mayores porcentajes de disminución de viviendas ocupadas se registran entre los censos de 1991 y 2001, en donde la variación intercensal es de un promedio del 11.3%.

La zona que presentó el mayor porcentaje de viviendas ocupadas fue el total partido de Lomas de Zamora, seguido por Las Lomitas II y luego por Resto del Área Central Expandida. Por otra parte, las zonas que presentan los mayores porcentajes de viviendas desocupadas son Las Lomitas I y Centro tradicional. Cabe destacar que, según el último censo, el porcentaje de viviendas desocupadas en la zona del Centro tradicional era del 43.8%. Este valor podríamos calificarlo como preocupante, puesto que más del 40% de las viviendas están desocupadas y se ubican en el centro neurálgico del partido, dejando ocioso el consumo de servicios urbanos e imposibilitando un desarrollo territorial local sostenible.

En números absolutos, podemos decir que la cantidad total de viviendas se duplicó, mientras que la cantidad de viviendas desocupadas prácticamente se triplicó. En este sentido, en el censo de 1991 existían 1492 viviendas desocupadas en el Área Central

Expandida y en 2010 se contaban 3774 viviendas. Al mismo tiempo, cabe destacar que dentro de las zonas que componen el ACE, la variación intercensal demuestra que se multiplicaron las viviendas vacías. En el caso de las viviendas ocupadas, se aprecia para el intervalo 1991 – 2001 una disminución absoluta, mientras que en el intervalo 2001 – 2010 se revierte esta tendencia.

Si nos proponemos, nuevamente, relacionar la cantidad de viviendas con la población existente en el ACE podemos decir que existen 0,6 viviendas por habitante en el año 1991; mientras que en el año 2010 disminuyó la cantidad de población y aumentó la cantidad de viviendas. Es decir, que en el año 2010 existían 0,4 viviendas por habitante lo que representa, entonces, más viviendas para menos propietarios.

Entonces, ¿Por qué proliferaron las viviendas vacías? ¿Qué tipo de medidas podrían detener la proliferación de viviendas vacías?

El suelo urbano es un bien escaso, único e irrepetible. La propiedad privada permite que el propietario monopolice ciertas características únicas del suelo urbano, determinadas fundamentalmente por los atributos de su localización y por la incorporación de un valor producido en forma colectiva: la urbanización (Topalov, C., 1978). Es decir que el propietario se apropia de una parte de la valorización generada en el proceso de urbanización, sin realizar ningún esfuerzo y en detrimento del consumidor final; que ve incorporado dicho valor al costo de la mercancía final.

La retención de la vivienda, es decir no colocarla en el mercado inmobiliario, contribuye a restringir el derecho a la ciudad, en los términos planteados por Lefebvre (1978), y que la vivienda sea un bien de cambio y que no cumpla su función social. La decisión de los propietarios de subutilizar la vivienda le imprime un costo económico a toda la sociedad, que se llama externalidad, porque no es posible aprovechar las ventajas de la aglomeración y de red que son inherentes a esa vivienda (Polinelli, J. et al. 2013). Las externalidades se definen como aquellas decisiones de consumo que toman los individuos, empresas u hogares y que afectan a terceros que no participan directamente en esas transacciones. La afectación se refiere a, por ejemplo, el aumento generalizado del precio de los inmuebles y de sus alquileres y a la falta de oferta dirigida a los sectores sociales medios y populares.

Frente a los obstáculos a los procesos de urbanización que generan los inmuebles ociosos, agrupaciones como la Asociación Inquilinos Agrupados aseguran que la intervención del Estado regularía el uso del suelo urbano y garantizaría el derecho a la vivienda, tal como lo establece la constitución nacional<sup>13</sup>. En este sentido, y de acuerdo a autores como Zernobi, F., (2012), Fernández Wagner, R., (2014); Rolnik, R., (2017); la gravación impositiva de las viviendas ociosas podría estimular la incorporación de inmuebles al mercado inmobiliario y evitaría socializar costos de decisiones privadas (como la de retener inmuebles).

El impuesto propuesto, que surge como una iniciativa a partir de la discusión sobre la ley de Alquileres en el año 2017, no gravaría la propiedad inmobiliaria sino la especulación; y lo pagaría el propietario<sup>14</sup>. El impuesto se aplicaría sobre viviendas vacías, en condiciones de habitabilidad y que no están destinadas al alquiler temporario de turistas. La vivienda ociosa se detectaría a través del nivel de consumo de los servicios, como electricidad, gas y agua. Cuando se demuestra que la propiedad no está en uso, se le aplica un impuesto que iría aumentando mes a mes. Uno de los efectos del impuesto sería disminuir el beneficio del propietario por la retención del inmueble, y bajar la expectativa por la especulación inmobiliaria. El objetivo principal no es que el Estado recaude sino penalizar la tenencia de bienes inmuebles ociosos; y que, llegado el caso, se convierta en un instrumento de recaudación al servicio de la planificación urbana<sup>15</sup>.

Durante el año 2020, finalmente, se aprobó la Nueva Ley de Alquileres. La misma rige desde el 1<sup>º</sup> de Julio bajo el número 27551/20<sup>16</sup> y , básicamente, establece la extensión de los contratos a tres años, la limitación del depósito inicial al equivalente a un mes de alquiler, la actualización anual del precio del alquiler a partir de una fórmula que combina la evolución de los precios con la de los salarios formales, una

---

<sup>13</sup> <https://www.infobae.com/economia/2018/06/19/alquileres-proponen-crear-un-impuesto-para-los-departamentos-vacios/>

<sup>14</sup> <https://www.eldia.com/nota/2016-3-16-impulsan-un-impuesto-extra-a-las-viviendas-deshabitadas>

<sup>15</sup> “Según Inquilinos Agrupados, la fijación de un impuesto podría crear un fondo para la construcción de viviendas públicas que se puedan alquilar”. Fuente: <https://www.infobae.com/economia/2018/06/19/alquileres-proponen-crear-un-impuesto-para-los-departamentos-vacios/>

<sup>16</sup> <https://www.argentina.gob.ar/noticias/rige-la-nueva-ley-de-alquileres>

ampliación de las garantías que aporta el inquilino, que las expensas extraordinarias corran por parte del propietario y la obligación de declarar el alquiler en la AFIP. La norma fue apoyada por las organizaciones de inquilinos fundamentalmente por la extensión de los plazos del contrato y porque evita algunos abusos de inmobiliarias sobre el depósito inicial y también de propietarios respecto a aumentos y expensas. En contraparte, algunas grandes inmobiliarias se declararon en contra de la nueva ley de alquileres porque entienden que disminuirá la oferta de propiedades en alquiler e incrementará su precio<sup>17</sup>.

Con respecto a las viviendas ociosas, la idea de cobrar un impuesto sigue siendo un proyecto<sup>18</sup> y aún no está contemplado dentro de la Nueva Ley de Alquileres cuya sanción, cabe destacar, se apuró como consecuencia de los efectos de la pandemia del COVID19 sobre los salarios de los trabajadores<sup>19</sup>. La situación actual exige acompañar la Nueva Ley de Alquileres con una regulación con impuestos progresivos a las viviendas vacías y baldíos, estimulando a los propietarios a ofrecer sus viviendas en alquiler, de modo de reducir el precio de los alquileres al incrementar la oferta y reducir la demanda de viviendas en alquiler. Además, incentivaría el blanqueo de los alquileres ante la AFIP para declarar la ocupación de la vivienda y evitar, entonces, impuestos a la aplicación de impuestos progresivos.

## CONCLUSIONES

La crisis habitacional en Argentina, que se arrastra desde hace décadas, se agravó en los últimos años no solamente por el aumento de la inflación, en donde el alquiler de la vivienda logra consumir alrededor del 40% de los ingresos de un hogar, sino por la falta de regulación de los precios del suelo. La iniciativa del proyecto del gravado de los inmuebles ociosos apunta a aumentar su oferta en el mercado, equilibrar los valores de los precios y diluir la demanda entre los distintos barrios de

---

<sup>17</sup> <https://www.pagina12.com.ar/271760-el-complejo-mercado-de-alquiler-de-viviendas>

<sup>18</sup> <https://www.tiempoar.com.ar/nota/impulsan-un-proyecto-para-cobrar-impuestos-a-las-viviendas-ociosas-de-la-ciudad>

<sup>19</sup> <https://www.argentina.gob.ar/habitat/alquileres-medidas-de-emergencia-por-covid-19>

la Ciudad Autónoma y de los partidos que componen el Área Metropolitana de Buenos Aires.

El porcentaje de viviendas vacías creció no solamente en los barrios de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, sino también en la ciudad de Lomas de Zamora. Al respecto, el porcentaje de viviendas vacías en el Área Central Expandida del centro de Lomas de Zamora pasó de 17.2% a 31.7%, entre los años censales 1991 y 2010; lo que indica que la cantidad de viviendas vacías se duplicó. Esta tendencia es también detectable en los barrios de la CABA, en donde según el último censo de hogares, población y viviendas (INDEC, 2010) Palermo y Recoleta parecen ostentar los mayores porcentajes de viviendas ociosas: 29,47% y 34,50%, respectivamente, lo que representa algunas simetrías con nuestra zona de estudio. Desde aquí se desprenden nuevas preguntas de investigación, que apuntan a comprender ¿Qué relaciones podrían establecerse entre los barrios que históricamente aglutinaron las mejores condiciones sociohabitacionales y aquellos que concentran la mayor cantidad de viviendas ociosas? y ¿en qué medida la disposición espacial de viviendas ociosas determina configuraciones territoriales excluyentes?, es decir ¿cómo la falta de regulación estatal al inmueble ocioso empuja a la pobreza a aquellos hogares que no logran cubrir el (ascendente) precio de los alquileres? Y entonces ¿Cómo la proliferación de viviendas ociosas restringe el derecho a vivir y habitar la ciudad?

Los especialistas aseguran que, para realizar una intervención estatal en el mercado de alquileres argentino a través de la incorporación de viviendas vacías, tal como lo hicieron países como Francia, Gran Bretaña, Alemania (Fernández Wagner, R., 2014; Rolnik, R., 2017), es preciso, en primer lugar, lograr que los propietarios den factura por los alquileres y que exista un registro de todos los contratos de alquiler (Rodríguez, M. C., et al 2016). También es preciso mejorar las mediciones que realiza el INDEC, puesto que el censo proporciona una imagen fija, mientras que la utilización que se hace de las viviendas es una circunstancia sujeta a cambios no siempre previsible en sus motivaciones ni en su frecuencia. La idea de vivienda desocupada o vacía hace referencia a una situación temporal y por tanto cambiante que conduce al concepto de flujos o número de viviendas que pasan a estar vacías o que dejan de estarlo a lo largo de un determinado periodo de tiempo. Además del análisis del stock de viviendas que están desocupadas en un momento dado, el

estudio de las causas de desocupación y las características de esas viviendas son un paso necesario para diagnosticar sobre el fenómeno.

## BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, G. e Iulita, A. (2013). Cambios en la división social del espacio metropolitano en el Área Metropolitana de Buenos Aires. República Argentina. Período 1980–2010. *Actas del 14º Encuentro de Geógrafos de América Latina (EGAL)*, Lima, Perú, 8 y el 12 de abril de 2013.

Baer, L. (2010). Transformaciones urbanas y de la estructura social de un barrio de la ciudad de Buenos Aires. *Economía, sociedad y territorio*, X, (33), 283-325.

Baer, L. (2012). Mercados de suelo y producción de vivienda en Buenos Aires y su área metropolitana. Tendencias recientes de desarrollo urbano y acceso a la ciudad. *Iberoamericana de Urbanismo*, (8), España, 43-58.

Carman, M. (2002). Una mirada antropológica sobre un evento político: la inauguración del Shopping Abasto de Buenos Aires. *III Jornadas de patrimonio intangible. El espacio cultural de los mitos, ritos, leyendas, celebraciones y devociones*. Centro Cultural San Martín, 26 y 27 de agosto de 2002. Buenos Aires.

Comisión de Vivienda del Consejo Económico y Social (2016). *Diagnóstico socio-habitacional de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires*. Rodríguez, M.C. (coord.) 1a ed. Buenos Aires.

Dalle, P. (2010). Estratificación social y movilidad en Argentina (1870-2010). Huellas de su conformación socio-histórica y significados de los cambios recientes. *Revista de Trabajo*. Año 6, (8), 59-82.

Del Río, J. P. (2014). Transformaciones habitacionales en la Región Metropolitana de Buenos Aires: El pasaje del neoliberalismo al neodesarrollismo urbano. *Geograficando*, 10, (2). Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata.

Dirección General de Estadística Y Censos (Ministerio de Hacienda GCBA) (2014). La condición de ocupación de las viviendas particulares en la Ciudad de Buenos Aires. *Informe de resultados 696*. Junio de 2014.

Guevara, T. (2014). Transformaciones territoriales en la Región Metropolitana de Buenos Aires y reconfiguración del régimen de acumulación en la década neo-desarrollista. *Quid*, (4), Buenos Aires: FCS-UBA, 115-136.

Harvey, D. (2001). De la gestión al empresarismo: la transformación de la gobernanza urbana en el capitalismo tardío, *Espacios de Capital, hacia una geografía crítica*, Madrid: Akal (2007).

Herzer, H. (coord.) (2008). *Con el corazón mirando al sur*, Buenos Aires: Ed. Espacio.

Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC) *Censos Nacionales de Hogares, Población y Vivienda*. 1991, 2001 y 2010.

Lulita, A. (2018). Transformaciones sociales y urbanas en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La dinámica del capital inmobiliario en “Las Cañitas” (1991-2016), *IX Congreso Internacional de Geografía de América Latina*. Toledo. 12 al 14 de septiembre de 2018. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Lefebvre, H. (1978). *El derecho a la ciudad*. Barcelona: Ed. Península.

Polinelli, J, Guevara, T. y Dondo, M. (2013). El Problema de los Inmuebles Urbanos Ociosos. Fundamentos de una propuesta de regulación para los municipios argentinos. *Teuken Bidikay*, (04), 87–106.

Rodríguez, M. C, Boldrini, P. y Fernández Wagner, R. (2016). *Habitar en contextos de desigualdad*. 1a ed., Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Proyecto Habitar.

Rolnik, R. (2017). *La guerra de Los Lugares. La colonización de La tierra y La vivienda en La era de Las finanzas*, Santiago de Chile: Lom.

Romano, B. (2018a). Revitalización del espacio público en el centro de Lomas de Zamora, a través de los Centros Comerciales a Cielo Abierto. Buenos Aires. Argentina. En Vidal-Koppmann, S. (comp.) *Dinámica socio-espacial de regiones metropolitanas. Claves para el análisis de un fenómeno complejo*, 171-196, IMHICIHU. CONICET.

Romano, B. (2018b). La inquilinización en el proceso de renovación urbana del centro de la ciudad de Lomas de Zamora, Buenos Aires. *IX Congreso Internacional de Geografía de América Latina*, Toledo, 12 al 14 de septiembre de 2018, Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. 435-453.

Romano, B. e Lulita, A. (2013). Transformaciones urbanas en el partido de Lomas de Zamora ¿Hacia la emergencia de nuevas centralidades o hacia el aburguesamiento de los centros tradicionales? El caso de Las Lomitas en el Aglomerado Gran Buenos Aires, *Anales del XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina*. 8 al 11 de abril de 2013, Lima, Perú.

Topalov, C. (1978). *La urbanización capitalista. Algunos elementos para su análisis*. México: Edicol.

Torres, H. (1978). El Mapa Social de Buenos Aires en 1943, 1947 y 1960. Buenos Aires y los Modelos urbanos, *Desarrollo Económico*, XVIII (70), México, 163-204.

Torres, H. (2001). Cambios socioterritoriales en Buenos Aires durante la década de 1990, *EURE*, 27, (80), Santiago mayo 2001. 33-56.

Zerboni, F. (2012). No hay política de vivienda sin recursos, *Contrapunto*, (1), Uruguay, 53-61.

### Otras fuentes consultadas:

Asiain, A. (2020). El complejo mercado de alquiler de viviendas, *Diario Página/12*. <https://www.pagina12.com.ar/271760-el-complejo-mercado-de-alquiler-de-viviendas> Consultado en octubre/2020

Defensoría del pueblo (2015). La situación habitacional en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. <http://www.defensoria.org.ar/wp-content/uploads/2015/09/Situacion-Habitacional-1.pdf> Consultado en octubre/2020

Diamante, S. (2019). La inflación en 2018 fue del 47,6%, la cifra más alta en los últimos 27 años, *Diario La Nación*. <https://www.lanacion.com.ar/economia/dolar/inflacion-diciembre-2018-indec-precios-nid2211091> Consultado en octubre /2020

Diario El Día (2016). Impulsan un impuesto extra a las viviendas deshabitadas. <https://www.eldia.com/nota/2016-3-16-impulsan-un-impuesto-extra-a-las-viviendas-deshabitadas> Consultado en octubre /2020.

Diario Infobae (2018). Alquileres: proponen crear un impuesto para los departamentos vacíos. <https://www.infobae.com/economia/2018/06/19/alquileres-proponen-crear-un-impuesto-para-los-departamentos-vacios/> Consultado en octubre/ 2020

Diario La Nación (2015). Proponen incorporar 350.000 viviendas vacías en la ciudad al mercado inmobiliario. <https://www.lanacion.com.ar/buenos-aires/proponen-incorporar-350000-viviendas-vacias-en-la-ciudad-al-mercado-inmobiliario-nid1760956> Consultado en octubre/ 2020

Diario La Nación (2018). El boom de Las Lomitas: un barrio que no deja de crecer en el sur del conurbano. <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/el-boom-de-las-lomitas-un-barrio-que-no-deja-de-crecer-en-el-sur-del-conurbano-nid2112440> Consultado en octubre/ 2020

Diario Tiempo Argentino (2020). Impulsan un proyecto para cobrar impuesto a las viviendas vacías de la Ciudad. <https://www.tiempoar.com.ar/nota/impulsan-un-proyecto-para-cobrar-impuestos-a-las-viviendas-ociosas-de-la-ciudad> Consultado en octubre/2020

Fernández Wagner, R. (2014). Déficit habitacional, *Diario Página/12* <https://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/cash/17-7449-2014-02-16.html> Consultado en octubre/ 2020

Centro de Estudios Legales y Sociales (CELS), (2019). Viviendas vacías en la ciudad y emergencia habitacional. <https://www.cels.org.ar/web/2019/08/viviendas-vacias-en-la-ciudad-y-emergencia-habitacional/> Consultado en octubre/ 2020

Ministerio de Desarrollo Territorial y Hábitat (2020). Alquileres: medidas de emergencia por COVID-19. <https://www.argentina.gob.ar/habitat/alquileres-medidas-de-emergencia-por-covid-19> Consultado en octubre/2020

Ministerio de Desarrollo Territorial y Hábitat (2020). Rige la nueva ley de alquileres. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/rige-la-nueva-ley-de-alquileres> Consultado en octubre/2020

## LA AUTORA

**Bárbara Teresa Romano** es Profesora, Licenciada y Doctora en Geografía por la Universidad de Buenos Aires (UBA). También es Especialista en Planificación Urbana y Regional por la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UBA. En la actualidad es becaria posdoctoral del CONICET y se desempeña como docente e investigadora en la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Directora de proyecto en el Centro de Investigaciones Geográficas y Geotecnológicas (CIGG-UNTREF), y participa como investigadora en el Centro de Estudios del Transporte Área Metropolitana (CETAM-FADU-UBA), y en el Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas (IMHICIHU-CONICET), en temáticas referidas a procesos de renovación urbana, generación de nuevas centralidades y Gestión urbana local en la Región Metropolitana de Buenos Aires.

 [bromano@untref.edu.ar](mailto:bromano@untref.edu.ar)



# Evidencias en la variabilidad pluvio y fluviométrica en contexto de sequías. El caso de la cuenca del río Maule, Chile entre los años 2000-2019

Evidence in rainfall and fluviometric variability in the context of droughts. The case of the Maule river basin, Chile between the years 2000-2019

**Francisco Maturana**

 <https://orcid.org/0000-0003-3963-5807>

Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Austral de Chile  
Chile

 [francisco.maturana@uach.cl](mailto:francisco.maturana@uach.cl)

**José Araos E**

 <https://orcid.org/0000-0002-5443-9911>

Universidad Alberto Hurtado (UAH)  
Chile

 [jaraos@uahurtado.cl](mailto:jaraos@uahurtado.cl)

**Macarena Fernández Carvajal**

Universidad Alberto Hurtado (UAH)  
Chile

 [macarena.fer23@gmail.com](mailto:macarena.fer23@gmail.com)

## RESUMEN

El Cambio Climático y la gestión del recurso hídrico son elementos que impactan en la disponibilidad de agua en una amplia gama de territorios. En este trabajo se analiza el comportamiento de la variabilidad pluviométrica y fluviométrica en la cuenca del río Maule, Chile una de las principales y de mayor envergadura a nivel nacional con un área correspondiente a 20.300 km<sup>2</sup>, y en donde predomina la actividad silvoagropecuaria. Se realizó un análisis clúster basado en los datos disponibles para las precipitaciones (periodo 2000-2019) y caudales (periodo 2003-2019) cuyo vínculo

entre este último y el primero se asocia a la magnitud de la escorrentía. El comportamiento de estos muestra una tendencia a la disminución, presumiblemente producto de la mega sequía y variaciones en el comportamiento climático de meso escala. El análisis de datos permite suponer una relación entre el comportamiento pluviométrico y la disminución del caudal medio de canales y ríos, acarreado consecuencias negativas a las actividades socioeconómicas vinculadas al uso del agua y demandando nuevas formas de gestión hídrica en los territorios.

**PALABRAS CLAVE:** Cuenca del Maule, análisis clúster, precipitaciones, caudales.

### **ABSTRACT**

Climate change and the management of water resources are elements that impact the availability of water in the territories. This work analyzes the behavior of the pluviometric and fluviometric variabilities in the Maule river basin, Chile, one of the main and largest at the national level with an area corresponding to 20,300 km<sup>2</sup>, and where silvo-agricultural activity predominates. A cluster analysis was performed based on the data available for rainfall (period 2000-2019) and flows (period 2003-2019) whose link between the latter and the former is associated with the magnitude of runoff. The behavior of these shows that an attention to the decrease, presumably due to the mega drought and variations in the mesoscale climatic behavior. The data analysis allows us to suppose a relationship between the rainfall behavior and the decrease in the average flow of channels and rivers, causing negative consequences to the socio-economic activities related to the use of water and demanding new forms of water management in the territories.

**KEYWORD:** Maule basin, cluster analysis, rainfall, flow.

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años se ha presentado un aumento sostenido en el crecimiento de la población y con ello la sobreexplotación de todo tipo de recursos, modificando los territorios con diversos impactos en diversos sectores del planeta (Becerra, Mance et.al, 2009). Uno de estos impactos corresponde a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que, debido a su prolongada subsistencia en la atmósfera, presentan un efecto acumulativo (Barros, 2005). En efecto, el Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) señala que las emisiones de tales gases invernadero y su acumulación, causarán un mayor calentamiento atmosférico y nuevos cambios en todos los componentes del sistema climático (IPCC, 2014)

Según el IPCC (2014) el Cambio Climático hace referencia a un cambio en el estado del clima, identificado a través de pruebas estadísticas por alteraciones en el promedio y/o variabilidad de sus propiedades, y que subsiste en un tiempo prolongado. Tal cambio, trae consigo importantes alteraciones de todo tipo de variables climáticas importantes para la vida y actividades productivas; tales como: temperatura, precipitación, humedad y vientos (Barros, 2005).

Bajo tal contexto, es que se han podido asociar la recurrencia de ciertos fenómenos extremos, los cuales están relacionados entre sí (Moreda, Madruga, & Espino, 2020), Los modelos climáticos elaborados a cabo por la comunidad científica, predicen un calentamiento mundial de 1,4°C a 5,8°C entre 1990 al 2100.

Estos fenómenos extremos se han observado en inundaciones, sequías, modificación en el régimen de precipitaciones, frío y calor intenso, incendios, derretimiento de glaciares, escasez de agua, extinciones, etc. (TERRAM, 2019), constituyéndose la variación de precipitaciones como un elemento distintivo del proceso, particularmente cuando se producen procesos de sequía.

La sequía, se define como un “período de condiciones anormalmente secas durante suficiente tiempo para causar un desequilibrio hidrológico” (CentroUC, 2017), dependiendo en gran medida de la región geográfica en que se esté analizando. En tal sentido Wilhite & Glantz (1985) categorizan las sequías en eventos de 4 clases las cuales siguen un orden lógico y conducente. i) sequía meteorológica, asociada a datos climáticos, disminución/falta de precipitación sobre una región durante un período de tiempo; ii) sequía agrícola, alude a la disminución de la humedad del suelo, el cual no permite el desarrollo de un determinado cultivo; iii) sequía hidrológica; se relaciona con el déficit de recursos hídrico (superficial y subterránea) expresándose en la disminución de caudales o volumen de reservas; y por último, iv) sequía socio económica, la cual apunta a los daños a la población (personales o económicos), es decir, está relacionado con la actividad económica que se vea afectada.

Chile ha sido catalogado como uno de los países vulnerables al impacto del Cambio Climático, por la Convención Marco de Naciones Unidas por el Cambio Climático realizada el año 1992, que en su artículo 4, número 8, expresa que el país presenta características que lo condicionan a ser susceptible ante este fenómeno, tal como:

áreas de borde costero de baja altura; zonas áridas, semiáridas; zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal; propenso a desastres naturales; zonas expuestas a la sequía y la desertificación; zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los sistemas montañosos (Font, 2019).

Particularmente, se debe considerar la fuerte dependencia de las actividades económicas del país de las variables físicas y climáticas, especialmente frente al recurso hídrico, sujeto además a debate por el contexto de privatización y escasez (Hernández, 2017). Según el informe de simulaciones climáticas regionales del Centro chileno de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), bajo los escenarios RCP 2.6 y 8.5 debiera esperarse una disminución de la precipitación, principalmente en las zonas costeras del norte y centro del país para el periodo 2021-2050 (Rojas & Gallardo, 2018). En este sentido, el aumento de temperatura y la disminución de precipitaciones, sumado a la creciente demanda de agua por diversas actividades socio económicas, presuponen una mayor exposición al riesgo de sequía en un futuro cercano.

En Chile la sequía ha mostrado una tendencia al incremento en las últimas décadas, denominándose como “Mega sequía”. En efecto, desde el año 2010, el territorio que abarca las regiones de Coquimbo a La Araucanía, Figura 2, ha experimentado un déficit de precipitaciones cercano al 30%, esta disminución en la pluviometría viene acompañada de las temperaturas más cálidas de los últimos 100 años, agravando la carencia hídrica en lagos y embalses (Garreaud, 2015).

Una causa de esta sequía estaría asociada a los eventos Niña que, en la zona central, de Chile, determina una disminución persistente de las precipitaciones (Santibáñez, 2016). Específicamente, en las últimas décadas han ocurrido varios episodios de sequía en Chile central. Desde el año 2008 la Dirección General de Aguas de Chile (DGA), bajo la Resolución DGA N°1674 – en la que se estipulan los criterios para la calificación de épocas de sequías extraordinarias – ha decretado un total de 145 eventos de sequías extraordinarias a nivel país. Particularmente en la Región del Maule, ha sido expuesta desde el 2008 a continuos decretos de escasez hídrica, en primeras instancias a escala comunal, luego provincial, hasta llegar dos años consecutivos (2019 y 2020) a escala regional.

En la Actualidad esta región se destaca por el cambio de uso de suelo de agrícola a forestal en las zonas periurbanas y rurales, modificando también el comportamiento hidrológico de sus cuencas, particularmente las zonas de secano, generando además una degradación del suelo (Pizarro-Tapia et. al, 2013). Por otro lado, son las condiciones de humedad del suelo y las intensidades de precipitaciones las que establecen los aumentos/disminuciones de las escorrentías sobre la cuenca, más allá de la cobertura vegetal que posea el territorio (Pizarro-Tapia et.al, 2006)

Según el estudio del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) (2015) diversos impactos por la mega sequía se están experimentando en la Región del Maule: 1) en los recursos costeros, asociado a la disminución de los caudales, se produce una menor cantidad de nutrientes (nitrato y fosfato) dañando la productividad biológica en la zona costera; 2) incendios forestales, durante la mega sequía la región es más propensa a quemas que pueden dañar plantaciones forestales; 3) vulnerabilidad ante la sequía. En tal sentido, se determinó que la Región del Maule es la más vulnerable frente a cambios climáticos dado que posee características climáticas de tipo mediterráneo altamente expuesta, con un intenso cambio de suelo y alta proporción de agricultura familiar campesina (AFC) (Garreaud, 2015); y 4) 'sequía-código de aguas', esta región se ha visto impactada por innumerables decretos de escasez hídrica que comenzó a emplearse desde el año 2008 al año 2020.

En esta región, existen diversos estudios (Boisier et al., 2018; Garreaud et al, 2017; Gonzalez-Reyes, 2016; Quintana & Aceituno, 2012) que han evidenciado una baja de precipitaciones y otros, aluden más a una disminución, a una nueva distribución del nivel pluviométrico (Figueroa, 2014). Sin embargo, dado el nivel de la cuenca y su fuerte influencia en la comunidad agraria, resulta interesante comprender patrones del comportamiento fluvimétrico, considerando que los ríos y canales son los afluentes importantes para el regadío y ecosistemas ligados a este ambiente.

De lo expuesto se desprende la importancia de analizar el comportamiento tanto pluviométrico como fluvimétrico en cuanto a sus patrones y variaciones en la Cuenca del Maule que impactan o podrían impactar en la población y actividades económicas, las cuales se vinculan a la actividad agropecuaria- silvícola con una participación de 13,5% a nivel regional, por su parte el sector agrícola emplea en torno al 20% de la fuerza de trabajo (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, 2019).

El objetivo de este estudio es analizar la evolución y patrones espaciales recientes de las precipitaciones y volumen de caudal en los territorios de la Cuenca del Maule entre los años 2000-2019 esperando con esto aportar al conocimiento del comportamiento de las precipitaciones y caudal, en un territorio cuya actividad agrícola es primordial.

## **METODOLOGÍA Y MATERIALES**

### **Materiales**

Para la realización de este artículo se utilizaron los datos pluviométricos y fluviométricos a escala anual de la base de datos dispuesta por la Dirección General de Aguas (DGA) de manera abierta en su sitio web<sup>1</sup>. Los datos fueron analizados en los programas gratuitos y libres Calc y R. Se procesaron utilizando el paquete FactoMineR de R mediante el procedimiento de clúster, la espacialización de ellos se realizó en QGIS 3.12 e Inkscape (ambos gratuitos y libres). Dichos mapas están proyectados en datos geodésicos datum WGS 1984, proyección UTM Huso 18S.

### **Metodología**

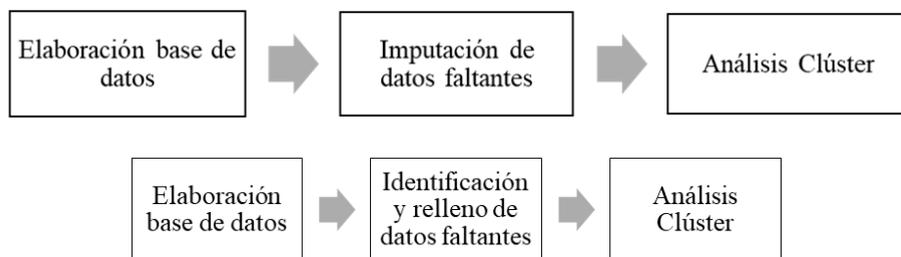
Las fases metodológicas de este estudio fueron seis, Figura 1. La primera correspondió a la elaboración de la base de datos para la pluviometría y fluviometría de la Cuenca del río Maule. En un segundo momento se completaron los datos faltantes (NA), que se presentaban en tal base. Posteriormente se lleva a cabo el clúster, permitiendo establecer los patrones de las variabilidades que persisten a nivel pluviométrico y fluviométrico al interior de la cuenca. Finalmente se realiza un análisis de los resultados mediante cartografías que permitieron visualizar espacialmente el comportamiento de las variables.

---

1 <https://dga.mop.gob.cl/servicioshidrometeorologicos/Paginas/default.aspx>, Consultada el 26 de noviembre del 2020.

## Elaboración de base de datos pluviométricos para el periodo 2000-2019 y fluviométricos el periodo 2003-2019

Los datos pluviométricos fueron extraídos de la plataforma de la DGA ‘Estadísticas Estaciones DGA’ de las 40 estaciones distribuidas en la cuenca del Río Maule<sup>2</sup>, solo 36 cuentan con datos relevantes para el periodo 2000-2019, excluyendo el año 2018, puesto que no cuentan con registros<sup>3</sup>. Por su parte, los datos correspondientes a caudal se encontraban disponibles en 53 estaciones, de ellas solo 38 presentan registros que se pueden analizar para el periodo 2003-2019. Estos datos recopilados poseen una resolución mensual, pero se agregaron a nivel anual. Cabe mencionar que las estaciones que presentaban una alta tasa de ausencia de datos no fueron consideradas, el criterio de selección de datos en este sentido se remitió a eliminar toda estación que no tuviese registros en más de 2 años, tanto para el caso de pluviometría como de fluvimetría. Las bases de datos tanto para caudales como precipitaciones se presentan en anexo.



**Figura 1.** Fases metodológicas de estudio  
Fuente: Elaboración propia

Las bases de datos de los parámetros pluviométricos y fluviométricos presentaban dos categorías: magnitudes brutas y medidas porcentuales, por lo que se elaboraron

2 <https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>, consultada el 6 de abril del 2020.

3 Los datos pluviométricos del año 2018, no se encuentran proporcionados en la base de datos de la DGA e incluso, bajo solicitud de Sistema de Información y Atención Ciudadana (SIAC) del Ministerio de Obras Públicas, no fue entregada dicha información

un total de 4 bases. Las magnitudes brutas permitieron considerar patrones similares en relación a los valores que presentan en cada uno de los años. Los valores porcentuales, tienden a eliminar el efecto “cantidad o volumen” y les entrega mayor importancia a los años, puesto que se analizan porcentualmente respecto al periodo. Estos elementos son importantes cuando se lleva a cabo el proceso estadístico y además permiten explorar y focalizar el análisis de manera diferente.

### **Estimación de datos faltantes o perdidos (NA) de la base de datos**

Se utilizó el paquete MissMDA en R, para generar los valores ausentes en las bases de datos empleadas. Como se indicó, en la base de datos se eliminaron estaciones que presentaban un alta volumen de datos faltantes. Sin embargo, en la nueva base presentaba un total de 8 valores faltantes en el caso de precipitaciones y 16 para los caudales, dando así un 1,2% y 2,4% respectivamente. Para subsanar tal problema y contar con datos continuos se empleó tal paquete en R, que incorpora la metodología propuesta por Josse y Husson (2016), basada en el método de componentes principales sobre datos incompletos. La estimación de datos considera tanto similitudes entre individuos como relaciones entre variables (por eso está construida a partir de un análisis de componentes principales) otorgándole una robustez estadística a tal proceso (Josse & Husson, 2016).

### **Análisis clúster de las variables**

Para desarrollar la propuesta se realizó un análisis multivariado mediante clúster cuya finalidad es permitir el agrupamiento de individuos de una serie estadística en función de sus variables, buscando maximizar la variabilidad al interior de la clase (Fernández, 2011). Tal procedimiento ha sido utilizado para modelación de recursos hídricos y otros en diferentes trabajos (Poblete, Arevalo, Nicolis & Figueroa, 2020; Jiang, Cooley, & Wehner, 2020).

Para tal efecto, se procedió de la siguiente manera. A las bases brutas tanto de caudales como precipitaciones se les aplicó directamente un análisis clúster mediante el método de clasificación ascendente jerárquica, el cual permite construir un árbol jerarquizado para apreciar cómo se organizan los objetos o individuos en

función de sus distancias. En este sentido se utilizó la distancia euclidiana y el método ward para generar el agrupamiento lo cual entregaba un dendograma como resultado.

Una vez obtenido tal clúster jerárquico se procedió a establecer las clases, es decir cortar tal árbol. Para determinar estas clases, se procedió seleccionar una cantidad cuya pérdida de inercia entre una clase y otra no fuera significativa. Lo anterior posibilita una mayor discriminación inter clase e intra clase y por tanto agrupar de manera más correcta los diferentes individuos – en este caso las estaciones – y así entregar una mayor robustez estadística al proceso posibilitando explicar la mayor varianza del conjunto de datos según las posibilidades del proceso (Josse y Husson, 2016). En el caso particular de FactoMineR, este software entrega como resultado un gráfico que permite orientar al usuario el número de clases a establecer según tal pérdida de varianza explicada de pasar de una clase a otra.

Tal resultado es posible de expresar en un plano factorial gracias a las coordenadas de los individuados (estaciones) sobre este. En este caso, más que utilizar tal plano, se exporta la tabla resultante con el valor de clúster obtenido para cada estación meteorológica y se espacializa mediante QGIS, para posteriormente elaborar las cartografías en cuestión mediante Inkscape, ambos programas como se indicó de carácter libres y gratuitos.

Para el caso de las bases de datos expresadas en porcentaje, se realiza exactamente el mismo procedimiento, sin embargo, antes de la aplicación del clúster se procede a realizar el análisis multivariado de Análisis de Componentes Principales (ACP) tal como lo sugieren Josse & Husson (2016). Los autores indican que tal proceso mejora sustancialmente el particionamiento empleado, es decir, cuando el clúster se aplica sobre un ACP en el cual se guardaron las dimensiones o componentes que explican sobre el 95% de la varianza del conjunto de datos (Husson, Josse & Pages, 2010). En este caso una vez realizado el ACP para los caudales fue en la 11va dimensión o componente donde se explicaba el 97,1% del conjunto de datos y para las precipitaciones en la 14va con un 96,3%.

## Área de estudio

La cuenca del Río Maule tiene una superficie de 20.300 km<sup>2</sup>, presentando un clima asociado a un régimen típicamente mediterráneo, es decir, ostenta al menos dos meses consecutivos secos principalmente en temporada de verano. Nace en la Cordillera de los Andes en la Laguna del Maule y tiene como tributarios en su parte superior los ríos Puelche, Cipreses y el Melado, los principales afluentes están en el valle longitudinal que son el río Loncomilla por el sur y el río Claro que drena en el sector norte, para finalmente desembocar en el mar a la altura de Constitución, Figura 2.

Desde el punto de vista político-administrativo, la cuenca del Río Maule abarca prácticamente toda la superficie de la Región del mismo nombre así también una pequeña parte de la Región de Ñuble. A nivel provincial, contempla las provincias de Talca, Linares y Cauquenes.

La Región posee un alto porcentaje de población rural en torno al 26,8% según el Censo 2017, y cuyo sector productivo se compone de una parte importante con el silvoagropecuario (13,5%), la actividad agrícola emplea casi un 22,6% de la fuerza de trabajo, siendo uno de los principales motores productivos de la región (GORE, 2018).

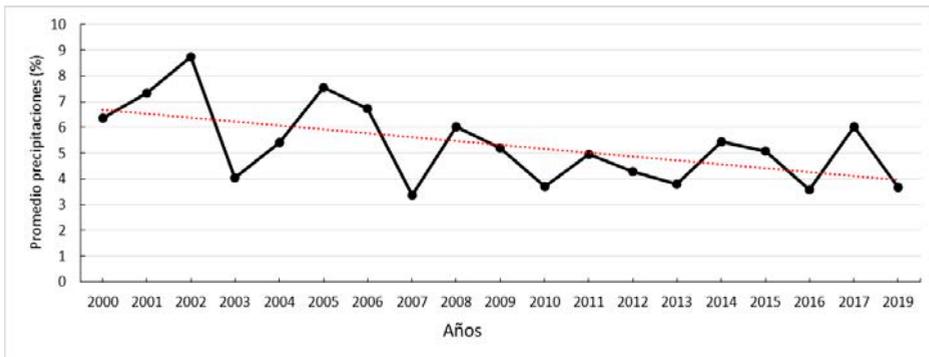
Desde el punto de vista de uso de agua, la cuenca presenta un alto consumo del recurso hídrico destinado al riego, siendo la capital regional la principal demandante de este recurso. Según los datos de la DGA, al año 2019, se han otorgado un total de 2.080 derechos de agua, en la que Talca y Linares poseen 1.826 y 138 respectivamente; sin embargo, a nivel de consumo (acciones de agua) estas dos comunas tienen similitud de caudal con aproximadamente 31.000 acciones.

Además, si observamos el número de glaciares, según el inventario de glaciares entregado por el documento de la Biblioteca del Congreso Nacional (2016) en el marco de la tramitación de una ley para tal efecto, al menos 98 glaciares serían posibles de apreciar en el marco del río Maule.

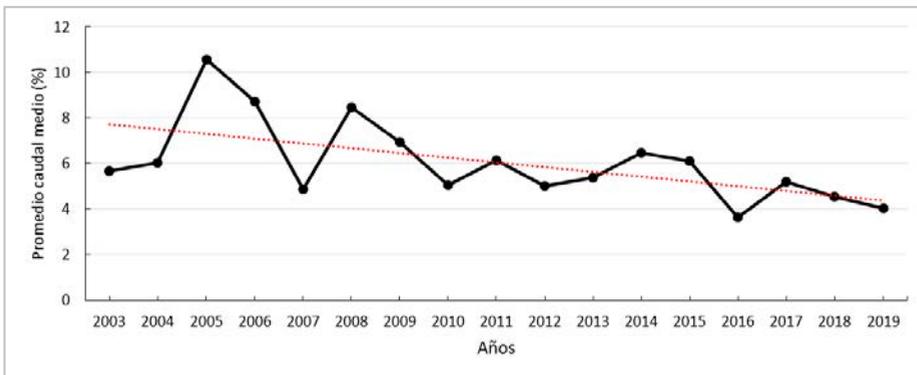
La variación pluvial y la oscilación térmica en la cordillera de Los Andes implican dos tipos bioclimáticos en la cuenca del Maule. El primero corresponde al Mediterráneo pluviestacional-oceánico en los sectores costeros, Cordillera de la Costa, Valle



11%, Figura 3. En términos generales las precipitaciones experimentaron una tendencia a la baja, de un 7% a un 4%. No obstante, se destaca un alza importante en el año 2002 llegando a 9%, lo anterior se debería según el Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología de la Universidad de Talca de a un superávit que tuvo la Región del Maule en los meses de mayo (94%) y agosto (151%) (Colville, 2002). Los años que le siguen en mayor índice es el 2005 y 2001 teniendo un promedio similar con 7,5% y 7,3% correspondientemente. Los años con menores índices de precipitaciones están dispuestos en los años 2007 y 2016, con 3,3% y 3,5% correspondientemente.



**Figura 3.** Promedio de precipitaciones (%) anuales en la Cuenca del Río Maule, periodo 2000-2019  
Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de DGA



**Figura 4.** Promedio de caudal medio (%) anuales en la Cuenca del Río Maule, periodo 2003-2019  
Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de DGA

El caudal medio de la cuenca ha experimentado un comportamiento similar a las precipitaciones. El año 2016 presenta el índice más bajo con un 3%, asimismo se muestra una baja sostenida desde el año 2017 al 2019 de un 5% a un 4%, Figura 4. Por otro lado, el año más alto es el 2005 sobrepasando el 10%, seguidamente por el año 2006 y 2008 con 8,7% y 8,4% correspondientemente.

### **Análisis pluviométrico en magnitudes brutas y porcentuales**

En términos de magnitudes brutas, se logró identificar cuatro clústeres a partir de las bases de datos elaboradas. Tales conglomerados se caracterizan por la estación más representativa, es decir la que se localiza más próxima al baricentro de la partición generada.

El Clúster 1 agrupa 14 estaciones pluviométricas, abarcando un rango de magnitud de precipitaciones de 30 a 100 (mm) aproximadamente, cuenta con la estación más representativa a “Huerta del Maule”, Figura 5, (Clúster 1), teniendo los años con mayor índice de milímetros caídos los años 2002 y 2005 con un 92,6 mm y 74,5 mm correspondientemente.

En este clúster, las distribuciones de las distintas estaciones se encuentran localizadas en el sector poniente, entre la Cordillera de la costa y la depresión intermedia, Figura 6. Por otro lado, la estación “Constitución” posee la particularidad de estar ubicada en la desembocadura del Río Maule, distanciándose del patrón de localización con respecto al resto de las estaciones.

El Clúster 2 está compuesto por 11 estaciones pluviométricas, que muestran un rango de precipitaciones que va desde 43 a 132 (mm) aproximadamente. La estación más representativa es “Colbun (Maule Sur)”, Figura 5, (Clúster 2), en ella se puede distinguir que el año 2002 y 2005 son las que presentaron mayor nivel de agua caída con 132 mm y 107 mm correspondientemente, mientras que el año 2007 es el más bajo con 50 mm.

Desde una perspectiva espacial, este clúster está localizado en la zona de la depresión intermedia hacia el sector oriente, sin embargo, las estaciones “El Álamo”, “Tutuyen Embalse” y “Río Maule en Forel” están ubicado en sector poniente, siendo esta última localizada cercano a la desembocadura del Río Maule, Figura 5.

El Clúster 3 contiene 8 estaciones, que muestran magnitudes de precipitaciones van desde 43 como la mínima (correspondiente a la estación “Río Longaví en la Quiriquina”, año 2007) y la máxima de 217(mm) como la máxima. La estación más representativa de este clúster es “Ancoa en Embalse”, Figura 5, (Clúster 3) al igual que en el clúster 1 y 2 los años con mayor precipitación son los años 2002 y 2005 con 217 mm y 174 mm correspondientemente, mientras que el 2013 es el año con menor índice de precipitación con 77 mm. Desde el punto de vista espacial este clúster se concentra en el sector precordillerano a lo largo de la Cordillera de los Andes, Figura 5.

Por último, el Clúster 4 presenta 4 estaciones, las que muestran mayores magnitudes de precipitaciones, los rangos varían desde 99 mm a 283 mm aproximadamente. La estación más representativa es “Río Maule en Armerrillo”, Figura 5, (Clúster 4), al igual que los clústeres anteriores los años con mayor índice de precipitaciones son los años 2002 y 2005 con 283 mm y 266 mm correspondientemente, mientras que el año con menor índice es 2016 con 99 mm de agua caída. Este clúster agrupa las estaciones localizadas hacia áreas de mayor elevación de la cuenca.

Respecto al análisis pluviométrico en magnitudes porcentuales, es decir, tomando protagonismo los datos anuales, se disponen 4 clúster, a continuación, se describen.

El Clúster 1 agrupa sólo una estación, la cual corresponde a “Río Maule en Forel”. Esta posee una particularidad con respecto a las demás, puesto que expresa un comportamiento inusual de índice, mostrando para el año 2001 un porcentaje de 12,55%, por otro lado, el 2003 es un año con menores valores llegando a solo un 1,83%, Figura 6, (Clúster 1). La variabilidad de esta estación es bastante alta comparada con las demás, no obstante, está expresando que a nivel de años en relación con las otras no presenta ninguna similitud, es decir, se excluye totalmente del patrón entre e intra grupos. Asimismo, desde un análisis espacial, tal como muestra la Figura 6, la estación está localizada en la Cordillera de la Costa, a unos kilómetros de la desembocadura del Río Maule.

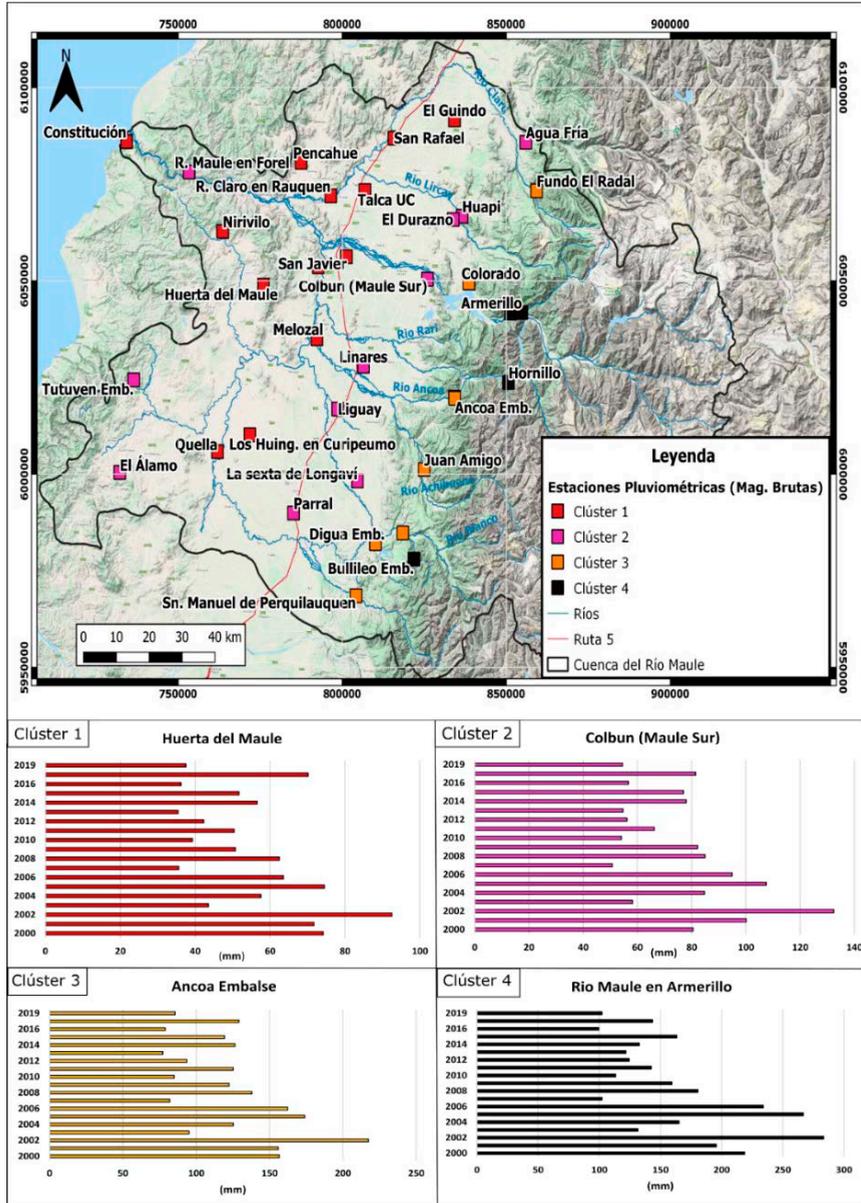


Figura 5. Mapa Clúster de estaciones pluviométricas en magnitudes brutas.

Fuente: Elaboración propia. Base de datos DGA procesados en R. Qgis 3.12

El Clúster 2 es el más grande agrupando 15 estaciones, de ellas la más representativa es “Bullileo Embalse”. Para el año 2002 tiene un alto índice con un 7,79%, mientras que en el 2016 tiende a la baja con un 3,12%, Figura 6, (Clúster 2). Las estaciones que componen este clúster no presentan una alta variabilidad, la cual se desarrolla en torno a 4,67%. Desde una perspectiva del territorio, en la Figura 6 se aprecia una disposición en el sector sur de la cuenca, ubicándose predominantemente en el sector de la Depresión intermedia y precordillerano, sin embargo, hay una estación que se distancia la cual es la estación “Constitución”, localizada en la ciudad del mismo nombre en la desembocadura del Río Maule.

El Clúster 3 posee 12 estaciones, de ellas la más representativa es “Talca U.C”. El año con menor índice corresponde al 2019 con tan solo 3,35%, mientras que el mayor porcentaje ocurre durante el 2002 con un 8,63%, Figura 6, (Clúster 3). No obstante, a partir de la carta de la Figura 6 se evidencia una disposición un tanto homogénea, el grupo de estaciones están ubicadas hacia el sector Norte de la Cuenca desde una transversal de la C. de la Costa, hacia la C. de los Andes.

El Clúster 4 contiene 8 estaciones, de ellas la más representativa es la estación “Ancoa Embalse”. El año con mayor índice es el 2002 con un 9,95% disminuyendo tangencialmente en el año 2013 con un 3,53%, Figura 6, (Clúster 4). Desde un ámbito espacial, en la carta de la Figura 6 se logra apreciar una disposición un tanto más aleatorio que el caso anterior, sin embargo 5 estaciones están ubicadas en el sector cordillerano, mientras que la estación “Río Loncomilla en las Brisas” y “Quella” están dispuestas en el sector de la Depresión Intermedia.

### **Análisis fluviométrico en magnitudes brutas y porcentuales**

El Clúster 1 agrupa 32 estaciones, de ellas la más representativa corresponde a “Río Claro en San Carlos”. Los años con mayor caudal medio son el 2005 y 2008 con 27,38m<sup>3</sup>/s y 25,47m<sup>3</sup>/s correspondientemente; mientras que el menor caudal fue el 2016 con 12,51 m<sup>3</sup>/s, Figura 8, (Clúster 1). Desde el ámbito espacial, en la Figura 7 se aprecia que este clúster no sigue un patrón geográfico, ya que está localizado tanto en la depresión intermedia como en los sectores cordilleranos (de la Costa y de los Andes).

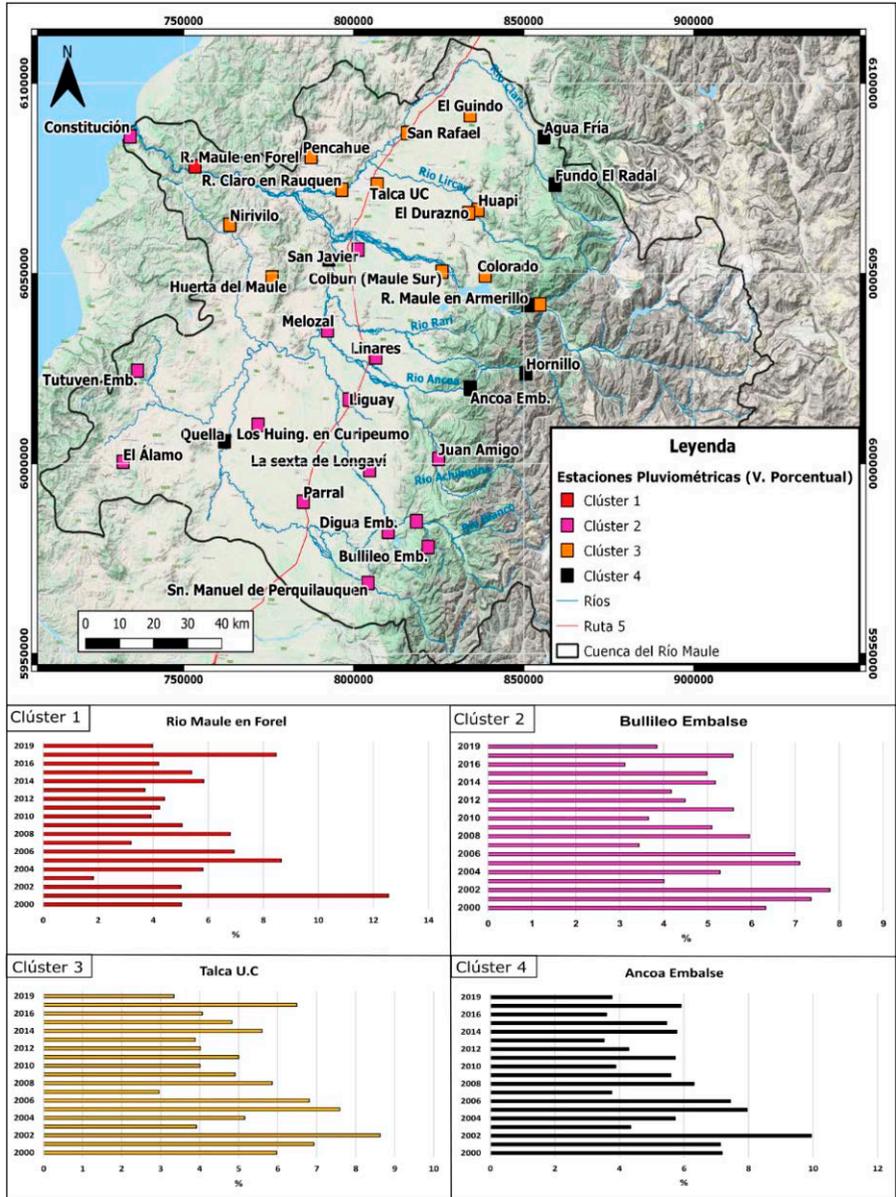


Figura 6. Mapa Clúster de estaciones pluviométricas en magnitudes porcentuales.

Fuente: Elaboración propia. Base de datos DGA procesados en R. Qgis 3.12

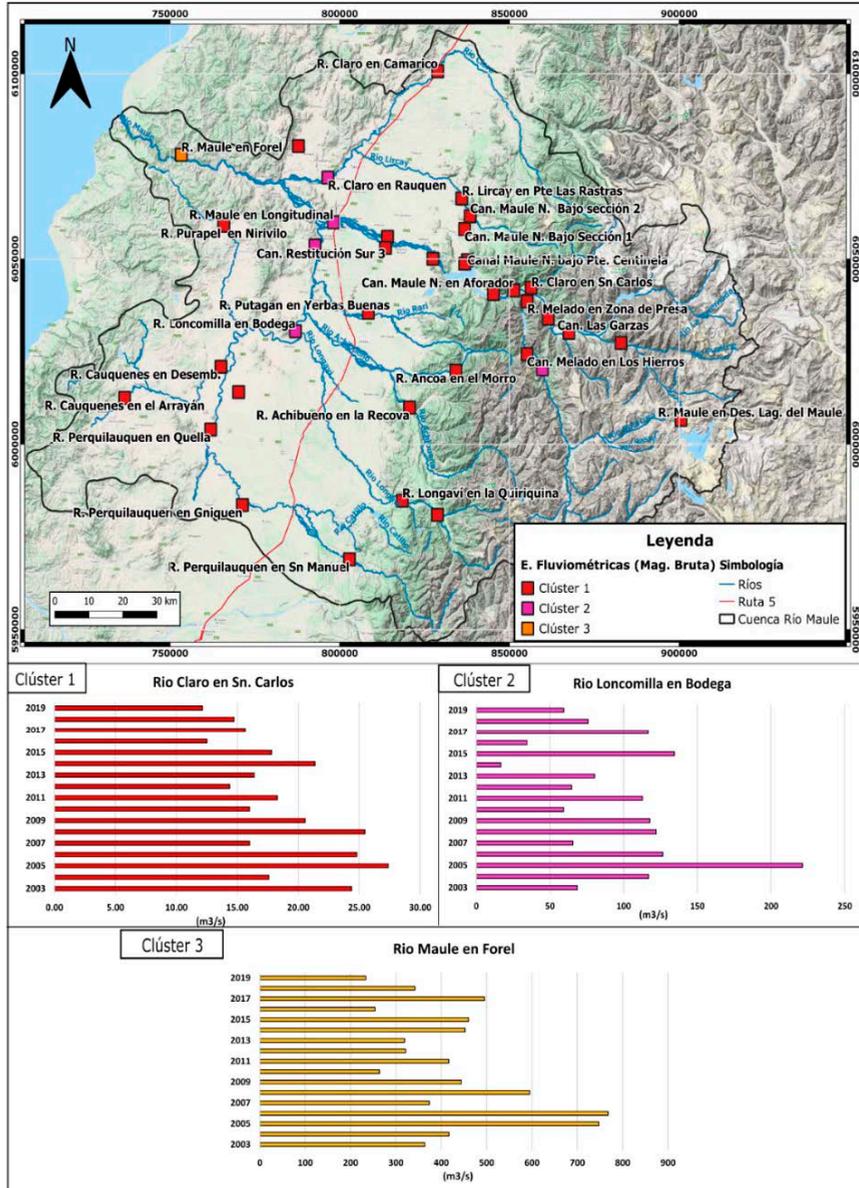
El Clúster 2 contiene 5 estaciones, de ellas la más representativa es “Río Loncomilla en Bodega”. Su mayor caudal medio anual fue el 2005, casi duplicando la media de los otros años, así llega a tener 221,3 m<sup>3</sup>/s para tal momento. De manera contraria, para el año 2016 presenta una importante baja alcanzando los 34,52 m<sup>3</sup>/s, Figura 7, (Clúster 2). En ámbito territorial, como muestra la Figura 8, este clúster está localizado en el sector poniente de Talca y San Javier (hacia la cordillera de la Costa), donde también existe una estación que se escapa de tale patrón correspondiente a “Río Melado en el Salto” localizada en altas latitudes de la Cordillera de los Andes.

El Clúster 3 posee una sola estación la cual es “Río Maule en Forel”. Esta se caracteriza por ser la única con altos índices de caudal. Para el año 2019 de 233,48 m<sup>3</sup>/s y para el 2006 de 767,9 m<sup>3</sup>/s, Figura 7, (Clúster 3). Estos elevados números se pueden explicar dada la ubicación de tal estación en la desembocadura del Río Maule, donde también se unen dos afluentes (Río Claro y Río Loncomilla), lo que involucra mayor caudal medio a diferencias de las otras estaciones, Figura 7.

Desde la perspectiva del análisis fluviométrico en magnitudes porcentuales, existen estaciones que poseen mayor similitud entre sí respecto a los años. Es posible agrupar en 4 clúster clúster que se desarrollaran a continuación.

El Clúster 1 posee solo 3 estaciones, de ellas la más representativa es la “Río Maule en Armerillo”, posee un volumen de caudal medio, en promedio bajo el 5%. Sin embargo, en el año 2005 muestra un pico de volumen de caudal de 23,41% para posteriormente presentar una importante baja al 2019 de 0,67%, Figura 8, (Clúster 1). Desde una perspectiva espacial y como muestra la Figura 8, las estaciones de este clúster están localizadas en el sector precordillerano.

El Clúster 2 agrupa 4 estaciones. Su representativa es “Río Cauquenes en el Arrayan”. Esta para el año 2005 muestra un aumento importante de volumen de caudal de 15,55%, mientras que tiene una baja pronunciada en el año 2016 con un 1,37%, Figura 8, (Clúster 2). Por otro lado, como muestra la Figura 8 la disposición de las estaciones es en el sector SW de la cuenca, emplazados en la depresión intermedia en el sector de Cauquenes.



**Figura 7.** Mapa Clúster de estaciones fluviométricas en magnitudes brutas  
Fuente: Elaboración Propia. Base de datos DGA procesados en R. Qgis 3.12

El Clúster 3 posee 18 estaciones, de ellas la más próxima al baricentro de la clase es “Río Perquilauquen en San Manuel” su pico es en el año 2006 con un 10,56% de volumen de caudal, mientras que para el año 2016 sufre una baja destacable llegando a un 2,72%, Figura 8, (Clúster 3). Como muestra la Figura 8, este clúster está dispuesto en toda la cuenca de forma heterogénea, es decir no sigue un patrón geográfico como las demás descritas.

Por último, el Clúster 4 está compuesto por 13 estaciones, de ellas la más representativa es “Canal San Clemente”, la cual posee un comportamiento bastante estable, Figura 8, (Clúster 4), es decir, tiene poca variabilidad, no obstante, para el año 2013 se ve un aumento sustantivo de 8,48% de caudal medio, mientras que el 2019 muestra una baja de la mitad con un 4,68%. Desde una perspectiva espacial, la carta de la Figura 8 muestra que la ubicación de este clúster está dispuesta en el cauce del Río Maule desde su nacimiento hasta el sector de San Clemente, más allá de la estación “Río Putagan en Yervas Buenas”, la cual está localizada en otro río en las cercanías de Linares, teniendo el mismo comportamiento de caudal, que el resto de las estaciones pertenecientes a este clúster.

Así, la disposición aleatoria de los diferentes clústeres a lo largo y ancho de la cuenca demuestra que el volumen de caudal medio – en medida porcentual – a través de los años no existe una relación estrecha con las características geográficas. En el caso del Clúster 4 las estaciones pertenecientes a este grupo están situadas en su mayoría en el Río Maule, es decir, existe una similitud en el comportamiento del volumen de caudal en los años establecidos; a diferencia del Clúster 3 y 2 que poseen una heterogeneidad en la disposición de los clústeres.

Tras observar los resultados de las 4 bases trabajadas, emergen algunos elementos relevantes a discutir y soslayar. El primero corresponde a lo relevante de poder contar con un método que permita completar datos faltantes, entregando así la posibilidad de generar análisis con mayores series de tiempos, lo cual pese a los resguardos que se deben considerar en la materia, entregan la posibilidad de mayor amplitud al análisis efectuado.

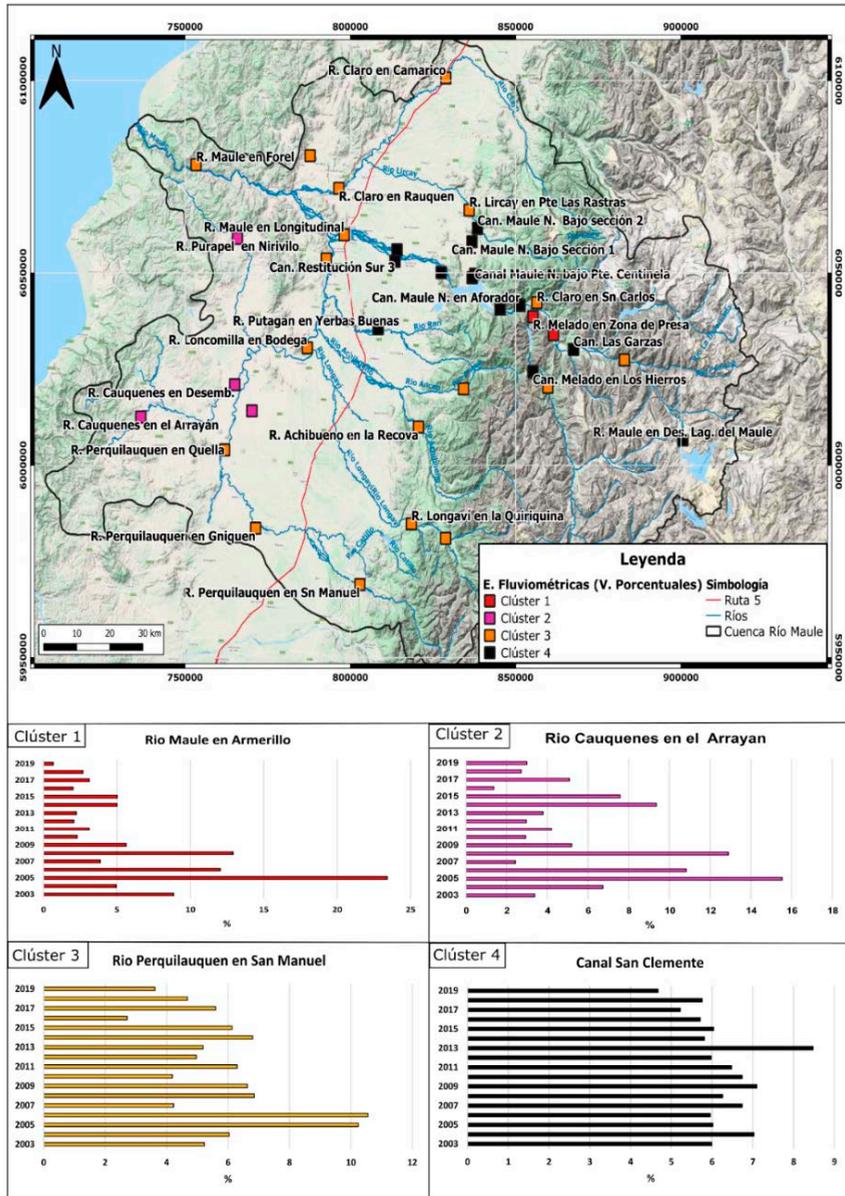


Figura 8. Mapa Clúster de estaciones fluviométricas en magnitudes porcentuales

Fuente: Elaboración propia. Base de datos DGA procesados en R. Qgis 3.12

Otro elemento importante, corresponde a los patrones de los espaciales de los clústeres generados, los cuales van en relación con las componentes físicas y comportamiento climáticos (sombra orográfica, gradiente de precipitaciones). Elemento importante, considerando que en este trabajo la aproximación del proceso estadístico no involucra una variable como tal, como podría ser -por ejemplo- la aplicación del índice de auto correlación espacial Moran, lo cual entrega un punto de discusión relevante respecto a las posibilidades de emplear métodos estadísticos en cuya formulación matemática no incluya necesariamente el componente espacial.

Además, restan espacios abiertos respecto a las causas de las variabilidades hídricas que podrían ser imputables tanto a problemas de gestión y manejo de agua como a efectos del Cambio Climático, donde otros estudios podrían profundizar en la materia.

Sumado a lo anterior, las debilidades de este trabajo están enmarcadas en haber contado con series de datos de tiempo acotadas (20 años), pero que sin dudas futuros trabajos podrían ampliar. Además, el ingreso de otras variables climáticas que entran en juego en la heterogeneidad de los datos analizados podría también ser abordadas en futuros textos para así robustecer los resultados.

Finalmente, otro complemento al trabajo sería efectuar visitas a terreno y realizar entrevistas con la comunidad de la región, para poder tener una percepción de las comunidades que se ven afectadas por el déficit hídrico o mal uso de las aguas, fenómeno que se presenta a lo largo del país.

## **CONCLUSIONES**

Tras los análisis planteados se logran cumplir los objetivos en cuanto a describir y a comprender para el periodo 2000 al 2019 los patrones y comportamiento de las precipitaciones y caudales en la cuenca del Maule. En tal sentido, los parámetros pluviométricos y fluviométricos de la cuenca del Maule muestran una disminución entre los años 2009 y 2019 de manera constante, sin embargo, a la luz de los clústeres y distribución de las estaciones que los contienen se observan diferenciaciones que podrían estar expresadas por las características topográficas, el efecto orográfico de la cordillera y el gradiente de precipitaciones este – oeste o

posiblemente la gestión del recurso hídrico en sí. Elementos que deberían ser profundizados en futuros estudios.

En lo que refiere a los clústeres que emergen de los caudales, su comportamiento resulta aleatorio. Lo que puede vincularse a parámetros morfométricos de la cuenca, pendiente, litología, estructura geológica, tipos de suelos, entre otras variables. En general los índices son mayores aguas arriba de la cuenca, presumiblemente por la presencia de los afluentes que aportan aguas al río principal.

Se recomienda adquirir mayor número de estaciones – en buenas condiciones – de pluviometría y fluviometría, que estén dispuestas a lo largo y ancho de la cuenca y ampliar la escala temporal del análisis, los cuales podrían contribuir a robustecer el análisis de la distribución espacial.

Además, este trabajo se debe comprender en los alcances y márgenes presentados y por lo tanto las dinámicas climáticas en las cuales, por ejemplo, años Niña o Niño, no han sido incorporadas, así como otros fenómenos que podrían entregar una mayor profundidad al análisis pero que a su vez implican un mayor desarrollo no efectuado en este texto.

Finalmente, sería necesario que en trabajos futuros se puedan ahondar en las consecuencias de la variabilidad y déficit de precipitaciones y caudales en las actividades económicas de la zona y destacar la importancia de planes de mitigación y adaptación frente al Cambio Climático con una perspectiva del uso sustentable del recurso agua que deban ser elaborados en tal dirección. En tal sentido, la puesta en marcha de los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial PROT a escala regional y donde una de sus componentes de análisis es la cuenca, es una oportunidad para avanzar en la gestión del recurso hídrico.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Barros, V. (2005). El Cambio Climático Global. 2da Ed. Buenos Aires: Libros del Zorzal.

Biblioteca del Congreso Nacional BCN (2016). Glaciares de Chile. Recuperado de: <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=14323>

Biblioteca del Congreso Nacional BCN. (s.f.). Clima y vegetación Región del Maule Chile. Nuestro País. Recuperado de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region7/clima.htm>

Becerra, Mance, et al. (2009). Cambio climático: lo que está en juego. Bogotá, Colombia: Foro Nacional Ambiental.

Boisier, J. P., Alvarez-Garreton, C., Cordero, R. R., Damiani, A., Gallardo, L., Garreaud, R. D., Lambert, F., Ramallo, C., Rojas, M., & Rondanelli, R. (2018). Anthropogenic drying in central-southern Chile evidenced by long-term observations and climate model simulations. *Elementa: Science of the Anthropocene*, (6).  <https://doi.org/10.1525/elementa.328>

CentroUC. (2017). *Centro UC Cambio Global*. Recuperado de <https://cambioglobal.uc.cl/comunicacion-y-recursos/recursos/glosario/sequia>

Cordero, G. D. (2012). El Cambio Climático. *Revista Ciencia y Sociedad* Vol. XXXVII, (2), 227-240.

Colville, P. G. (2002). Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología. Universidad de Talca. Recuperado de [http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL\\_ANT/AGOSTO02/agosto02.htm](http://met.dgf.uchile.cl/clima/HTML/BOL_ANT/AGOSTO02/agosto02.htm)

CR2. (s.f.). *La megasequía 2010-2019: Una lección para el futuro*. Recuperado de <http://www.cr2.cl/megasequia/>

Dirección General de Agua DGA (2004). *Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Maule*. Gobierno de Chile, Ministerio de Obras públicas. Recuperado de: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/Maule.pdf>

Fernández, S. d. (2011). *Análisis Conglomerados*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

Figuerola, P. (2014). Variabilidad de las precipitaciones (1965-2012) en Chile centro-sur (33,9°S – 41,6°S) mediante índices estadísticos y temporales de la irregularidad. Santiago, Chile: Tesis Universidad de Chile.

Font, E. V. (2019). *Institucionalidad del cambio climático en Chile*. Biblioteca del Congreso Nacional (BCN).

Garreaud, R. D., Alvarez-Garreton, C., Barichivich, J., Boisier, J. P., Christie, D., Galleguillos, M., LeQuesne, C., McPhee, J., & Zambrano-Bigiarini, M. (2017). The 2010--2015 megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(12), 6307–6327.  <https://doi.org/10.5194/hess-21-6307-2017>.

Garreaud, R. (2015). *La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro*. Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2).

González-Reyes, Álvaro. (2016). Ocurrencia de eventos de sequías en la ciudad de Santiago de Chile desde mediados del siglo XIX. *Norte Grande*, (64), 21-32.  <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000200003>

GORE. (2018). *Plan Regional de Gobierno 2018-2022 Región del Maule*, SUBDERE.

Hernández, J. I. (2017). *Impacto económico y social del cambio climático en Chile*. IPSUSS. Recuperado de <http://www.ipsuss.cl/ipsuss/columnas-de-opinion/jose-ignacio-hernandez/impacto-economico-y-social-del-cambio-climatico-en-chile/2017-12-01/133721.html>

- Husson, F., Josse J. & Pages, J. (2010). *Principal component methods-hierarchical clustering-partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data*. Applied Mathematics Department, 1-17.
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis*. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra.
- Josse, J., & Husson, F. (2016). MissMDA: A Package for Handling Missing Values in Multivariate Data Analysis, *Journal of Statistical Software*, 70(1), 1-31.
- Llorente, A. (2020). Megasequía en Chile: las imágenes satelitales que muestran las consecuencias de la escasez de lluvia en el país, la peor desde 1915. *BBC News Mundo*. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52288489>
- Moreda, B. G., Madrugá, R. P., & Espino, Z. G. El Cambio Climático, sus consecuencias e impactos principales. UNESCO. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/pdf/cap1.pdf> , consultado el 20 de agosto de 2020.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA (2019). *Panorama de la agricultura chilena*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. Recuperado de: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/panorama2019Final.pdf>
- Pizarro-Tapia, R., Cornejo, M. T., & Arellano, L. R. (2006). Coeficientes de escorrentía instantáneos para la cuenca del río Tutuvén, VII Región del Maule, Chile. *Bosque (Valdivia)*, 27 (2), 83-91.
- Pizarro-Tapia, R., Balocchi-Contreras, F., & Andrade-Vilaró, F. (2013). Análisis comparativo de tres hidrogramas unitarios sintéticos en dos cuencas mediterráneas de Chile, Región del Maule, Chapingo, *Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 5-18.
- Poblete, D., Arevalo, J., Nicolis, O., & Figueroa, F. (2020). Optimization of Hydrologic Response Units (HRUs) Using Gridded Meteorological Data and Spatially Varying Parameters. *Water*, 12(12).  <https://doi.org/10.3390/w12123558>
- Quintana, J. M. & Aceituno, P. (2012). Changes in the rainfall regime along the extratropical west coast of South America (Chile): 30-43° S. *Atmósfera*, 25(1), 1-22.
- Rojas, M., & Gallardo, L. (2018). *Proyecto Simulaciones climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad*. Santiago, Chile: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2.
- Santibáñez, F. (2016). *El cambio climático y los recursos hídricos de Chile*; La transición hacia la gestión del agua en los nuevos escenarios climáticos de Chile. Santiago: Ministerio de Agricultura - Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.
- TERRAM. (2019). *Cartilla Ciudadana de Cambio Climático; lo que debemos saber*. Santiago de Chile: TERRAM - Fundación Heinrich Böll.

Jiang, Y., Cooley, D., & Wehner, M. F. (2020). Principal Component Analysis for Extremes and Application to U.S. Precipitation. *Journal of Climate*, 33(15), 6441–6451.  <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0413.1>.

Wilhite, D., & Glantz, M. (1985). Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions, *Water International*, (10), 111-120.

## LOS AUTORES

**Francisco Maturana.** Es Geógrafo de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Máster en ciudades de la Universidad de Toulouse 2 y Doctor en Planificación Territorial, Urbanismo y Dinámicas del Espacio, de la Universidad de Paris-Sorbonne. Área de investigación: planificación territorial y métodos cuantitativos aplicados en Geografía, particularmente en el sur de Chile. Sus proyectos de investigación son Fondecyt Iniciación N° 11150087 como investigador responsable; Co-investigador Fondecyt Regular N° 1190874 y N° 1161280 y director alterno e investigador FONDEF IDeA I+D ID1810284.

 [francisco.maturana@uach.cl](mailto:francisco.maturana@uach.cl)

**José Araos E.** Es Geógrafo y Doctor en Geología de la Universidad de Chile. Actualmente es Académico del Departamento de Geografía de la Universidad Alberto Hurtado (UAH) en Santiago, Chile. Sus intereses de investigación se concentran en la Geología y Geomorfología glacial, geocronológicas cuaternarias, riesgos naturales, cambios climáticos pasados y efectos del actual cambio climático sobre glaciares de la región sur y austral de los Andes. Su publicación más reciente en relación a estas temáticas corresponde al capítulo “Nuevas regiones climáticas. El espacio bajo escenarios de cambio climático” del libro *Praxis de la geografía contemporánea: apuntes para el siglo XXI*. Actualmente es miembro de la Asociación de Jóvenes Investigadores Polares (APECS- CHILE) y de la Asociación Chilena de Geomorfología, además es director del Diplomado en Cambio Climático que ofrece la UAH.

 [jaraos@uahurtado.cl](mailto:jaraos@uahurtado.cl)

**Macarena Fernández Carvajal** es Geógrafa de la Universidad Alberto Hurtado. Ha desarrollado sus estudios de pregrado en temáticas sobre el cambio climático, específicamente en las implicancias de crisis hídrica en la Cuenca del río Maule. Cuenta con experiencia ligada al área académica, principalmente en la docencia (ayudantía) en ramas de la geografía física tales como: Climatología y Geomorfología Estructural. Actualmente se desempeña como profesional en CSW Consultores Ambientales contribuyendo a la generación de proyectos que son ingresados al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) de Chile.

 [macarena.fer23@gmail.com](mailto:macarena.fer23@gmail.com)

**Anexo:**  
**Caudales brutos para las estaciones trabajadas según DGA**

CANAL SAN CLEMENTE	CANAL MELADO EN LOS HIERROS	CANAL MAULE SUREN AFORADOR	CANAL MAULE NORTE EN AFORADOR	CANAL MAULE NORTE BAJO SECCION 2	CANAL MAULE NORTE BAJO SECCION 1	CANAL MAULE NORTE BAJO EN PUENTE CENTINELA	CANAL MAULE NORTE ALTO EN PASO NEVADO	CANAL LAS GARZAS	CANAL DE RESTITUCION SUR 3	ESTACION
NA	10.52	14.22	13.27	11.63	11.75	14.65	NA	0.56	NA	y2003
11.15	6.57	11.67	11.48	10.70	11.55	14.37	NA	0.48	3.17	y2004
9.55	8.24	11.76	11.14	9.97	11.43	12.73	10.02	0.64	2.44	y2005
9.45	7.20	12.79	14.86	10.14	12.91	13.95	13.30	0.85	2.65	y2006
10.68	9.07	12.27	15.71	9.59	12.99	12.64	12.79	0.57	3.12	y2007
9.92	9.12	10.83	11.67	9.53	8.86	12.20	8.36	0.56	3.12	y008
11.25	7.21	9.56	15.72	10.44	13.94	18.43	8.26	0.63	2.94	y2009
10.69	7.24	9.08	13.17	9.30	14.41	15.92	7.22	0.79	3.09	y2010
10.28	NA	8.26	NA	NA	18.37	NA	19.29	0.52	NA	y2011
9.48	5.49	7.59	15.53	7.22	18.30	11.49	14.33	0.39	2.51	y2012
13.45	11.99	11.53	15.79	18.66	17.59	11.26	15.13	0.48	3.85	y2013
9.21	6.74	7.73	12.18	14.17	17.88	13.11	11.75	0.25	2.74	y2014
9.57	6.91	5.41	14.15	18.11	13.89	11.84	13.69	0.43	2.76	y2015
9.05	8.93	7.04	12.99	NA	NA	NA	11.26	0.63	3.13	y2016
8.28	6.29	6.72	15.67	17.86	15.88	9.46	13.65	0.70	2.57	y2017
9.14	7.97	6.69	15.62	18.12	17.08	10.96	13.88	0.29	4.29	y2018
7.42	8.27	7.74	14.29	16.40	15.18	11.31	12.77	NA	5.33	y2019

RÍO LONCOMILLA EN BODEGA	RÍO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS	RÍO CLARO EN SAN CARLOS	RÍO CLARO EN RAUOJEN	RÍO CLARO EN CAMARICO	RÍO CAUQUENES EN EL ARRAYAN	RÍO CAUQUENES EN DESEMBOCADURA	RÍO ANCOA EN EL MORRO	RÍO ACHIBUENO EN LA RECOVA	QUEBRADA COLORADO EN DESAGUE LAGUNA LOS TEMOS	ESTERRO LOS PUERCOS EN PUENTE LOS PUERCOS
68.68	9.73	24.38	57.41	11.30	3.57	4.64	18.72	34.81	NA	4.07
117.01	13.77	17.59	69.26	13.00	7.10	10.17	21.38	37.75	9.29	4.73
221.30	25.76	27.38	123.81	31.72	16.42	13.90	33.23	75.76	10.49	8.02
126.63	23.15	24.81	99.24	25.48	11.43	6.57	30.82	70.26	8.62	5.62
65.57	7.86	16.02	50.08	9.73	2.57	4.10	17.17	28.53	8.29	3.35
122.16	15.57	25.47	88.06	21.43	13.62	25.06	25.94	54.53	9.74	5.62
117.89	17.78	20.58	82.92	17.16	5.49	13.33	19.60	39.30	7.16	5.06
59.34	15.87	16.01	83.11	20.41	3.09	4.34	15.31	29.16	7.43	3.83
112.73	26.21	18.29	83.53	10.50	4.44	7.92	21.39	40.61	7.10	3.32
64.78	33.58	14.38	65.75	10.73	3.14	5.99	18.82	23.83	4.78	2.84
80.28	6.31	16.40	62.04	10.89	4.00	5.83	16.60	29.94	7.14	3.15
16.73	20.48	21.38	80.96	16.43	9.88	11.13	18.00	37.62	7.43	3.98
134.48	10.50	17.82	77.87	17.09	8.00	5.51	19.07	36.22	7.27	2.68
34.52	4.83	12.51	57.78	9.73	1.44	1.53	15.46	15.41	7.44	2.27
116.67	3.87	15.65	80.12	15.11	5.36	9.25	15.58	29.79	5.89	3.19
76.03	5.39	14.74	66.47	5.93	2.86	NA	16.41	26.72	7.67	2.47
59.37	2.10	12.16	41.15	7.22	3.17	4.85	13.77	17.77	7.10	2.58

RÍO PERQUILAUQUE EN ZONA DE PRESA EN ENIGUEN	RÍO MELADO EN EL SALTO	RÍO MAULE EN LOS BAÑOS	RÍO MAULE EN LONGITUDINAL	RÍO MAULE EN FOREL	RÍO MAULE EN DESAGUE LAGUNA DEL MAULE	RÍO MAULE EN ARMERILLO	RÍO MAULE BAJO BOCA TONA MAULE CENTRAL PEHUENCHE	RÍO LONGAVI EN LA OUIRIQUINA	RÍO LONGAVI EN EL CASTILLO	RÍO LONCOMILLA EN LAS BRISAS
15.24	6.65	78.61	194.84	363.79	NA	37.07	20.68	37.05	26.89	147.30
36.43	2.90	69.74	143.61	417.33	28.20	20.77	5.47	40.08	24.03	197.07
53.28	27.47	129.60	276.19	747.72	20.40	98.01	38.19	68.20	48.68	365.68
63.22	19.85	133.28	284.04	767.90	6.12	50.46	12.17	69.07	51.85	352.21
12.63	0.47	64.96	144.85	373.81	19.86	16.25	3.70	25.19	20.32	136.38
60.70	14.02	93.47	174.59	595.28	18.56	54.14	14.38	58.15	41.45	369.66
39.90	3.79	81.13	133.70	444.02	23.34	23.56	26.44	40.26	32.58	237.57
19.97	0.31	51.63	79.73	263.82	14.24	9.64	14.30	24.30	20.51	113.69
47.36	2.77	68.60	101.78	416.75	37.61	13.07	4.45	39.87	28.19	227.43
39.06	2.27	62.10	87.03	321.37	14.99	8.65	4.74	31.95	31.05	151.93
41.75	1.24	65.44	73.70	319.25	13.25	9.44	8.48	34.81	23.34	160.92
41.19	4.33	144.45	124.75	452.80	10.09	20.92	8.74	40.42	30.60	236.00
37.48	2.59	62.70	133.19	460.35	6.69	21.03	3.36	40.77	33.55	216.20
10.29	0.43	21.68	72.52	254.24	7.26	8.47	3.15	19.53	15.77	82.47
32.58	1.98	44.64	91.90	495.58	11.91	13.06	4.54	33.74	22.26	186.98
25.56	1.15	53.61	NA	342.18	6.24	11.26	5.13	30.82	26.12	130.73
18.41	0.44	30.26	79.00	233.48	16.72	2.82	0.69	21.80	17.24	98.83

RIO PUTAGAN EN VERBAS BUENAS	RIO PURAPEL EN SAUZAL	RIO PURAPEL EN MIRVILO	RIO PEROUILAUJEN EN SAN MANUEL	RIO PEROUILAUJEN EN OUELLA
16.19	1.43	1.20	22.72	33.38
18.76	2.75	1.77	26.21	50.68
29.27	8.11	5.64	44.45	52.78
19.75	6.55	0.27	45.86	78.08
27.01	0.97	1.24	18.36	28.01
23.31	7.60	4.23	29.79	72.98
22.52	3.58	3.96	28.77	52.27
33.64	1.20	2.11	18.19	24.51
31.66	2.77	0.31	27.37	46.24
19.13	1.55	2.00	21.59	42.22
18.21	1.54	2.54	22.51	41.23
19.57	6.11	NA	29.50	55.94
19.87	3.15	8.12	26.62	54.12
15.32	0.53	0.82	11.82	20.46
8.10	3.73	2.46	24.33	17.19
18.38	0.97	NA	20.31	26.46
18.92	0.52	1.09	15.73	20.53

### Precipitaciones brutas para las estaciones trabajadas según DGA

CONSTITUCION	COLORADO	COLBUN (MAULE SUR)	BULLILEO EMBALSE	ARMERILLO	ANCOA EMBALSE	AGUA FRIA	ESTACION
74.29	121.91	80.57	202.75	210.66	156.82	159.60	y2000
91.79	139.88	100.13	235.77	209.29	155.88	126.74	y2001
89.80	173.03	132.38	249.62	289.16	217.55	177.40	y2002
42.09	78.63	58.21	128.45	128.58	95.16	77.52	y2003
69.53	118.08	84.71	169.55	148.33	125.22	102.66	y2004
80.35	157.53	107.50	227.53	262.79	174.00	131.80	y2005
79.93	139.63	94.96	224.03	216.27	162.52	148.54	y2006
42.34	73.22	50.75	110.24	104.96	82.09	54.83	y2007
66.52	120.48	84.92	190.88	195.24	137.82	103.59	y2008
56.60	106.72	82.21	163.39	172.67	122.44	85.14	y2009
48.76	77.48	54.07	117.25	111.04	85.08	64.69	y2010
67.08	97.38	66.19	179.04	154.24	125.17	77.60	y2011
67.40	83.10	56.20	143.82	152.21	93.66	69.48	y2012
57.46	75.83	54.69	134.04	120.46	77.24	59.32	y2013
70.56	109.43	78.03	166.08	158.34	126.42	106.49	y2014
68.28	116.90	76.97	159.79	165.88	119.30	93.59	y2015
41.71	84.93	56.71	100.00	116.25	NA	76.83	y2016
62.35	123.07	81.45	178.94	165.83	129.07	76.99	y2017
24.24	73.41	54.53	123.53	92.71	NA	59.09	y2019

PARRAL	NIRVILO	MELOZAL	LOS HUNGARES EN CURPELUMO	LINARES	LIGUAY	LA SEXTA DE LONGAVI	LA ESTRELLA	JUAN AMIGO	HUERTA DEL MAULE	HUAPI	HORNILLO	FUNDO EL RAIHAL	EL GUINDO	EL DURAZNO	EL ALAMO	DIGJA EMBALSE
88.95	73.39	69.10	80.26	77.12	85.95	77.00	71.63	153.96	74.17	90.59	207.46	194.72	60.88	74.53	76.04	140.81
90.31	89.96	74.01	78.98	81.17	96.18	123.44	76.29	160.13	71.69	94.05	193.00	179.20	71.50	99.24	94.17	160.35
122.07	110.03	90.74	98.99	108.23	113.22	151.62	85.38	189.83	92.55	125.67	256.43	241.67	95.21	125.40	97.80	183.74
52.58	46.24	43.66	39.01	46.03	51.83	59.58	39.63	100.42	43.53	59.88	130.58	117.98	46.04	57.73	51.83	83.01
72.68	59.13	55.47	43.14	73.56	77.20	85.78	60.13	127.63	57.58	78.96	149.64	144.05	50.46	66.03	70.04	118.04
88.48	90.30	77.56	64.22	91.42	91.88	115.67	76.54	165.33	74.52	117.17	253.00	226.15	85.83	112.65	87.58	149.48
95.01	70.73	61.54	64.26	81.34	94.46	113.71	59.21	154.83	63.58	88.93	230.79	178.13	65.54	84.74	83.09	145.46
49.99	42.11	37.86	35.94	47.73	44.74	56.10	33.50	88.04	35.61	45.92	99.03	84.28	35.29	43.15	39.96	70.43
95.49	70.15	66.50	62.08	73.86	76.53	106.55	59.29	138.83	62.53	79.83	211.13	158.53	60.75	82.43	87.25	127.73
77.23	54.31	53.84	54.94	65.67	70.88	90.48	48.04	123.92	50.74	78.04	163.17	144.52	53.75	77.34	75.08	110.83
55.95	42.95	39.40	40.15	50.08	47.43	65.46	37.14	86.08	39.30	53.93	92.89	82.06	37.97	52.96	45.79	81.76
71.68	41.90	57.88	53.93	73.90	66.96	86.70	50.62	134.13	50.43	68.72	137.30	107.69	42.08	66.82	55.83	107.84
76.68	36.28	48.04	59.25	53.48	50.73	65.78	50.88	100.29	42.30	67.17	80.55	99.34	49.78	64.23	60.50	91.33
55.16	44.43	46.08	38.76	55.28	55.91	58.14	37.13	91.00	35.45	56.02	120.01	81.50	38.08	55.88	48.25	81.79
75.77	66.32	61.13	60.23	72.83	82.83	88.34	53.80	120.21	56.52	77.39	136.96	130.81	63.06	74.88	73.60	110.12
64.07	57.63	54.73	54.38	67.02	60.79	74.75	48.74	131.85	51.70	80.64	137.29	139.30	55.51	76.01	62.96	99.39
40.70	51.54	36.93	34.08	38.30	36.98	45.59	33.18	69.64	36.24	65.26	103.46	119.94	43.98	67.29	47.29	59.53
90.99	77.19	NA	60.13	85.85	81.06	103.60	55.58	131.34	70.14	89.77	156.15	147.61	61.87	93.95	73.33	115.29
53.42	43.12	42.73	48.57	51.81	47.89	60.25	37.85	89.79	37.56	49.43	113.72	84.97	27.37	47.05	60.11	89.19

TUTUVEN EMBALSE	TALCA U.C	SAN RAFAEL	SAN MANUEL DE PERQUILAUQUEN	SAN JAVIER	RIO MAULE EN FOREL	RIO MAULE EN ARMERILLO	RIO LONGAVI EN LA QUIRQUINA	RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	RIO CLARO EN RAJOUEN	RIO ANCOA EN EL MORRO	QUELLA	PENCAHUE
77.80	56.01	64.23	143.64	64.98	NA	NA	NA	NA	37.82	161.43	62.78	62.78
92.48	65.11	78.91	159.99	71.14	172.13	195.61	222.48	91.24	67.95	160.51	63.56	68.55
106.79	81.05	87.94	197.35	90.30	68.66	283.46	205.11	100.71	82.41	222.84	83.16	88.07
55.63	34.80	53.83	96.88	45.18	25.15	131.70	88.20	46.98	38.59	94.07	33.57	37.20
70.58	48.43	55.27	132.75	57.96	79.62	165.24	122.23	57.36	51.72	127.66	55.22	51.62
101.88	71.29	79.58	163.95	80.45	118.68	266.73	165.15	76.52	71.35	189.38	69.18	72.34
90.32	63.91	73.03	164.21	72.80	95.18	234.04	155.35	66.63	57.52	162.17	65.77	60.71
44.38	27.76	38.38	85.16	36.74	43.88	102.13	43.12	36.23	28.11	85.88	31.57	31.38
89.84	55.03	68.17	140.44	72.60	93.22	180.58	136.37	26.60	54.11	141.55	58.22	58.92
69.73	46.12	50.13	130.84	59.80	69.28	159.36	108.75	55.72	42.26	119.62	51.13	39.48
49.64	37.63	44.68	79.69	43.34	53.70	113.21	78.48	34.17	39.33	72.58	30.86	37.91
66.89	46.95	45.51	113.63	59.17	57.99	142.69	112.86	54.66	50.23	128.60	41.32	50.11
62.52	37.70	53.17	115.88	46.47	60.61	124.47	72.26	33.93	38.14	91.94	32.40	36.48
47.57	36.54	40.88	87.70	41.86	50.76	121.80	91.41	32.17	33.00	70.89	35.72	32.35
74.98	52.59	57.21	123.12	67.00	80.08	132.71	118.64	52.51	56.63	60.49	62.82	54.90
65.33	45.34	50.39	112.62	56.03	74.04	163.35	104.24	43.16	43.71	115.23	49.53	46.19
36.34	38.25	44.84	67.75	40.06	57.59	99.66	62.33	34.79	30.54	83.00	34.60	37.45
82.64	60.93	83.74	137.05	73.90	116.16	143.58	136.84	55.76	64.10	122.75	NA	62.03
55.83	31.50	23.38	108.30	41.35	54.59	102.14	93.64	43.84	24.70	84.71	42.56	NA

# Impacto de la evolución de la superficie urbana edificada en el escurrimiento superficial de la ciudad de Tandil, Buenos Aires, Argentina: un escenario de simulación con HEC-RAS

Impact of the evolution of the urban built-up area on surface runoff in the city of Tandil, Buenos Aires, Argentina: a simulation scenario with HEC-RAS

**María Lorena La Macchia**

Centro de Investigaciones Geográficas  
Facultad de Ciencias Humanas  
Universidad Nacional del Centro Provincia de Buenos Aires (UNICEM)  
Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales  
Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas (CONICET)  
Argentina  
✉ [llamacchia@fch.uncen.edu.ar](mailto:llamacchia@fch.uncen.edu.ar)

**Santiago Linares**

Centro de Investigaciones Geográficas  
Facultad de Ciencias Humanas  
Universidad Nacional del Centro Provincia de Buenos Aires (UNICEM)  
Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales  
Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas (CONICET)  
Argentina  
✉ [slinares@fch.uncen.edu.ar](mailto:slinares@fch.uncen.edu.ar)

## RESUMEN

El siguiente artículo forma parte de una investigación en curso que estudia y profundiza los procesos que intervienen en la modelización hidrodinámica de una cuenca urbana. Este concepto parte de considerar la construcción de un modelo hidrológico que tiene en cuenta principalmente la superficie de drenaje y un modelo hidráulico definido por las características y parámetros de la infraestructura que presenta la cuenca.

En los últimos diez años, los modelos hidrológicos han sido cada vez más utilizados para evaluar, comprender y analizar la dinámica de escurrimiento en los sistemas de cuencas posibilitando la predicción de escenarios a corto y mediano plazo a partir de la simulación de eventos de diferentes intensidades e implicancias socioespaciales.

El objetivo de este trabajo es construir un modelo matemático de modelización de crecidas para la cuenca urbana de la ciudad de Tandil mediante la herramienta HEC-RAS. Los parámetros que definen la construcción del modelo numérico dependen de la topografía o Modelo Digital del Terreno, la red de drenaje, los modelos de expansión urbana que fijaron la configuración territorial actual del espacio urbano, los coeficientes de rugosidad diferenciando las zonificaciones dentro de la ciudad y el caudal de lluvia determinado por su intensidad y velocidad. En este caso, la única variable “input” que no se utilizó fue la red geométrica de drenaje. A partir de la herramienta implementada fue posible realizar simulaciones para los años 1996 y 2011. Su análisis permitió conocer el efecto de los cambios de coberturas del suelo en el escurrimiento superficial, indispensable para evaluar y recomendar políticas de gestión y planificación de algunos factores como por ejemplo, el tratamiento, mantenimiento y extensión de la red de desagües pluviales, restricciones a la densificación en la edificación, generación de nuevos espacios verdes que actúen como amortiguadores de infiltración, entre otras medidas semiestructurales a la planificación urbana vigente.

**PALABRAS CLAVE:** Modelización hidrodinámica - Cuenca urbana - Tandil - HEC-RAS

## **ABSTRACT**

The following article is part of an ongoing investigation that studies and deepens the processes involved in the hydrodynamic modeling of an urban basin. This concept starts from considering the construction of a hydrological model that mainly takes into account the drainage surface and a hydraulic model defined by the characteristics and parameters of the infrastructure that the basin presents.

In the last ten years, hydrological models have been used to assess, understand and analyze runoff dynamics in basin systems, making it possible to predict short and medium-term scenarios from the simulation of events of different intensities and socio-spatial implications.

The objective of this work is to build a mathematical model of flood modeling for the urban basin of the city of Tandil using the HEC-RAS tool. The parameters that define the construction of the numerical model depend on the topography or Digital Land Model, the drainage network, the urban expansion models that established the current territorial configuration of the urban space, the roughness coefficients differentiating the zoning within the city and the rainfall flow determined by its intensity and speed. In this case, the only “input” variable that wasn’t used was the

geometric drainage network. From the implemented tool, it was possible to carry out simulations for the years 1996 and 2011. Their analysis allowed us to know the effect of the changes in land cover on the surface runoff, essential to evaluate and recommend management policies and planning of some factors. For example, the treatment, maintenance and extension of the storm drainage network, restrictions on densification in the building, generation of new green spaces that act as infiltration buffers, among other semi-structural measures to current urban planning.

**KEYWORDS:** Hydrodynamic modeling - Urban basin - Tandil - HEC-RAS

## INTRODUCCIÓN

Los abordajes y dimensiones de análisis desde la gestión integral del riesgo requieren pensar los impactos que los problemas espaciales urbanos acontecen en el territorio y redefinen la dialéctica sociedad-naturaleza. Las políticas de intervención derivadas del monitoreo, gestión y control para la construcción de ciudades sostenibles necesitan potenciar una mirada integral e interdisciplinar para trabajar y analizar las interrelaciones de estos procesos desde una óptica compleja.

Un sistema complejo, en términos de Rolando García (2006), se define como la representación de un recorte de la realidad, la cual es entendida como una totalidad organizada, integrada por unidades complejas, llamadas subsistemas, que no pueden estudiarse aisladamente. De esta manera, es fundamental su estudio teniendo en cuenta cada uno de los elementos que entran en contradicción en los estudios de riesgo: el subsistema social y el natural. Ambos conforman un par dialéctico en permanente proceso de definición y redefinición.

La gestión del riesgo constituye una ecuación de los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo que implica el análisis de distintas dimensiones de los fenómenos (Herzer, 2002; Carballo y Goldberg, 2014; Natenzon 1998). El proceso de urbanización y expansión urbana de las ciudades, la planificación y modificación de usos del suelo, el desarrollo de infraestructura, trae aparejadas las respuestas del ambiente y el ecosistema urbano a esas acciones generando riesgos y problemas ambientales.

El análisis de inundaciones y anegamientos (Ferrando y Francisco, 2006) representa un tema de investigación siempre vigente en la Geografía (Johnston, Gegory y Smith,

1981; López Trigal, 2015) y constituye una problemática socioeconómica y ambiental intrínsecamente ambivalente, dado que es la misma acción que la sociedad ejerce sobre el territorio, la que incrementa los efectos negativos de dicha eventualidad, la cual dinamizada por las actividades económicas, antropización del medio natural y pauta de localización de la población en áreas urbanas, termina por modificar las características de escorrentía de las cuencas mediante cambios de usos del suelo y el reemplazo de las coberturas naturales por coberturas impermeables, intensificando con ello el riesgo a inundaciones (Melesse y Wang, 2007).

En la llanura pampeana Fuschini Mejia (1998) considera que las inundaciones pueden clasificarse en inundaciones por desborde, por anegamiento y mixtas. En muchas zonas, las características geomorfológicas del territorio provocan que las planicies sean el escenario del desborde de los cursos de agua que, en épocas de excedentes, producen inundaciones hacia áreas laterales, fenómenos conocidos como almacenamiento lateral, que puede cubrir campos y tener lento movimiento. Las inundaciones por anegamiento se desarrollan en áreas sin pendiente en las cuales el agua queda estancada por periodos de tiempo, según la magnitud del evento y, por último, las mixtas ocurren por la combinación de ambas, por desborde y anegamiento. Profundizando estas características, Adriana Pereyra (2014) destaca que las inundaciones y los anegamientos pueden ser *upstream floods*, definidas como inundaciones aguas arriba, producto de intensas precipitaciones en cortos periodos de tiempo en zonas de pendiente alta o zonas montañosas y *downstream floods* consecuencia de tormentas de larga duración en grandes extensiones, propias de ambientes de baja pendiente o zonas llanas. En estas aparecen las *flashfloods*, propias de la rapidez con la que acontecen. Según la autora en muchas ocasiones se contemplan la dinámica natural del área y de la cuenca, obviando los procesos de valoración y uso del territorio, altamente vulnerable. Además, no se reflexiona sobre las transformaciones en la cuenca mediante la construcción de canales y otras obras que modifican el comportamiento y dinámica del sistema.

En palabras de Rolando García (2006) hablamos de una problemática compleja donde el estudio de los problemas espaciales urbanos permite pensar en los procesos transversales (políticos, económicos, institucionales, sociales y ambientales) que parten de un modelo de desarrollo cuyo principal objetivo es la construcción de un espacio productivista y dinámico que no mide los impactos que

generan en el territorio y en la relación sociedad-naturaleza. Por ello, es necesario un diagnóstico integrado para proponer acciones concretas y políticas de intervención orientadas a las propiedades del sistema y los subsistemas involucrados, analizando su vulnerabilidad y resiliencia y considerando su dinámica y evolución temporal a diferentes escalas.

Cuando analizamos los subsistemas que intervienen en un proceso de inundación, además del social, el económico y el político institucional, encontramos el natural: el territorio. En esta línea, González, Torchia y Viand (2015:33) mencionan las precipitaciones intensas o prolongadas, la crecida de un río, la marea de tormenta, el oleaje, la falla de alguna estructura hidráulica, la capacidad de absorción de los suelos, la insuficiente capacidad de descarga de los cursos de agua y la pendiente del terreno, como las más destacadas. Pero en todos los casos conviven las interrelaciones entre todos los subsistemas.

Específicamente sobre las ciudades, las autoras señalan que las inundaciones más características tienen que ver con la ocurrencia de precipitaciones intensas, las cuales saturan la capacidad del sistema de desagüe pluvial, como consecuencia de un aumento del escurrimiento superficial producto de una disminución de la infiltración por superficies pavimentadas y edificaciones (González, Torchia y Viand, 2015:34).

Los procesos de ocupación y transformación del espacio nos permiten entender el modelo de desarrollo existente en las áreas urbanas y la falta de una lógica coherente con las premisas del desarrollo sustentable sobre todo para explicar el problema de las inundaciones. Conceptos clave como el de justicia espacial, equidad, capacidad de carga y valoración ecosistémica del paisaje urbano se encuentran sujetos a intereses y actores que definen políticas públicas en pos de costos ambientales como la densificación urbana no planificada, urbanización en áreas de protección natural o paisajística y reducción de áreas verdes que impactan decisivamente en la alteración del sistema hidrológico e hidráulico modificando el drenaje superficial y subsuperficial y derivando en la construcción de obras de infraestructura, rellenos, canalizaciones y entubados no proyectados.

Tucci (2005:90-91) va a describir detalladamente las alteraciones que la urbanización produce al ciclo hidrológico. En términos resumidos constaría de la siguiente

secuencia: comenzando por la reducción de la infiltración del suelo, la cual provoca que el volumen de agua que no infiltra permanezca en la superficie, aumentando con ello la escorrentía superficial; por la reducción de la infiltración, el acuífero tiende a disminuir el nivel del nivel freático (especialmente cuando el área urbana es muy extensa) reduciendo el flujo subterráneo; y finalmente, dada la sustitución de la cobertura natural por zonas impermeables, hay una reducción de la evapotranspiración, ya que la superficie urbana no retiene agua como la cubierta vegetal y no permite evapotranspiración como ocurre por el follaje y el suelo. Él mismo autor enfatiza que este proceso de alteración del ciclo hidrológico, y posterior anegamiento, es sensible también a la falta de control del espacio urbano e infraestructura hídrica, compuesta esencialmente por sistemas de abastecimiento de agua, alcantarillado sanitario, red de desagüe pluvial y tratamiento de residuos sólidos (Tucci, 2005:9).

Desde un punto metodológico, existe una vasta y creciente experiencia en implementar herramientas geotecnológicas que permitan analizar, evaluar, modelar y brindar soluciones ante el riesgo a inundaciones y anegamientos urbanos. Algunos antecedentes los podemos mencionar en los trabajos de DeVantier, y Feldman, 1993; Vanneuville et al. 2003; Henríquez Ruiz, 2009; Ellis et al. 2012; Sanchez y Lastra, 2011; Fernández et al. 2018 y Collazos et al. 2018. En estos casos se trabaja sobre la elaboración de modelos hidrológicos e hidráulicos unidimensionales o bidimensionales para analizar el comportamiento del escurrimiento superficial en los ejes del cauce o arroyo principal para cada recorte espacial y bajo un hidrograma o caudal de un evento.

Scioli (2009) en su trabajo estudia y evalúa el aporte desde los distintos modelos hidrológicos implementando y calibrando el que más se ajusta en áreas de llanura. Su objetivo consiste en analizar el movimiento multidireccional del agua sobre el terreno y evaluar la variabilidad de la superficie con el aporte de los modelos digitales de elevación (MDE) SRTM.

La diversidad de trabajos se reduce, por un lado, a la propuesta de diferentes modelos de simulaciones hidrológicas, hidráulicas o ambas para distintos tipos de relieve y al aporte de los modelos digitales de elevación (MDE) y a la extracción de parámetros morfométricos de la cuenca para incorporarlos a las modelizaciones.

Teniendo en cuenta el recorrido bibliográfico de la problemática, la mayoría de los aportes provienen desde las ciencias exactas, como las ciencias de la ingeniería, física, agrimensura e hidráulica y es, en este sentido, donde es necesario considerar una visión entre disciplinas considerando la gestión, planificación y monitoreo del territorio desde el campo de la geografía aplicada. Es decir, analizar la relación sociedad-naturaleza y su complejidad para la construcción de ciudades sostenibles. Los trabajos más afines a nuestra disciplina están vinculados a estudios de riesgo. Estas investigaciones refieren al diagnóstico del sistema natural actual de las ciudades medias, a su vulnerabilidad y a la elaboración de cartas de riesgo hídrico para generar estrategias de intervención respecto a su posterior mitigación, gestión y evaluación.

La aplicación de geotecnologías para el desarrollo de modelos predictivos, monitoreo y mitigación de inundaciones permite dar respuesta y tomar decisiones en el desarrollo de políticas públicas que eviten los problemas de anegamiento en ciudades bonaerenses, pero en muchos casos es difícil contar con fuentes de información debido a la falta de datos disponibles a diferentes escalas, a la forma de compatibilizar la información espacial y temporal, a la ausencia de una secuencia procedimental fácilmente replicable y a una norma de interpretación de los resultados estandarizada. Este artículo persigue ese propósito de transferencia, desde un punto de vista metodológico, describir fuentes accesibles de información en base a los recursos disponibles, indicar etapas generales del procedimiento y norma de interpretación estandarizada de resultados como una primera aproximación al problema. Como objetivo final se pretende poder clasificar zonas de peligro o amenaza en base a la determinación de escalas que plantea la guía AEMI 2013 utilizando mapas de velocidad y profundidad del escurrimiento sobre el terreno. Si bien la guía conjuga ambos mapas en curvas de mayor o menor vulnerabilidad y determina grados de peligro y afectación en lo urbano, en este trabajo, solamente se analizan los resultados del producto de los mapas de  $D \times V$  (*depth por velocity*).

En la ciudad de Tandil, según investigaciones precedentes (La Macchia, 2015), existen zonas de mayor peligro que se localizan, en primer lugar, hacia el norte, noroeste y noreste caracterizados por zonas de baja pendiente, con escasa infiltración del suelo y una velocidad y sentido de escurrimiento hacia la misma

dirección. Esta zona, ha evidenciado un gran crecimiento urbano y se ha expandido considerablemente entre los años 1991 y 2011, lo cual, provoca impactos en el proceso de escorrentía superficial.

En segundo lugar, el sur, suroeste y sureste de la ciudad constituye otra de las zonas de amenaza ante la intensidad y duración de un evento. Si bien estas áreas se ven favorecidas por el emplazamiento del piedemonte serrano, que actúan como superficies de infiltración y drenaje del agua, el problema radica en la velocidad y multidireccionalidad con que se desarrolla el escurrimiento superficial. Esta área también se ha expandido en los últimos años y la dinámica del mercado inmobiliario junto a su especulación han significado el aumento de las actividades vinculadas a la recreación y oferta de complejos hoteleros destinado al consumo de las clases de altos ingresos.

En tercer lugar, otra zona de impacto es el área central de la ciudad enmarcada por la presencia de los entubamientos del Aº Blanco y Aº Del Fuerte. Las precipitaciones desde aguas arriba y el aumento de su velocidad en superficie impactan tanto en las zonas aledañas de ambos conductos como sobre los ramales y ejes de circulación. El aumento del tiempo de retención se produce debido a la saturación del sistema de drenaje y la insuficiencia de los sumideros para captar y drenar el agua de lluvia. Asimismo, se debe tener en cuenta la gran densificación que se manifiesta en el área central y la baja o nula infiltración del suelo que impacta aguas abajo.

Este artículo describe un método para elaborar un modelo bidimensional de escurrimiento superficial en la ciudad de Tandil, como base para detectar amenazas de inundación en un área urbana, esto es, identificación del origen, área de afectación potencial, intensidad, duración, temporalidad y probabilidad de ocurrencia en zonas y áreas cercanas. Los principales inputs estarán determinados por el modelo digital del terreno, el parcelamiento del área urbana, la evolución de la superficie edificada para los años 1996 y 2011 y algunos parámetros hidrológicos e hidráulicos determinados para toda la cuenca. Como resultados se obtienen escenarios de profundidad y velocidad del agua superficial para los dos momentos analizados (1996 y 2011), ajustados según sus respectivos coeficientes de rugosidad y parámetros hidrológicos.

La guía AEMI 2013 permite cuantificar el peligro y establecer escalas de zonas de mayor a menor vulnerabilidad según la multiplicación de los escenarios de profundidad y velocidad. La determinación de estas áreas contribuirá a monitorear y mitigar los impactos de eventos impredecibles, reducir la incertidumbre y servirán como base para la formulación de planes, programas y proyectos en el marco de la gestión integral del riesgo a inundaciones.

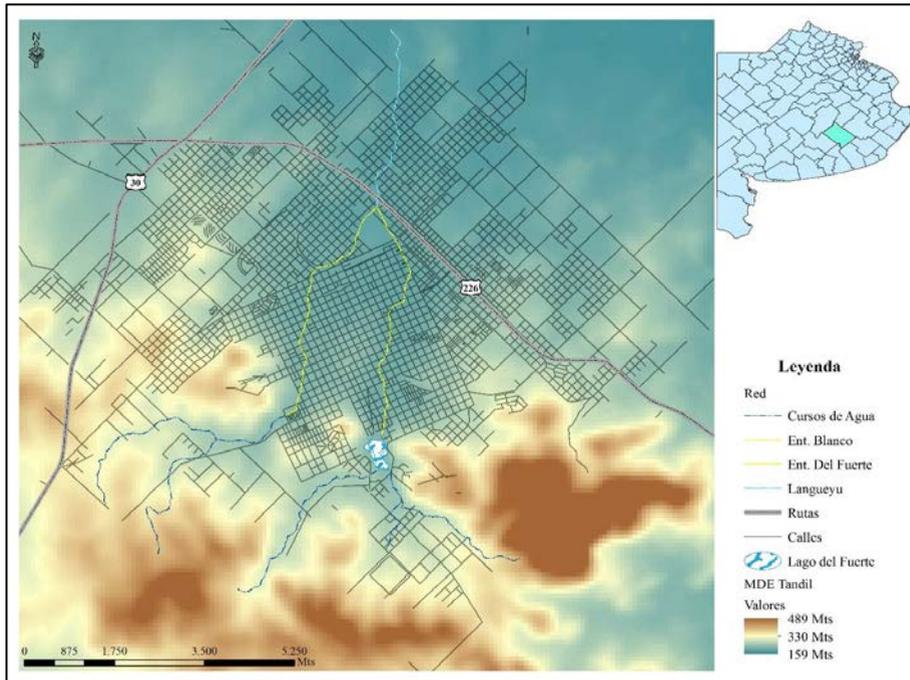
## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo fue desarrollado empleando la extensión HEC-GeoRAS en su versión 10.2 para ArcGIS 10.2. Es una herramienta desarrollada conjuntamente por el *Hydrologic Engineering Center (HEC) del United States Army Corps of Engineers* y el *Environmental System Research Institute (ESRI)*. Básicamente es un conjunto de procedimientos, herramientas y utilidades especialmente diseñadas para procesar datos georreferenciados que permiten bajo el entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), facilitar y complementar el trabajo con HEC-RAS 5.0.3.

La aplicación se desarrolla sobre la ciudad de Tandil, localizada al sudeste de la provincia de Buenos Aires, Figura 1. Se encuentra emplazada en un relieve de piedemonte y valle distal, rodeada por sierras bajas que forman parte del Sistema de Tandilia, lo que le otorga gran belleza paisajística y destacada importancia geológica (Linares, 2012). Desde su origen la ciudad se ubicó en el interfluvio de los Arroyos Del Fuerte y Blanco, y desde ese punto, la ciudad se ha extendido en forma radial hacia el noroeste, norte, noreste y este donde predomina la llanura, y por ende la disponibilidad de suelo edificable y a bajo costo. En las últimas décadas, los cambios sociales y nuevas pautas residenciales generaron una fuerte demanda de construcciones residenciales y alojamiento orientado al turismo hacia el piedemonte serrano, alterando el tradicional marco natural del cordón serrano localizado al suroeste y sur de la ciudad.

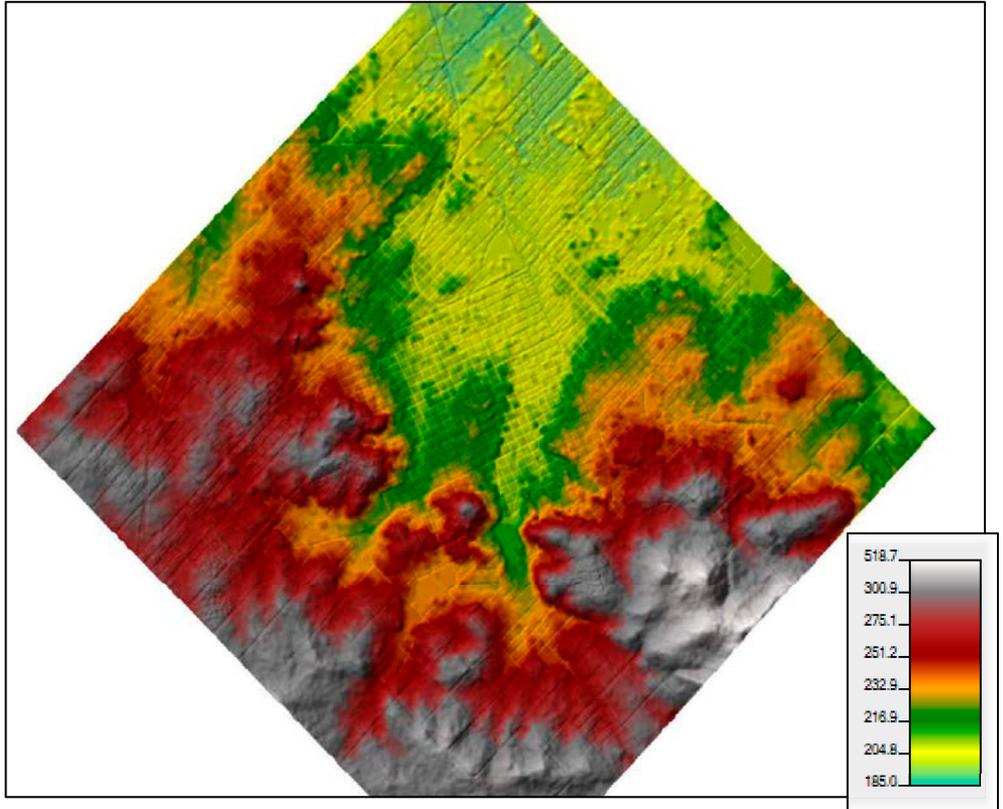
Para ejecutar dicha modelización fue necesario contar con los siguientes insumos:

1) Modelo Digital del Terreno (MDT) de la ciudad de Tandil sobre la base del Modelo Digital de Elevación de la misión SRTM de 12,5 metros de resolución espacial<sup>1</sup>. Para ello se procedió a superponer la capa de parcelas vectoriales del catastro del área urbana y complementaria de la ciudad por encima del MDE, exagerando su escala vertical 5 metros, Figura 2. Este proceso permitió forzar durante la simulación del evento, que el agua escurra sobre la red de drenaje urbano y las principales vías de comunicación, como regularmente ocurre en la realidad.



**Figura 1.** Situación geográfica ciudad de Tandil, Buenos Aires, Argentina  
Fuente: La Macchia, 2015.

<sup>1</sup> Disponible en: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#>

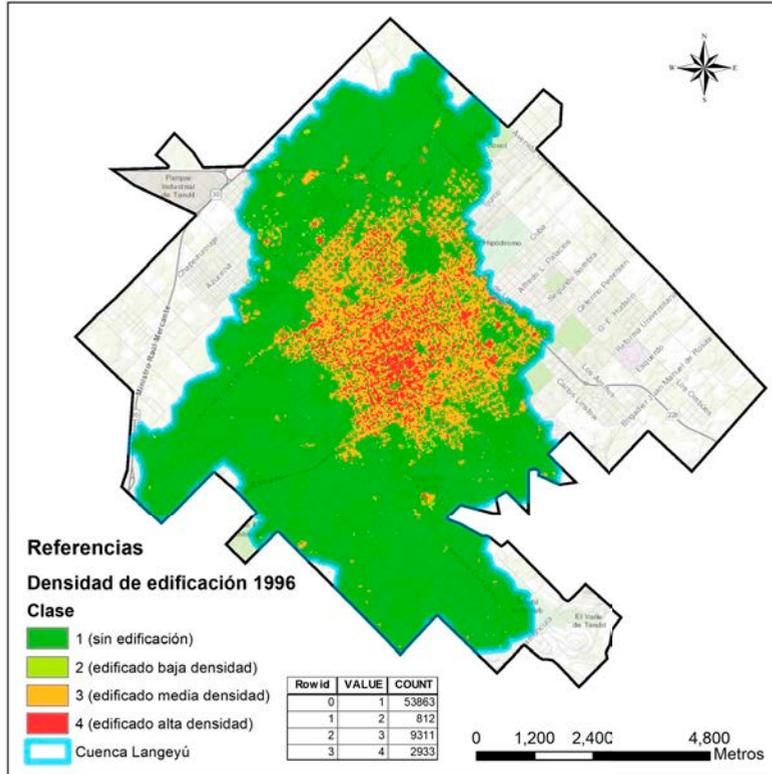


**Figura 2.** Modelo Digital del Terreno de la Ciudad de Tandil  
 Fuente: Elaboración personal mediante procesamiento en RAS Mapper. HEC-RAS 5.0.3

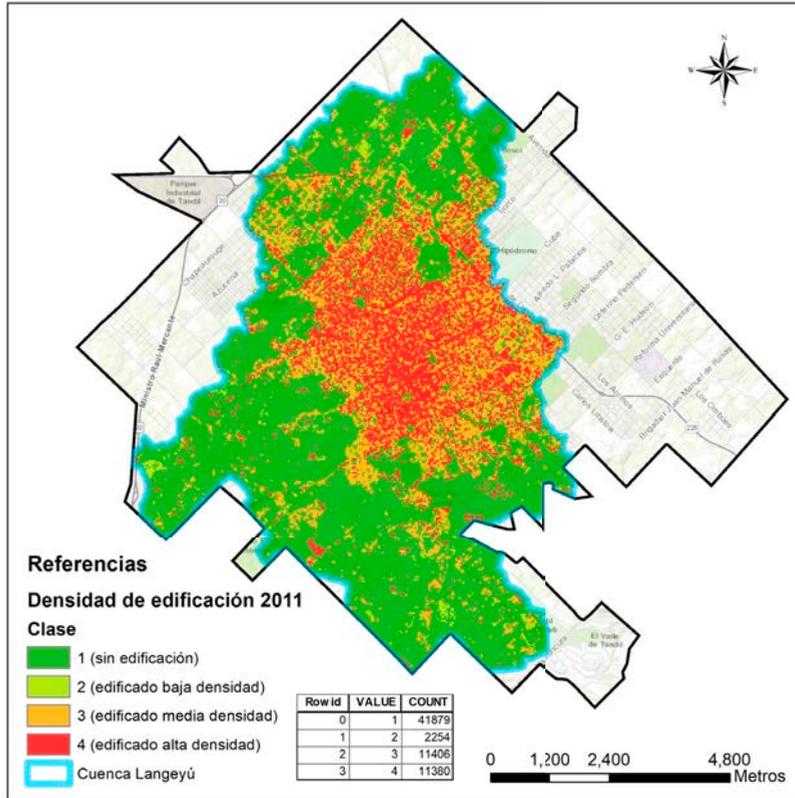
2) Mapas ráster con diferentes porcentajes de superficie edificada en la cuenca del Arroyo Langueyú de la ciudad de Tandil obtenido mediante el procesamiento de mezclas espectrales en base a imágenes satelitales Landsat de 30m de resolución espacial, Figuras 3 y 4. Se escogieron dos imágenes Landsat 5 TM con fechas: 30 de octubre de 1996 y 24 de octubre de 2011, correspondientes a la escena Path 225 y Row 86<sup>2</sup>. Se seleccionaron las bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7, que corresponden al espectro visible, infrarrojo cercano y medio. El método para generar los clasificadores de

<sup>2</sup> Obtenidas de la página web del U. S. Geological Survey (<http://glovis.usgs.gov/>)

superficie edificada implicó cuatro etapas, las cuales se describen en Linares y Picone (2018). Como resultado se obtienen cuatro tipos de categorías de coberturas según densidad de superficie edificada, (1) sin edificaciones, (2) baja densidad de edificaciones. (3) media densidad de edificaciones y (4) alta densidad de edificaciones.



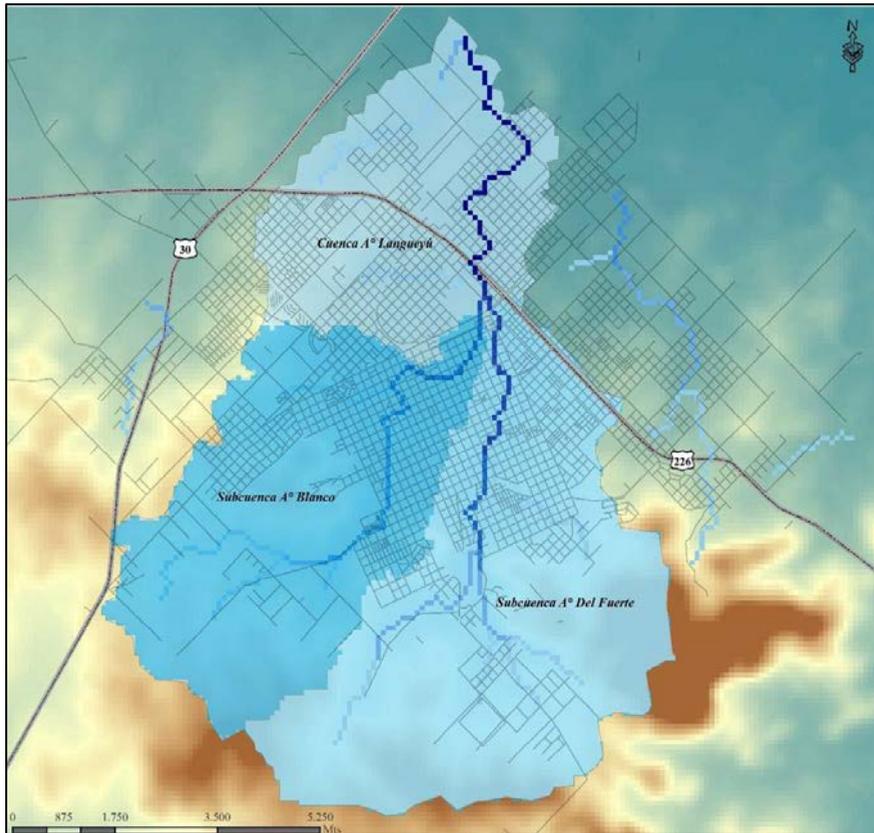
**Figura 3.** Densidad de edificación en la Ciudad de Tandil. Cuenca urbana Langeyú (año 1996)  
 Fuente: Elaboración personal mediante ArcGIS 10.2.



**Figura 4.** Densidad de edificación en la Ciudad de Tandil. Cuenca urbana Langeyú (año 2011)  
 Fuente: Elaboración personal mediante ArcGIS 10.2.

Las conclusiones arribadas a partir del trabajo publicado en Linares y Picone (2018) permiten explicar que la superficie de infiltración (categoría 1 en la clasificación) era en 1996 de 53863 pixeles y para 2011 de 41879 pixeles. Es decir, se observa una significativa disminución de  $53863 - 41879 = 11984$  pixeles. Si cada pixel posee una resolución espacial de 30 metros, entonces su superficie equivale a  $900 \text{ m}^2$ , deduciendo que la cantidad de hectáreas de infiltración pérdida es igual a  $11984 \times 900 = 10785600 \text{ m}^2 = 1078,56 \text{ ha}$ . Este insumo es central para ingresarlo como superficie urbana edificada en los escenarios planteados para este trabajo y poder

asignarle diferentes coeficientes de rugosidad para que influya en la modelización del escurrimiento superficial.



**Figura 5.** Cuenca urbana Langeyú. Ciudad de Tandil  
Fuente: La Macchia, 2015.

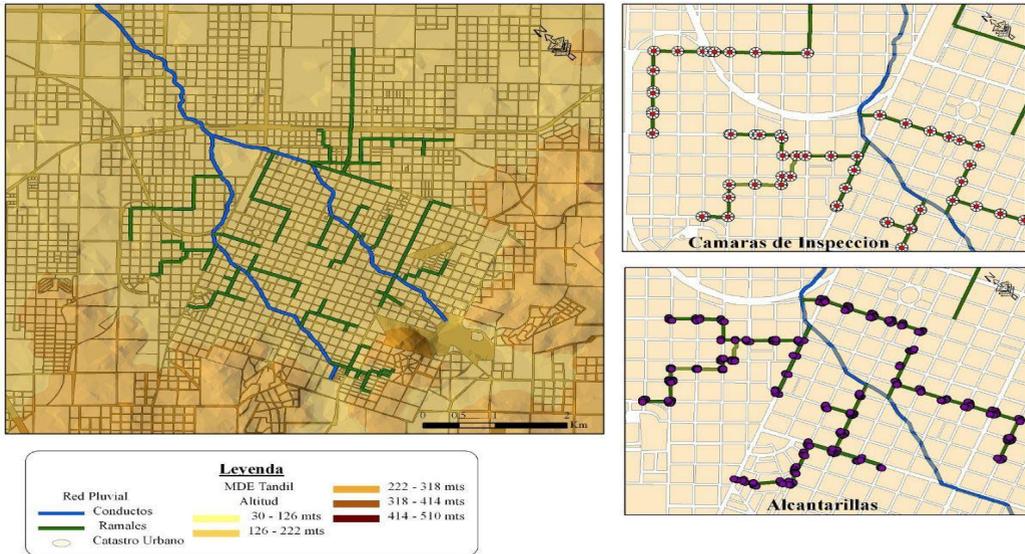
3) Cuenca urbana de la ciudad de Tandil y su red de infraestructura pluvial, Figura 5 y Figura 6. En primer lugar, se llevó a cabo la extracción de algunos parámetros morfométricos derivados del estudio del MDE y, en segundo lugar, se realizó la digitalización y edición de la red de infraestructura pluvial del área urbana (La Macchia, 2015). Para ello, para el primer caso, se utilizó el módulo de hidrología de ArcGIS y, para el segundo caso, las fuentes partieron de la planimetría disponible en

formato analógico de la Dirección de Hidráulica de la provincia de Buenos Aires. Se discriminaron los conductos principales y ramales de los arroyos Blanco y Del Fuerte. Cada arco o segmento de la red, entubamiento y ramales, tiene definido un conjunto de atributos y variables referidos a sus características estructurales, espaciales y topológicas. Se constató y avanzó en la carga de información proveniente de los perfiles longitudinales de cada tramo o sección completando atributos que podrán utilizarse en futuros trabajos como pesos y restricciones al escurrimiento en zonas testigo obtenidas del mapa de peligro de anegamiento en La Macchia, 2015. Los nodos definidos por las alcantarillas y/o cámaras de inspección, suponen la conexión entre arcos y contienen información respecto al sentido y tipo de dirección que siguen los recursos gestionados por la red.

Finalmente, una vez generados los insumos básicos, el proceso siguiente consistió en la ejecución de la simulación, que en sí mismo implicó tres etapas:

- 1) PREPROCESO, trabajo previo de integración de inputs mediante ArcGIS y HEC-GeoRAS, para generar un archivo de importación para HEC-RAS que va a contener la información geométrica de las secciones transversales.
- 2) MODELIZACIÓN, consiste en la modelización del flujo del escurrimiento en HEC-RAS y generación de los archivos de exportación para procesarlos en ArcGIS.
- 3) POSPROCESO, nuevamente en ArcGIS y HEC-RAS, en donde se analizan los resultados de la modelización, detectando áreas con peligro a inundación con base en mapas de profundidad y velocidad, metodología extraída de la guía AEMI 2013 que establece una escala de peligro cuantificando el riesgo vinculando los resultados obtenidos del producto de las variables *depth* y *velocity*.

Siguiendo la metodología propuesta anteriormente, la primera etapa consistió en integrar los *inputs* que conformarán el modelo hidrológico e hidráulico, esto incluye, ingresar el MDT mediante la herramienta RAS Mapper; la geometría con los elementos que componen la red, mediante la herramienta Hec-GeoRAS para ArcGIS y la asignación de los coeficientes de rugosidades (*mannings*) a la red a partir de los valores de la evolución de la superficie edificada para los años 1996 y 2011.



**Figura 6.** Red de infraestructura pluvial de la cuenca urbana de la ciudad de Tandil

Fuente: La Macchia, 2015.

Posteriormente, se integró la red y la cuenca, Figura 7 a, b y c. A tales fines se emplea la herramienta RAS Mapper para el ingreso de los usos de suelo (a) y la asignación de coeficientes de rugosidad (*mannings*) según las clases establecidas de menor a mayor costo de escurrimiento, dependiendo del material de cubierta del terreno, de menos edificado a más edificado en este caso (b), en nuestro ejemplo se asignaron diferentes *mannings* para seleccionar los más indicados que reflejen la realidad. En ese caso se recurrió a revisar los parámetros estándares de coeficientes que se manejan según cada tipología de uso (HEC-RAS, 2016a y HEC-RAS, 2016b). En este sentido, según la topografía del terreno, su geomorfología y pendiente se determinaron para el Uso 1: 0.03, Uso 2: 0.05, Uso 3: 0.084 y Uso 4: 0.152. Finalmente, se asoció la geometría a los usos (c).

Fig 7 (a)

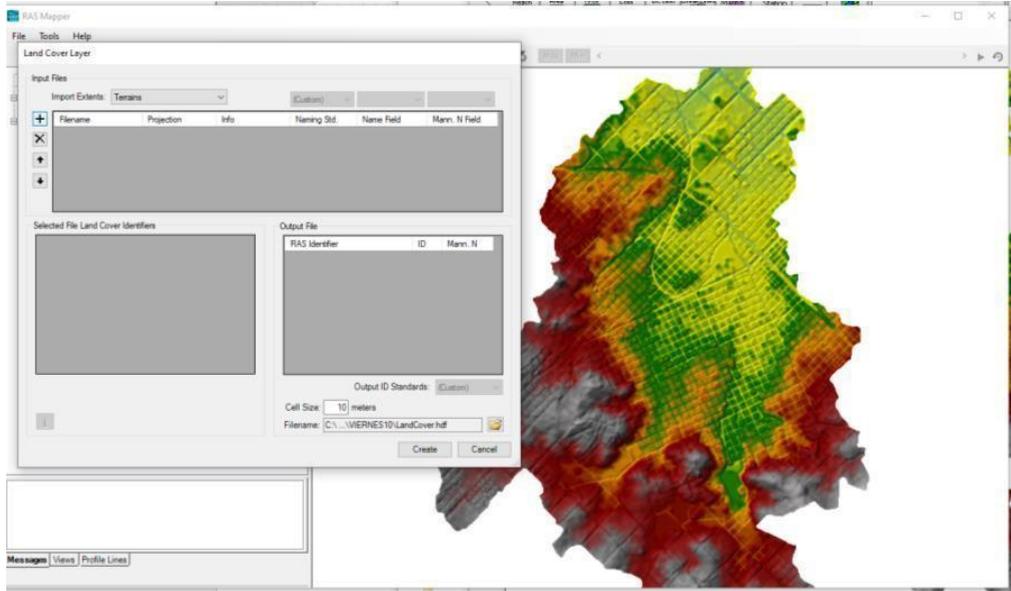


Fig 7 (b)

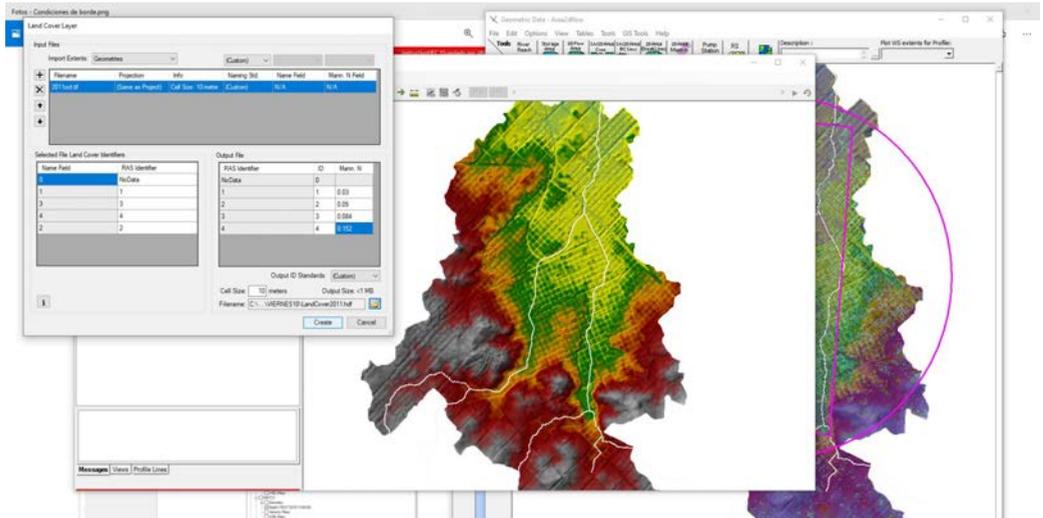


Fig 7 (c)

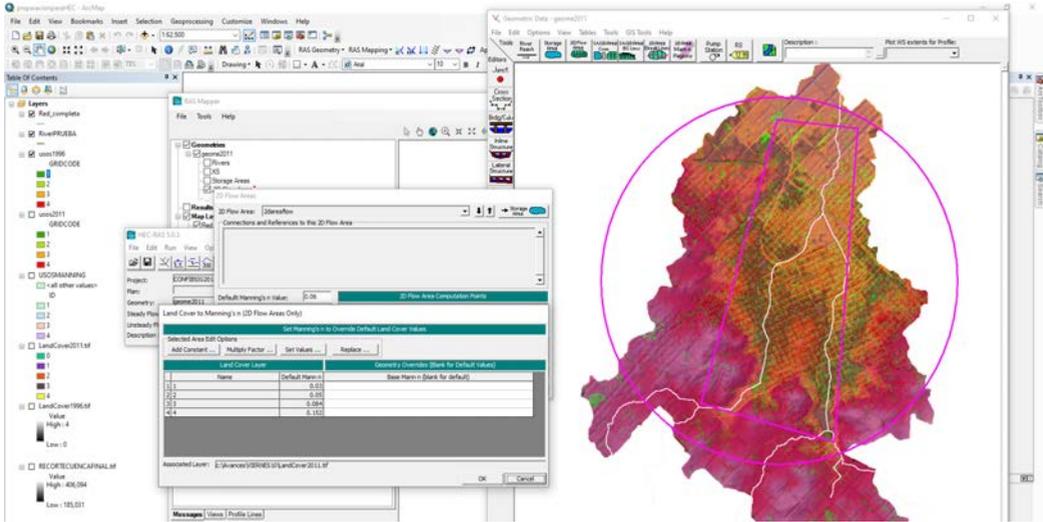
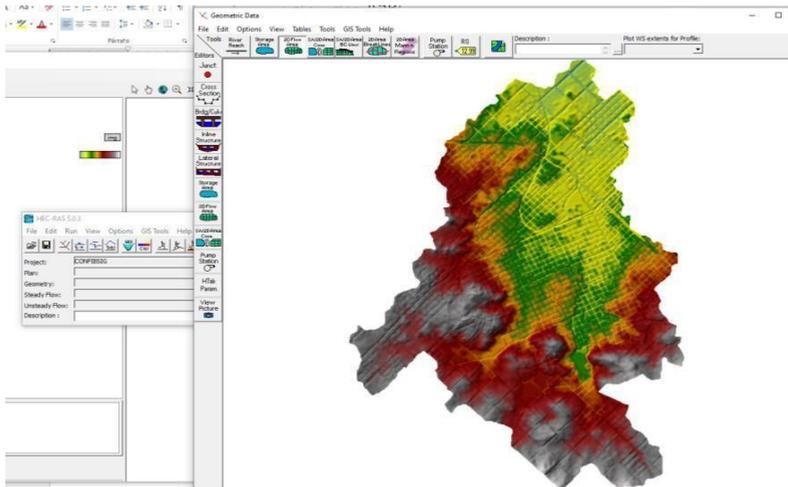


Figura 7. Integración de red y cuenca en HEC-RAS  
Fuente: Elaboración personal en base a procesamiento con HEC-RAS 5.0.3.

Fig 8 a)



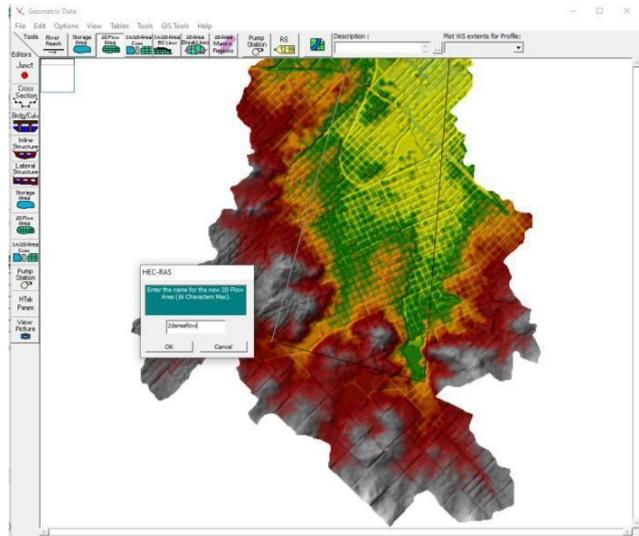
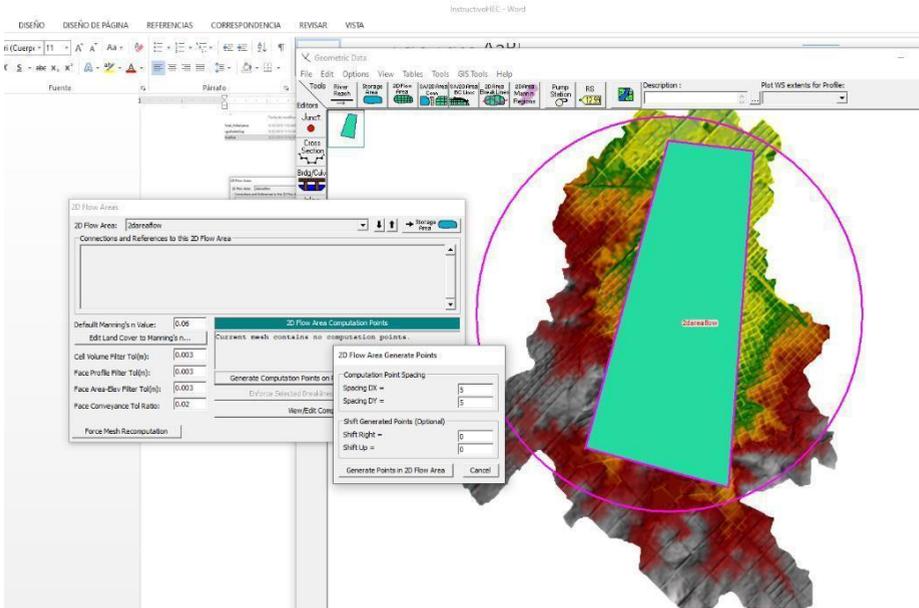


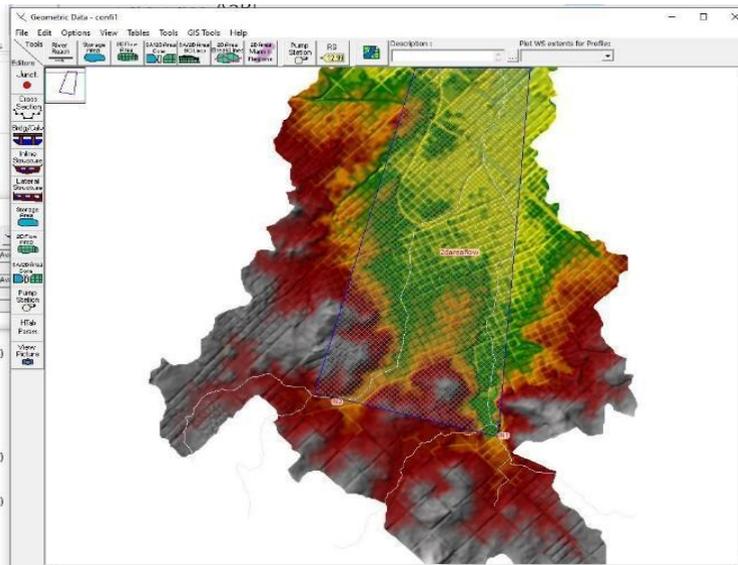
Fig 8 b)

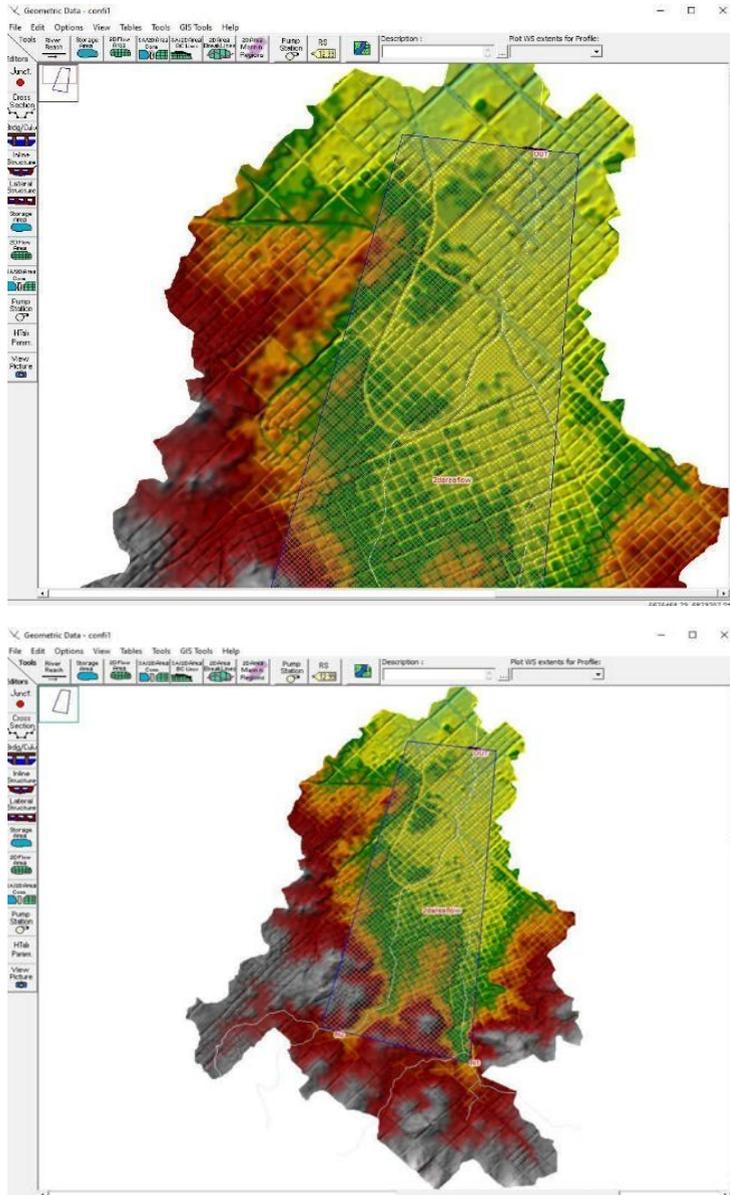
La opción *default manning values* permite identificar el mapa de coberturas (*landcover*) con sus respectivos coeficientes de rugosidad (*mannings*) asignados.

Definida la malla es requisito establecer las condiciones de contorno (2DFLOWConditionboundary), en donde se asignan las fuentes (*sources/entradas*) y los sumideros (*sinks/salidas*). Para la simulación se definieron los IN y OUT, figura 9, indicando dos fuentes, en el arroyo Blanco y el arroyo Del Fuerte y un sumidero, en el Arroyo Languayú.



**Figura 8.** Construcción del dominio de la cuenca  
Fuente: Elaboración personal en base a procesamiento con HEC-RAS 5.0.3.

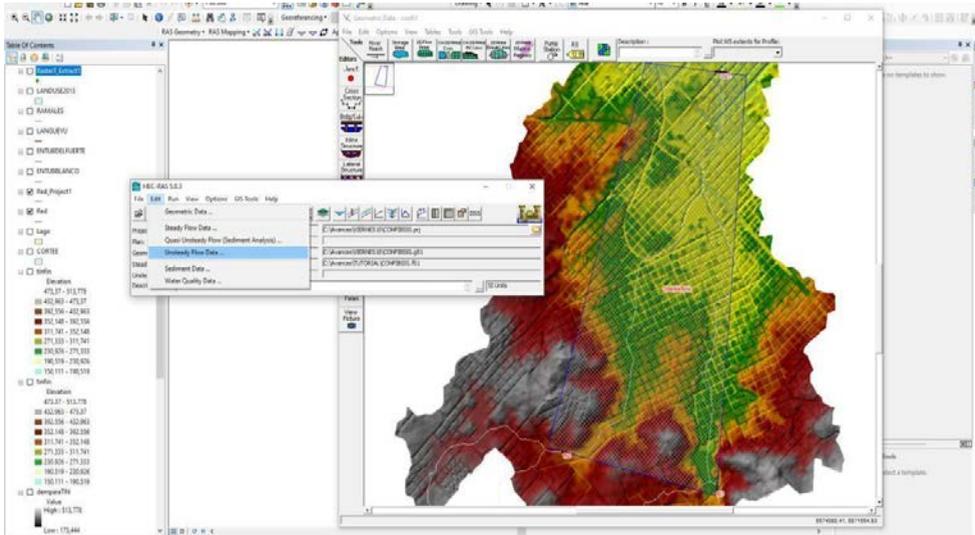




**Figura 9.** Definición de las condiciones de contorno del mado  
Fuente: Elaboración personal en base a procesamiento con HEC-RAS 5.0.3.

Delimitados los ingresos y egresos, mediante HEC-RAS se introdujeron los caudales estables o inestables. La opción *Steadyflowdata* aplica para un caudal permanente o constante, mientras que *Unsteadyflowdata* refiere a un caudal variable según la intensidad de la lluvia en fracciones de tiempo (duración). Para la simulación ingresamos los datos en *Unsteadyflowdata*, Figura 10.

Esta instancia requirió de la confección de un hietograma o un hidrograma para simular las precipitaciones según los parámetros establecidos previamente. La opción adoptada fue la del hidrograma a partir del cual es posible observar la evolución de la lámina de agua en el tiempo, Figura 11 y Figura 12. A nivel de sección, esta definición permitió conocer cómo sube la lámina de agua llegando a su punto máximo y como va bajando conforme pasa el tiempo. En el presente trabajo se ensayaron distintos escenarios con base en hidrogramas de lluvias en mm obtenidos mediante la toma de datos por la estación meteorológica NET ATMO (datos x horas del 17/10 al 18/10 del año 2019)<sup>3</sup>. Pero para obtener resultados más evidentes se decidió trabajar un escenario con hidrogramas de caudales en m<sup>3</sup>/seg.



**Figura 10.** Introducción de caudales mediante HEC-RAS  
Fuente: Elaboración personal en base a procesamiento con HEC-RAS 5.0.3.

<sup>3</sup> Disponible en: <https://www.netatmo.com/es-es/weather/weatherstation>

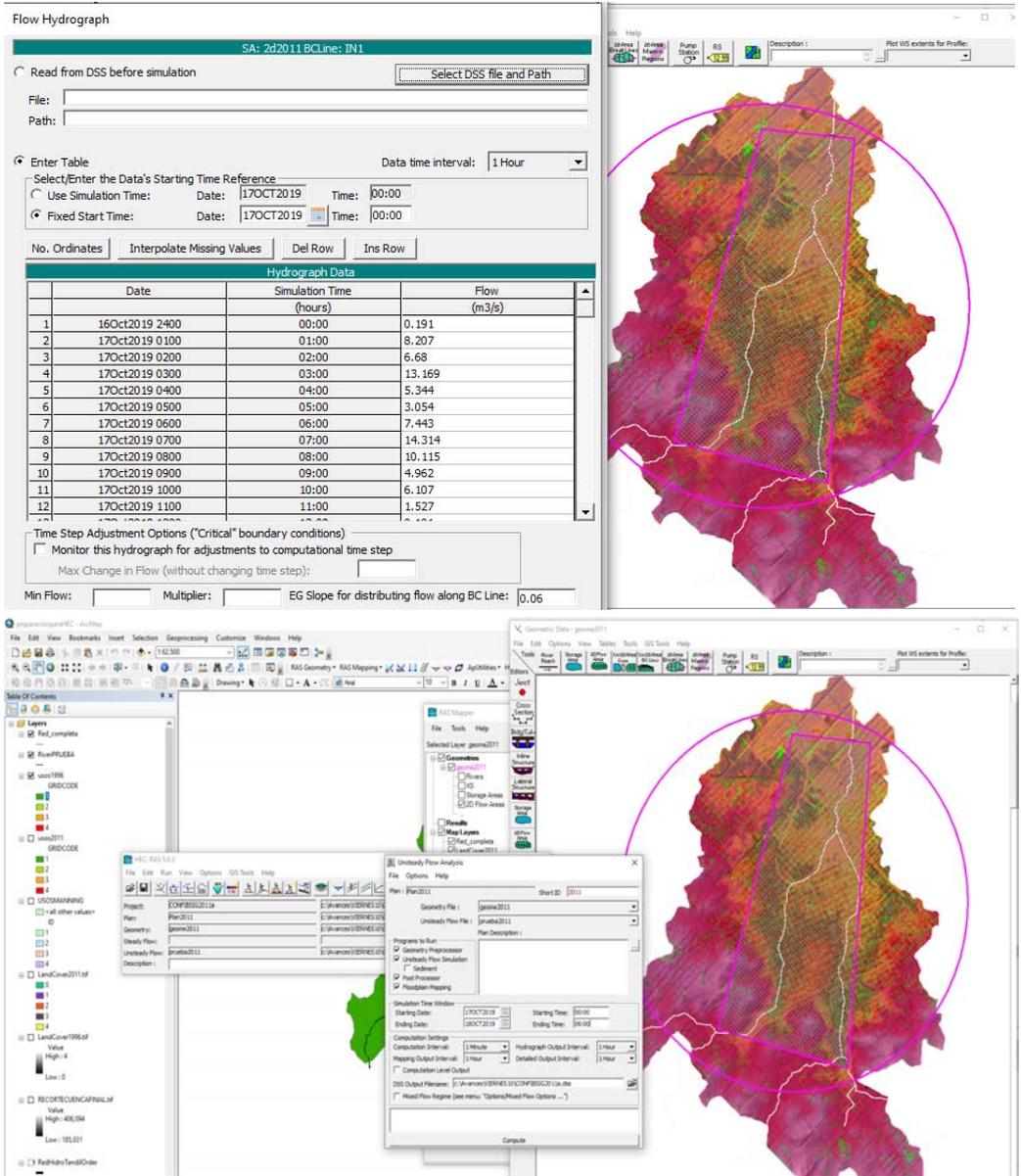
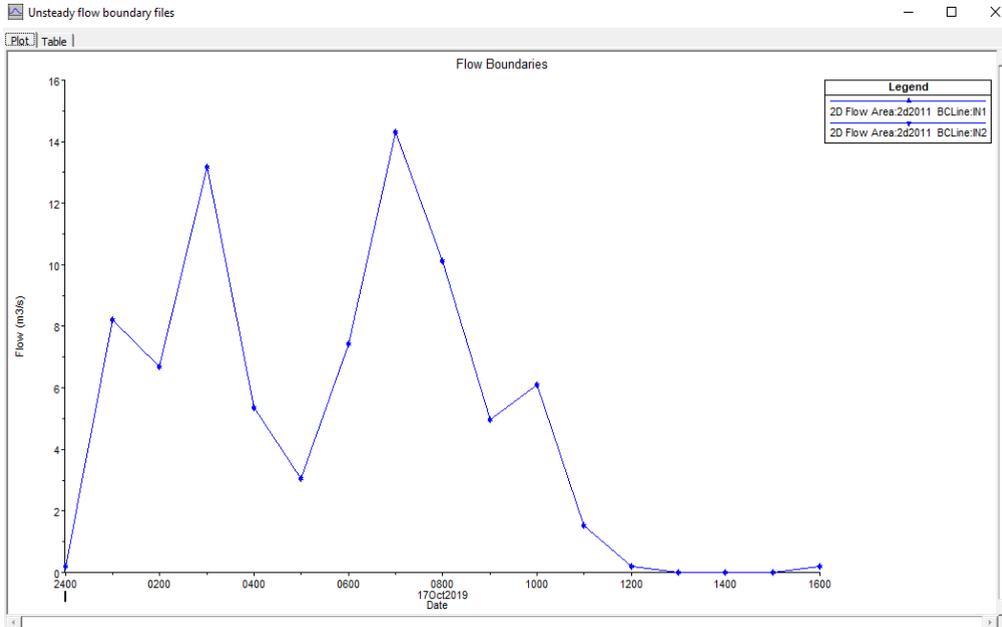


Figura 11. Introducción de hidrograma mediante HEC-RAS  
Fuente: Elaboración personal en base a procesamiento con HEC-RAS 5.0.3.

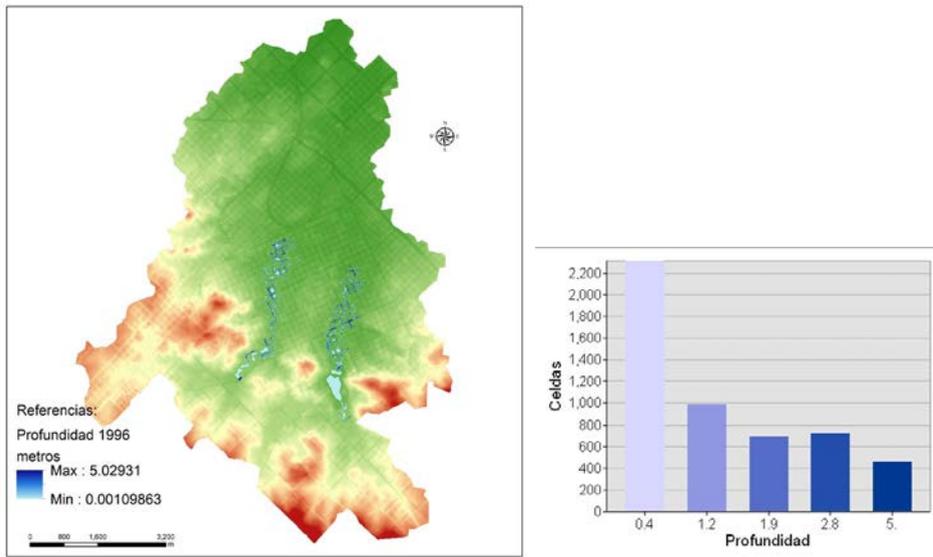


**Figura 12.** Vista en plot del hidrograma del evento en HEC-RAS  
Fuente: Elaboración personal en base a procesamiento con HEC-RAS 5.0.3

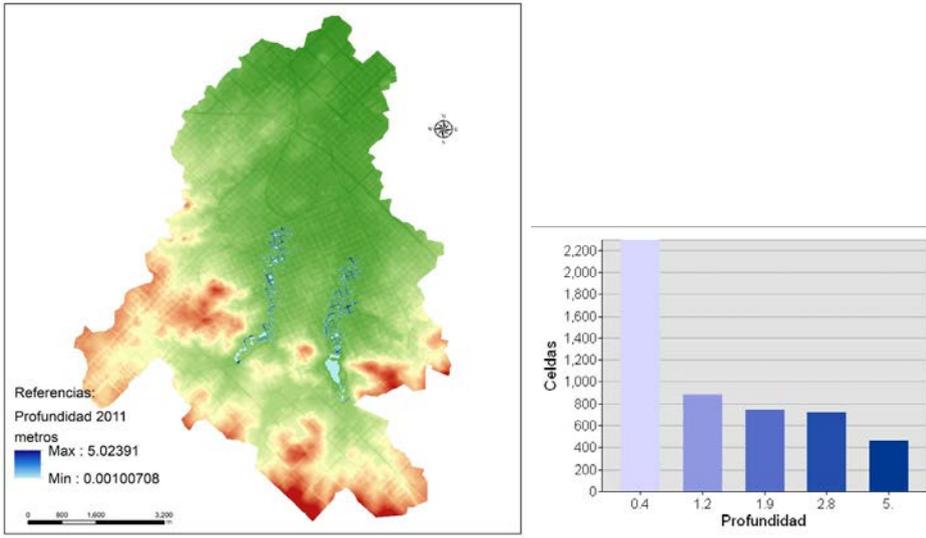
## RESULTADOS

La etapa de pos procesamiento mediante la simulación de los escenarios se presenta en RAS Mapper. En esta ventana se visualizan los resultados tanto por: perfiles, hora, tiempo determinado, profundidad y velocidad máxima, entre las representaciones más destacadas. El rango global de valores con respecto a la profundidad del agua, Figuras 13 y 14 no varía durante el período, alcanzando un umbral de 5.02 metros en 1996 y 2011. Sin embargo, se observa un incremento de celdas en el rango de 1.9 metros en detrimento del rango de 1.2 metros. El hallazgo más importante se encuentra al realizar un análisis de distribución espacial de las diferencias entre ambos momentos, Figura 15 donde se presentan cuáles han sido las celdas que han arrojado variación positiva y negativa con respecto a la profundidad del agua acumulada entre las simulaciones 1996-2011, en el mapa se observa que un 70% de las celdas en el área simulada incrementa la profundidad del agua retenida,

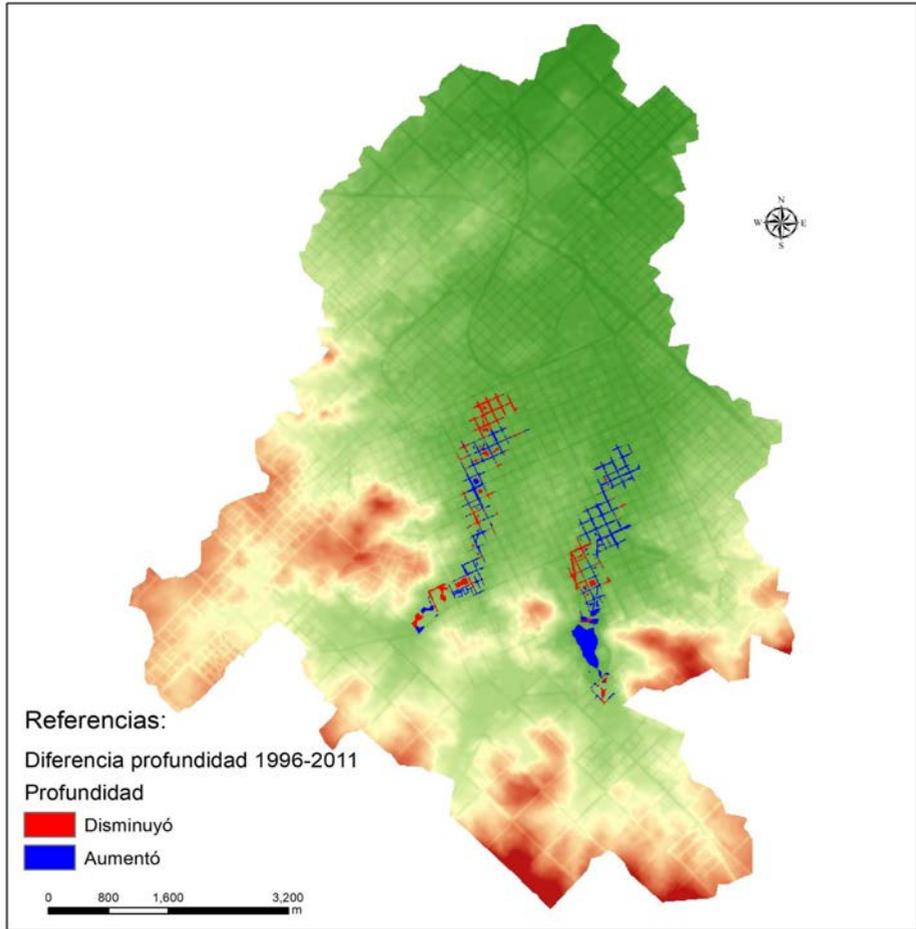
exhibiendo aumentos hasta de 1.2 metros en algunos puntos, corroborando la clara asociación entre aumento de la densidad de superficie edificada y retención del agua ante eventos extremos, lo cual genera ineludiblemente un mayor peligro a inundaciones. Esta primera parte del análisis se complementa a su vez con los resultados siguientes, Figuras 16, 17 y 18, en los cuales, se detecta un leve incremento de las celdas en el rango 0.1 m/s en detrimento de una disminución del rango 0.05 m/s. Asimismo, un 58% de las celdas incrementan la velocidad de escurrimiento (m/s) producto de la impermeabilización de la superficie que genera el aumento de las construcciones.



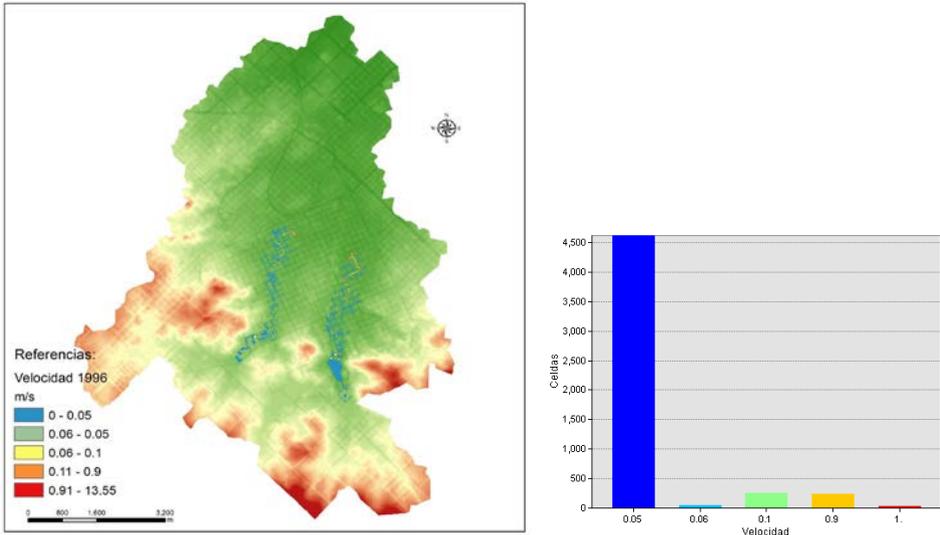
**Figura 13.** Escenario profundidad simulada 1996  
Fuente: Elaboración personal. ArcGIS 10.2.



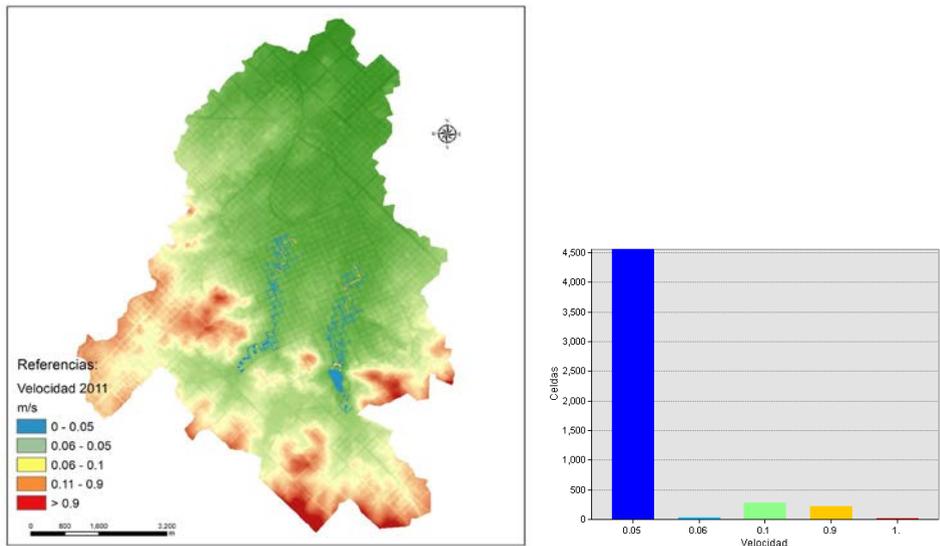
**Figura 14.** Escenario profundidad simulada 2011  
Fuente: Elaboración personal. ArcGIS 10.2.



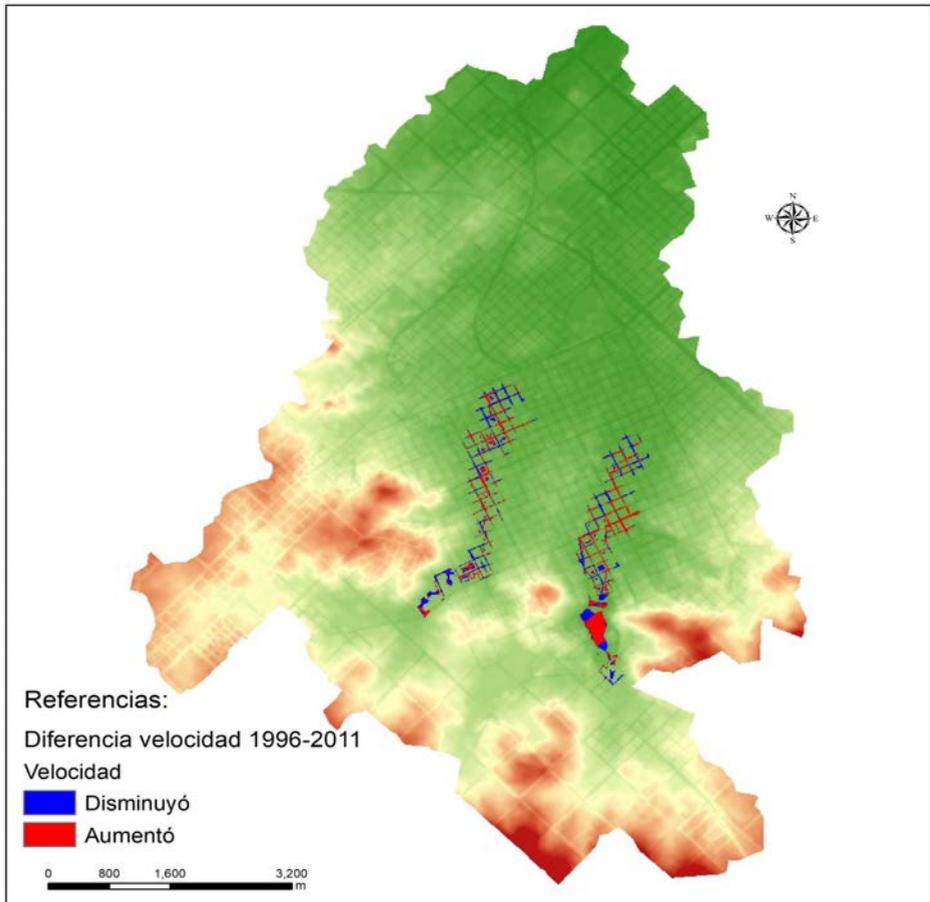
**Figura 15.** Diferencias profundidad simulada 1996-2011  
Fuente: Elaboración personal. ArcGIS 10.2



**Figura 16.** Escenario velocidad simulada 1996  
Fuente: Elaboración personal. ArcGIS 10.2.



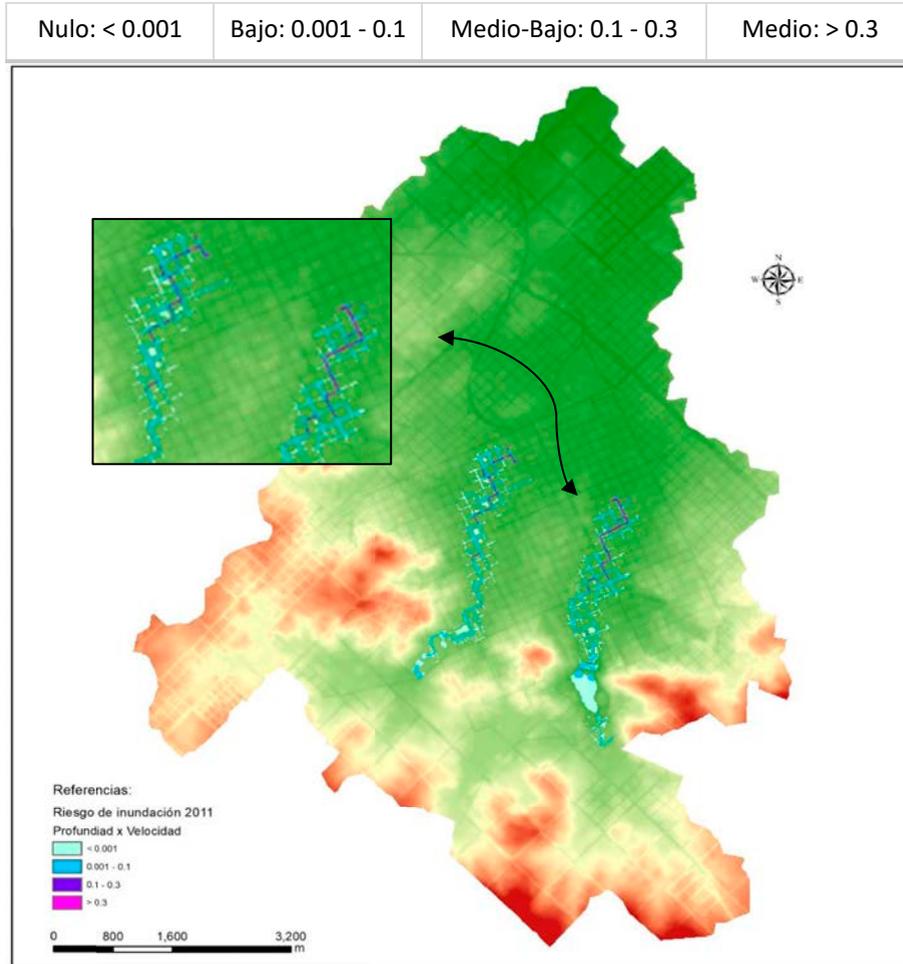
**Figura 17.** Escenario velocidad simulada 2011  
Fuente: Elaboración personal. ArcGIS 10.2.



**Figura 18.** Diferencias velocidad simulada 1996-2011  
 Fuente: Elaboración personal. ArcGIS 10.2.

A partir de los productos cartográficos obtenidos fue posible definir un mapa de áreas de peligro a inundaciones, las cuales resultan de suma utilidad práctica para la toma de decisiones territoriales y se construyen a partir de una combinación de la profundidad por la velocidad (AIDR, 2014 y AEMI, 2013). En este sentido, el peligro es mayor a medida que aumenta la profundidad y la velocidad, profundizándose la

situación por la combinación entre ambas variables. En este trabajo se realizó una adaptación local del método elaborado por el Instituto Australiano de Resiliencia ante Desastres, partiendo de una operación de multiplicación entre las capas ráster de profundidad y velocidad, cuyo ráster resultante permitió definir cuatro rangos con niveles de peligrosidad creciente que se establecieron de la siguiente manera: nulo, bajo, medio-bajo y medio, Figura 19:



**Figura 19.** Riesgo de inundación 2011  
 Fuente: Elaboración personal. ArcGIS 10.2.

La figura 18 permite identificar cuatro áreas según niveles de riesgo mediante un indicador sintético, como sustento para generar medidas de gestión urbanísticas estructurales o semiestructurales ante eventos extremos. La interpretación de los niveles de peligro indicados, expresan potenciales niveles de vulnerabilidad de las personas que caminan o conducen a través del área de estudio durante un evento extremo. El presente resultado se expone como un recorte preliminar a modo de corroboración metodológica y utilidad práctica, a partir del cual se pretende profundizar en un estudio sobre el manejo integral en toda el área urbana y complementaria de la ciudad de Tandil que se encuentra en desarrollo.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Se destaca la posibilidad de integrar satisfactoriamente diversas fuentes y modelos de geodatos para la simulación de escurrimiento superficial, imágenes de sensores ópticos y radar, capas vectoriales de fuentes primarias y secundarias como elementos básicos que configuran el espacio urbano y componentes geométricos propio del análisis de redes integrados dentro del modelo hidrológico. También la capacidad de asignar atributos que relacionen, conecten e integren cada uno de estos elementos de la trama urbana con el modelado final del escurrimiento.

La capacidad de vincular una variedad de herramientas geotecnológicas garantizó la correcta interoperabilidad entre los insumos básicos y resultados durante cada fase del procedimiento metodológico sugerido. Todo ello hizo posible corroborar la hipótesis de trabajo, a partir de la cual pronosticamos el impacto que tiene el aumento de densidad de edificaciones sobre el riesgo de áreas urbanas a inundarse. La determinación de zonas de peligro en base a la clasificación que propone AEMI 2013 es un antecedente importante desde la Geografía Aplicada intentando detectar zonas de mayor y menor vulnerabilidad conjugando el producto de los escenarios de los mapas de profundidad (*depth*) y velocidad (*velocity*). El análisis para cuantificar de manera precisa el riesgo requiere tener más variables en consideración y mayor precisión en los resultados, ya que las curvas de vulnerabilidad se establecen en base a los umbrales establecidos (número de píxeles) para cada categoría utilizada en los mapas obtenidos.

Este aporte constituye una nueva evidencia que contrarresta el poder de la naturaleza como el único agente de los desastres, si bien los factores físicos pueden ser poderosos detonadores de acontecimientos, los procesos conductuales reales son los sociales, es la naturaleza de esos procesos sociales los que determinan qué ocurrirá, dónde y con qué intensidad se materializará en el territorio.

No obstante, varios aspectos de nuestro procedimiento metodológico son optimizables, comenzando por la reducción de la exageración de la escala vertical en el Modelo Digital de Terreno, cuya elección de elevar cinco metros por encima del MDE a aquellos polígonos que componen el catastro urbano, resulta un artificio distorsionando las interpretaciones de los valores físicos de profundidad y velocidad en los escenarios. Si bien se reconoce la debilidad en la fiabilidad de la precisión de los modelos digitales del terreno (12,5 m), se continúa trabajando en la mejora de su obtención y posterior procesamiento mediante el trabajo de campo, la vinculación con otras fuentes de información y la reconstrucción de los modelos a partir de vuelos de drones para las áreas más críticas o de mayor peligro en el área urbana. Sin duda estos aportes disminuirán la incertidumbre de los escenarios simulados y servirán para validar los resultados obtenidos.

Asimismo, en los escenarios obtenidos no se tuvo en cuenta el recorrido del agua dentro de los canales de la red pluvial, sólo el escurrimiento superficial, creemos que, al vincular la red mediante su drenaje a través de sus conductos y secciones transversales, el resultado variará significativamente al obtenido en este trabajo. Esta decisión metodológica también afectará a los coeficientes de rugosidad adoptados, los cuales deberán ser calibrados nuevamente.

Como conclusión general de esta aplicación, reforzamos que la implementación de Sistemas de Información Geográfica es una herramienta de gran utilidad en la definición de los escenarios, principalmente como base para la toma de decisiones. Dependiendo del aspecto que se desee analizar, pueden realizarse diversos tipos de mapas y escenarios, por ejemplo: mapas de amenaza, vulnerabilidad y/o mapas de riesgo, vinculando por un lado, la recurrencia de los eventos, los períodos de retorno, los daños potenciales en pérdidas materiales y el impacto en la calidad de vida de la población, como también, la evaluación de inversiones en términos de costos y

beneficios económicos para la ejecución de obras derivadas de medidas de gestión y planificación territorial en pos de lograr ciudades más sostenibles.

## BIBLIOGRAFÍA

Australian Emergency Management Institute (AEMI) (2013). *Managing the floodplain: A guide to best practice in flood risk management in Australia*, Australian Emergency Handbook (7), Canberra.

Australian Institute for Disaster Resilience (AIDR) (2014). *Australian Disaster Resilience Guideline 7-3: Technical flood risk management guideline: Flood hazard*, 2014, CC BY-NC.

Carballo, T.; Goldberg, S. (2014). *Comunidad e información ambiental del riesgo. Las inundaciones y el Río Luján*. Buenos Aires: Editorial Dunken.

Collazos, G.; Villanueva, I.; Briceño, N.; Cazenave, G.; Guevara, C.; y Blanco, M. (2018). *Modelo bidimensional de inundación urbana de la ciudad de Azul (Argentina) con herramientas de uso libre*. XXVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Buenos Aires, Argentina, septiembre de 2018.,2064-2075.

DeVantier, B. A. y Feldman, A. D. (1993). *Review of GIS Applications in Hydrologic Modeling*. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 119, (2), Paper 3607, 246-259

Ellis, E. A.; Romero, J. A.; Hernández, I.U.; Gallo, C. A. y Alanís, J. L. (2012). Evaluación geográfica de áreas susceptibles a inundación en la cuenca del río Tuxpan, Veracruz. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 2012. 16(1): 7-28.

Fernández Pato, J. y García Navarro, P. (2018). Development of a New Simulation Tool Coupling a 2D Finite Volume Overland Flow Model and a Drainage Network Model. *Geosciences*. 8-288.

Ferrando A. y Francisco J. (2006). Sobre inundaciones y anegamientos. *Revista de Urbanismo*, (15), Facultad de Arquitectura, Universidad de Chile. Disponible en: [https://web.uchile.cl/vignette/revista\\_urbanismo/CDA/urb\\_complex/0,1311,SCID%253D19141%2526SID%253D668%2526DG%253D2%2526ACT%253D0%2526PRT%253D19132,00.html](https://web.uchile.cl/vignette/revista_urbanismo/CDA/urb_complex/0,1311,SCID%253D19141%2526SID%253D668%2526DG%253D2%2526ACT%253D0%2526PRT%253D19132,00.html)

Fuschini Mejia, M. (1998) El agua en las llanuras. En Durán, D. (compiladora). *La Argentina Ambiental. Naturaleza y Sociedad*. Buenos Aires: Lugar.

García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Editorial Gedisa.

González, S., Torchia, N. y Viand, J. (2015). *Inundaciones urbanas*, En: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Inundaciones urbanas y cambio climático: Recomendaciones para la gestión, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 33-47.

HEC-RAS (2016a). *River Analysis System. User's Manual*. Version 5.0. US Army Corps of Engineers Institute for Water Resources. Hydrologic Engineering Center. Davis. Disponible en: [www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil).

HEC-RAS. (2016b). River Analysis System. 2D Modeling. *User's Manual*. US Army Corps of Engineers. Institute for Water Resources. Hydrologic Engineering Center. Davis. Disponible en: [www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil).

Henríquez Ruiz, C. (2009). El proceso de urbanización en la cuenca del río Chillán y su capacidad adaptativa ante precipitaciones extremas. *Estudios Geográficos*, LXX, (266), 155-179.

Herzer, H.; Rodríguez, Carla.; Celis, A.; Bartolomé, M. y Caputo, G. (2002). Convivir con el riesgo o la gestión del riesgo. *LA RED*. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Alejandra\\_Celis/publication/237638971\\_CONVIVIR\\_CON\\_EL\\_RIESGO\\_O\\_LA\\_GESTION\\_DEL\\_RIESGO1/links/5591847c08ae1e1f9baff784.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alejandra_Celis/publication/237638971_CONVIVIR_CON_EL_RIESGO_O_LA_GESTION_DEL_RIESGO1/links/5591847c08ae1e1f9baff784.pdf)

Johnston, R. J.; Gregory, D.; Smith, D. (1987). *Diccionario de Geografía Humana*, Madrid: Alianza.

La Macchia, M.L. (2015). *Modelización y análisis espacial del drenaje urbano de la ciudad de Tandil mediante Tecnologías de la información Geográfica*. Tesis de Licenciatura en Geografía. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Linares, S. (2012). Análisis y modelización de la segregación socioespacial en ciudades medias bonaerenses mediante Sistemas de Información Geográfica: Pergamino, Olavarría y Tandil (1991-2001). *Revista Geográfica de Valparaíso*, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso (Chile), (45), 3-22.

Linares, S.; Picone, N. (2018). Application of Remote Sensing and Cellular Automata Model to Analyze and Simulate Urban Density Changes. En Qihao Weng. Edited by Qihao Weng, Dale Quattrochi, and Paolo E. Gamba. Chapter 10. *Urban Remote Sensing. Second Edition. Remote Sensing Applications*. Series Editor, 213-228. Indiana, USA: Indiana State University. Terre Haute.

López Trigal, Lorenzo (Dir.) (2015). *Diccionario de Geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. Ed. Universidad de León.

Melesse, A.; Wang, X. (2007). *Impervious Surface Area Dynamics and Storm Runoff Response*. Remote Sensing of Impervious Surfaces, 369-384.

Natenzon, C. (1998). Riesgo, vulnerabilidad e incertidumbre. Desastres por inundaciones en Argentina. PIRNA. Facultad de Filosofía y Letras. UBA.

Pereyra A. (2014). El riesgo a las inundaciones en la trama de los eventos extremos. En Carballo, T.; Goldberg, S. *Comunidad e información ambiental del riesgo. Las inundaciones y el Río Luján*. Buenos Aires: Editorial Dunken. 13-26.

Sánchez, F. J. y Lastra, J., coords (2011). *Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Scioli, C. (2009). Modelación del escurrimiento superficial en áreas de llanura: Implementación y calibración de un modelo distribuido de grilla. Maestría en Recursos Hídricos en zonas de llanura. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional del Rosario.

Tucci, C. (2005). *Gestão de inundações urbanas*. Porto Alegre: UNESCO-PHI.

Vanneuville W., De Maeyer Ph., Maeghe K. & Mostaert F. (2003). *Model the effects of a flood in the Dender catchment, based on a risk methodology*. Society of Cartography Bulletin, 37 (2), 59-64.

## LOS AUTORES

**María Lorena La Macchia** Es Técnica en SIG, Profesora y Licenciada en Geografía, títulos otorgados por la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires (FCH-UNCPBA). Desde el año 2009 forma parte del Centro de Investigaciones Geográficas (CIG-FCH- UNCPBA) aportando y publicando diversos trabajos sobre distintas áreas que vinculan a la Geografía aplicada y las potencialidades de las TIG a problemas urbanos, como así también, participando en proyectos de Extensión y Transferencia del CIG-FCH- UNCPBA.

En el año 2015 ingresó a la carrera de Personal de Apoyo en Investigación (CPA-CONICET) en el Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (IGEHCS).

Actualmente es Maestranda de la Maestría en Teledetección y SIG de la Facultad de Agronomía de la ciudad de Azul, Buenos Aires (FAA-UNCPBA) y se encuentra trabajando sobre la modelización de escenarios de riesgo de inundaciones mediante el aporte de las TIG y la ingeniería hidráulica e hidrodinámica a la cuenca urbana de la ciudad de Tandil.

 [llamacchia@fch.unicen.edu.ar](mailto:llamacchia@fch.unicen.edu.ar)

**Santiago Linares Es** profesor de Geografía, magister en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica por la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) y Doctor en Geografía por la Universidad Nacional del Sur (UNS). Sus temas de investigación son referidos a la modelización y análisis del espacio urbano y aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica a la investigación en Geografía y a diversas esferas de la planificación territorial. Es Investigador Adjunto del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina. Integrante del Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (IGEHCS) dependiente de CONICET-UNCPBA. Docente del Departamento de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas (UNCPBA), a cargo de las cátedras relacionadas a la aplicación de Tecnologías de la Información Geográfica y análisis espacial cuantitativo. Director de la Revista Estudios Socioterritoriales. Participa en diversos proyectos de investigación acreditados institucionalmente, ha dictado numerosos cursos de capacitación y postgrado sobre investigación y análisis espacial con SIG, participa como miembro de redes nacionales e internacionales sobre Sistemas de Información Geografía, como así también, es responsable de proyectos de extensión y transferencia donde se aplican las geotecnologías a la solución de problemas socioeconómicos y ambientales en diversos municipios de la Argentina.

 [slinares@fch.unicen.edu.ar](mailto:slinares@fch.unicen.edu.ar)



# “El rostro de Córdoba”. La industria como motivo del paisaje en la ciudad de Córdoba. Coyunturas y contrastes

**"The face of Córdoba". Industry as a landscape motif in the City of Córdoba.  
Conjunctures and contrast "**

**Santiago Llorens**

Laboratorio de Estudios Territoriales. Departamento de Geografía.  
Facultad de Filosofía y Humanidades. Universidad Nacional de Córdoba (UNC)  
Argentina

 [sgollorens@gmail.com](mailto:sgollorens@gmail.com)

## RESUMEN

La aparición de infraestructura industrial no es suficiente para que se construya la idea de paisaje de ciudad industrial y menos aún para interpretar cuáles fueron los debates y sentidos en torno a esta. Intentaremos dilucidar estos aspectos estableciendo tres coyunturas en las que identificamos contrastes en la forma que la relación industria y ciudad es presentada como motivo del paisaje en Córdoba desde fines del siglo XIX hasta la década de 1960, momento en que se consolida la imagen de ciudad industrial. Los avances pretenden aportar a las indagaciones que lleva adelante el Grupo de Investigación en Industria, territorio y trabajo en Córdoba. Se argumenta que, a la relación entre ciudad material e imaginario, se debe articular la temporalidad propia de la idea de paisaje en Córdoba que establece una relación determinada –histórica y geográfica- entre imágenes y territorio material.

**PALABRAS CLAVE:** Idea de paisaje en Córdoba – imágenes de ciudad industrial - imaginaciones geográficas – tensiones y/o disputas

## ABSTRACT

The emergence of industrial infrastructure is not enough to make the idea of landscape industrial city is built and even less to interpret what were the debates and

ways around this. Trying to elucidate these aspects, we establish three junctures in which we identify contrasts in the way in which the industry and city relationship is presented as a motif of the landscape in Córdoba from the end of the 19th century to the 1960s when the image of the industrial city was consolidated. It is argued that the relationship between the material city and the imaginary one must articulate the temporality proper to the idea of landscape in Córdoba, which establishes a certain relationship –historical and geographical– between images and material territory. The advances intend to contribute to the research carried out by the Research Group in Industry, territory and work in Córdoba.

**KEY WORDS:** Idea of landscape in Córdoba - images of an industrial city - geographical imaginations - tensions and / or disputes –

## INTRODUCCIÓN

En 1965, la multinacional automotriz Ika se refería a un “nuevo rostro de Córdoba” en relación con la actividad industrial y con las transformaciones de la ciudad. En la actualidad sorprende que el imaginario de una Córdoba industrial, y en especial en su vinculación con el sector metalmecánico y automotriz, mantenga vigencia y fuerte presencia social incluso ante el proceso de reestructuración en el cual la industria pierde participación relativa frente a otros sectores de la economía cordobesa (Búffalo 2013; Búffalo, Carmona, García 2015). Esto lleva a considerar que si bien la historia del conjunto de narrativas espaciales –dentro de las cuales se encuentran las imágenes del paisaje- debe ser interpretada en relación a la reestructuración y a los giros de compresión espacio-temporal (Harvey 1990), los “imaginarios geográficos” (Zusman 2013), entre ellos los que refieren a la idea de paisaje, establecen relaciones no lineales con estos procesos. En términos analíticos, lo anterior implica no solo atender a la dislocación simbólica respecto a ciertos niveles de materialidad, y su autonomización –el imaginario de una ciudad industrial ante una imagen material que comienza a mostrar rasgos de ciudad posindustrial-, sino y dada la inquietud por el paisaje, a la temporalidad propia de la idea de paisaje en Córdoba que establece una determinada relación –histórica y geográfica- entre imágenes y territorio material.

## Estudios sobre industria y territorio en Córdoba

El presente trabajo pretende aportar a las indagaciones que desde hace 10 años lleva adelante el GIITT- Grupo de Investigación en Industria, territorio y trabajo<sup>1</sup>. Este grupo ha centrado su análisis en el comportamiento del sector industrial en Córdoba en el contexto de reestructuración productiva y sus implicancias en el territorio a distintas escalas. Los trabajos observan cómo las industrias tendiendo a formas más flexibles, transforman sus patrones de acumulación y localización lo cual se refleja en la red urbana y en la configuración de las propias ciudades. Reconociendo las respuestas diferenciadas a este contexto se ha indagado el sector metalmecánico (Búffalo, 2013), automotriz (Tomadoni, Búffalo, Berti; 2009), de maquinaria agrícola (Astegiano, 2018), entre otras. El énfasis que se coloca en el proceso de reestructuración y sus aspectos materiales parece dejar poco espacio para indagar la relación entre imaginarios, imágenes (visuales, literarias o técnicas) y el paisaje. Sin embargo, la aparente contradicción entre este proceso y la simultánea puesta en movimiento por diversos actores –entre ellos el Estado provincial- de una imagen de ciudad industrial para Córdoba, es lo que ha llevado desde el año 2019 a indagar los “imaginarios geográficos” (Zusman, 2013), y en especial las controversias en diversas coyunturas históricas respecto a la industria como motivo del paisaje.

Se presenta aquí una esquematización que podrá ser revisada según emergentes del proceso de investigación. Establecemos tres coyunturas en las que identificamos contrastes en las formas en que la relación industria y ciudad es presentada en el paisaje en Córdoba: a) un primer encuadre entre fines del siglo XIX y primera década del XX que refiere a los orígenes de la industria en Córdoba en la que el esfuerzo se dirige a presentar el paisaje de una ciudad moderna e industrial; b) un segundo encuadre que se consolida en el contexto del centenario y se mantiene hasta mediados del siglo donde lo industrial pierde la relevancia como motivo del paisaje y se prefieren motivos religiosos y/o tradicionales para mostrar a Córdoba, y; c) un encuadre en el que confluyen de la mano de las políticas desarrollistas diversos actores sociales para convertir a la industria en “lugar común” (Silvestri, 2011) del

---

<sup>1</sup>GIITT- Grupo de Investigación en Industria, territorio y trabajo-. Laboratorio de Estudios Territoriales. Facultad de Filosofía y Humanidades. Universidad Nacional de Córdoba.

paisaje urbano cordobés. Encuadre que rápidamente evidenciará contradicciones y conflictos.

### **Paisaje e industria**

El argumento evidente que surge de los desplazamientos entre estas tres coyunturas es que la aparición de infraestructura industrial en el orden de lo sensible –visual- o su mero ensamblaje como morfología (del paisaje), no es suficiente para que se construya la idea de paisaje de ciudad industrial y menos aún para interpretar cuáles fueron los debates y sentidos sobre estos.

Muchos trabajos referidos al paisaje presentan un interés por las transiciones económicas y la dinámica por la cual el capital crea y recrea un “paisaje geográfico (un entorno construido y culturas locales)” que sirven a su reproducción (Harvey 2017: 79). De la mano del materialismo cultural se señalará, al igual que sucede con las mercancías u otros productos culturales, la función ideológica de dichos paisajes geográficos. En esta línea, sin perder de vista dichas transiciones las indagaciones se aproximaron a las transformaciones en las “formaciones sociales” con la intención de dar mayor énfasis a las dimensiones sociales y culturales sin caer en mecanicismos o determinismos económicos (Cosgrove, 1998, Williams, 2002). Estos últimos se han centrado en los registros visuales o literarios involucrados en la construcción de una mirada en la que el entorno se transformaba en paisaje. Mirada que respondía a una razón de control y a un orden social e histórico preciso donde se dirimían las luchas por la propiedad. Con algunos desplazamientos teóricos, es de interés la ampliación contemporánea de estos trabajos hacia la pregunta por la articulación del paisaje con la experiencia de las modernidades y los occidentes, y en especial aquellos que se concentran en contextos periféricos (Navarro Floria, 2007; Zusman, 2013).

Marguelichi (2015), al indagar en la relación paisaje e industria señala la dificultad que existió para articularlos en tanto parecen contradecirse en sus términos. Es probable que como señala Silvestri, la novedad tecnológica de la industria deba naturalizarse para convertirse en paisaje. Sin embargo, lo propio –lo veremos en Córdoba-, es que deben realizarse por algún margen de tiempo diversas operaciones sociales, políticas y técnicas, para que la infraestructura industrial que va emergiendo en la ciudad sea transformada en motivo del paisaje y se construya

cierto acuerdo sobre los sentidos que pretenden comunicar. Por último, es fundamental reconocer, que la relación entre un paisaje –material y visual- y su imaginario social posee “una vida (múltiples comienzos, transformaciones de sentido, exangües sobrevidas, resurgimientos, desaparición)” (Silvestri, 2012: 41).

El concepto de imaginario traído aquí coincide con la conceptualización de paisaje presentada previamente, al señalar que más allá de la presencia física-morfológica (de un Real en términos filosóficos), o una “imagen de”, nos encontramos ante una creación (García Canclini, 2007; Zusman, 2013). Para Cosgrove, “la imaginación lleva a que la información captada a través de los sentidos no sea reproducida de forma mimética sino “metamorfoseada” generando nuevos significados” (Zusman, 2013: 59). Aquí, las imaginaciones geográficas no estarían asociadas solo a los procesos de dominación sino también a procesos creativos y a prácticas que pueden transformar la geografía material para construir “un mundo más habitable” (Zusman, 2013: 63 parafraseando a Ricoeur).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El análisis se centra en tres coyunturas en las que identificamos contrastes en las formas en que la relación industria y ciudad es presentada en la idea de paisaje en Córdoba. El GIITT nombrado previamente, cuenta de una amplia base de datos cuantitativos (registros industriales provinciales, información estadística pública) cualitativa, georeferenciada y actualizada de las industrias de la ciudad de Córdoba, producto de 10 años de trabajo. Para la presente línea se desarrolla desde una estrategia cualitativa situada en las propuestas críticas de la geografía histórica siguiendo los enfoques metodológicos de Driver (2013) y Zusman (2013). Se trabaja fundamentalmente con fuentes documentales y material de archivo de diversos repositorios. Se reconoce que las lecturas de las fuentes están mediadas tanto por las posturas teóricas que orientan la investigación como las vivencias del presente (Zusman, 2013). Los registros de narrativas e imágenes de archivos y entrevistas complementarán la base de datos del Grupo de Investigación.

## Del ensueño teológico al ensueño industrial

“...cualquier escéptico del litoral nos va a decir que en Córdoba ha reemplazado al ensueño teológico el ensueño industrial!”  
(Amado J. Ceballos –Ashaverus- 1897:303)

Con estas impresiones, Amado J. Ceballos-cordobés, corresponsal viajero, militante del modernismo, publicaba durante la década de 1890 en el periódico La Nación una serie de “notas de viaje” luego recopiladas en un texto que da a llamar “Tierra Adentro”, prologado nada menos que por el poeta modernista Rubén Darío. En ellas se tensionaban dos imágenes de la ciudad que -como polos dialécticos- se contraponían desde la llegada del ferrocarril a Córdoba y que se han ido resolviendo de manera singular hasta la actualidad: la ciudad enclaustrada, de campanarios y procesiones religiosas versus la ciudad abierta, moderna e industrial. Se afirmaba que en poco tiempo de la mano de la industria Córdoba podría “ser convertida en la ciudad fabril por excelencia de la República” (Amado J. Ceballos –Ashaverus- 1897:303).

Respecto a la industria en Córdoba<sup>2</sup> del período, según Ansaldi, la “transición” del artesanado a la manufactura y la fábrica se consolida hacia 1880, centrada en la alimentación, el calzado, construcción de productos químicos y energía eléctrica, y, si bien moderada en términos cuantitativos, se caracterizará por el nivel relativamente alto de tecnología empleada en estos sectores de punta (Ansaldi 2000: 72). Hacia 1905, la “Geografía de Córdoba” de Río y Achaval (cuya redacción fue solicitada por la Provincia) señalaba que, salvo las excepciones nombradas previamente, “las industrias permanecen todavía en estado embrionario” (Río y Achaval 1905 Vol II: 277-278).

Esta situación embrionaria es interpretada con optimismo en tanto una serie de condiciones materiales permitirían el despliegue de una pronta Córdoba industrial: la “liberal” legislación provincial, gran número de trabajadores migrantes europeos presentados como expresión de la vitalidad e industria de la ciudad, la energía

<sup>2</sup> La población de la ciudad pasaba de 34.458 habitantes en 1869, 54.763 en 1895, y 134.935 en 1914. (Primer Censo Nacional de Población de 1869)

hidroeléctrica, combustible a bajo precio de sus bosques, materias primas para las industrias alimenticias y las industria del vestido y “la situación de Córdoba en el centro de la República con cuyas extremidades más distantes está ya unida por líneas de ferrocarril...” (Río y Achaval, 1905 Vol II: 277)

Si en términos materiales la industrialización del período resultaba restringida y frágil, lo relevante es que Córdoba comienza a ser mostrada como ciudad moderna e industrial. Esta industria “con su carácter cualitativo”, “se mantiene *grosso modo* hasta las transformaciones sustantivas iniciadas en 1946...” (Ansaldi 2000: 278), pero con posterioridad veremos que las imágenes arquetípicas para definir el paisaje cordobés se distancian de las formas industriales para recaer en su aspectos telúricos y bucólicos.

### **Córdoba azul: ciudad de campanas y la cuestión del equilibrio**

Si bien no debemos olvidar el proceso descrito en el apartado anterior, distintas investigaciones señalan que la industria es uno de los factores estructurales de la economía urbana desde el año 1927 con la localización de la primera Fábrica Militar de Aviones en Córdoba, hito que sirve posteriormente para atraer a la industria automotriz en 1952 (Búffalo, 2013; Cecchetto, 1988). Con la instalación de dicha fábrica, la ciudad se extendió hacia el oeste sobre la línea del camino a Malagueño – hoy Avenida Fuerza Aérea- en barrios que fueron paulatinamente ocupados por obreros fabriles mientras los habitantes de la ciudad se incrementaban de 134.935 en 1914 a 368.828 en 1947.

A las industrias “tradicionales” del periodo anterior –harinas, cueros, cerveza, cementos- se suman entonces, las más dinámicas como las desarrolladas en la Fábrica Militar de Aviones y los talleres del Ferrocarril del Estado localizados en el noreste de la ciudad<sup>3</sup>, absorbiendo este sector nada menos que el 37% de la mano

---

<sup>3</sup> La FMA abre sus puertas en 1927 durante la presidencia del radical Marcelo T. Alvear. Hacia mediados de la década de 1940 en la presidencia de Juan D. Perón se expande conformando el complejo fabril I.A.M.E (Industrias Aeronáuticas y Mecánicas del Estado) diversificando su producción a utilitarios, tractores, motocicletas, bicicletas, etc. y empleando a más de 9000 obreros. Por su parte los Talleres del Ferrocarril de las líneas británicas creados para el mantenimiento del material rodante fueron nacionalizados en 1948 llegando a ocupar a 4000 obreros según estimaciones.

de obra empleada (Pianetto, 2017: 226). En este marco, la progresista gobernación de Sabattini (1936-1940), emprende importantes políticas sociales y de obras públicas. Sin embargo, frente a la selección del algún motivo industrial como rasgo distintivo del paisaje urbano, se afirma la imagen de “docta ciudad” y el “tradicional perfil de centro comercial redistribuidor” (Pianetto, 2017: 226).

En el mismo año en que se inician las actividades de la Fábrica Militar de Aviones, podemos encontrar dos registros que parecen tensionar el “ensueño industrial” de la coyuntura analizada previamente. Por un lado, un importante acto de gestión pública urbana al presentarse el primer “Plan regulador y de extensión de la ciudad de Córdoba”. Este era solicitado por el demócrata conservador intendente Emilio Olmos -con el respaldo del gobernador Ramón Cárcano- al paisajista-urbanista de Buenos Aires, Benito Carrasco<sup>4</sup>. El impactante plano de la ciudad daba cuenta de aspiraciones modernas puestas en juego en una ciudad en aceleradas transformaciones, pero el matiz político y social delinearía la forma en que este se sitúa localmente<sup>5</sup>.

A fines de 1927, cuando Carrasco presenta su proyecto, el modo de aparecer de la ciudad será novedoso, en un plano visualmente impactante y con profundas diferencias respecto a la material ciudad, Figura 1. Por primera vez Córdoba es parte de un dispositivo -un Plan regulador- que permitía una mirada sinóptica y ciertas operaciones técnicas de conjunto. Se propuso un “sistema mixto” que combina el “sistema rectangular combinado con el radial y el pintoresco” que, según el paisajista, era el que “se adapta a nuestro medio ambiente”. Se articuló por tanto, de manera ecléctica, la herencia local del damero, los lineamientos del movimiento *citybeautiful* y las ideas de calles irregulares de la ciudad jardín (Garden City) de

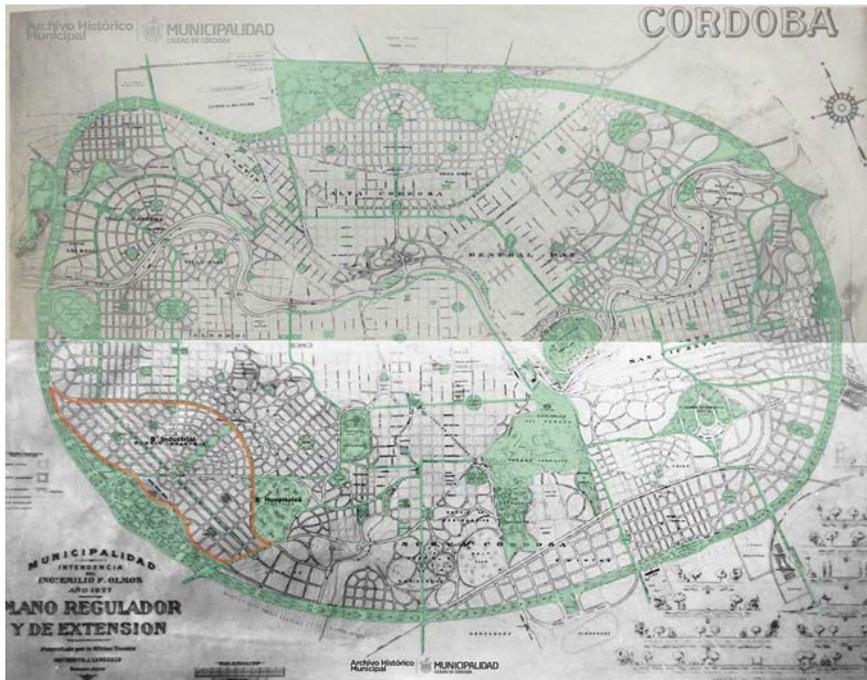
---

<sup>4</sup> AHMC Libro actas de sesiones 1926 N°6 diciembre 1926 ff. 164

<sup>5</sup> Al respecto, reconociendo que el término puede generar desacuerdos, se denomina como conservadoras a esta expresión de fuerzas políticas siguiendo a Moyano (2012). Gorelik, al analizar en similar período los debates en torno al Proyecto Orgánico de Buenos Aires y las expresiones políticas – con mayor presencia de fuerzas políticas progresistas que Córdoba-, se verá obligado a concebir el paradójico término de “modernización reactiva” para dichas operaciones urbanas (2010: 315). La particularidad de Córdoba es que a diferencia de otras provincias, el éxito electoral del Partido Demócrata –continuación del régimen oligárquico establecido por el Partido Autonomista Nacional- se mantuvo con breves interrupciones hasta 1928 en lo que respecta a la gobernación.

Howard. Entre los aspectos relevantes en la "ciudad vieja" se establecían ensanche de calles, las barrancas que rodeaban la ciudad serían transformadas en pintoresquistas "barrios jardines" y se constituía un extenso Boulevard de Circunvalación que delimitaba la expansión de la ciudad a 6000 hectáreas.

No solo es significativo que en la solicitud elevada por el ejecutivo municipal no existiera mención relevante respecto a la dimensión industrial, sino que tampoco en la gran expansión proyectada, solo una cifra estimada en 300 hectáreas correspondía a la localización de industrias<sup>6</sup>.

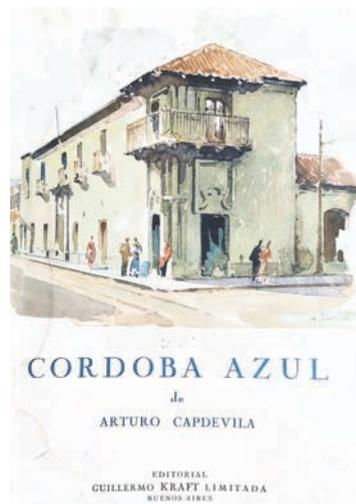


**Figura 1:** Córdoba. Plan regulador y de extensión estudiado por Benito Carrasco (1927).  
**Fuente:** Inv. 2403 e Inv. 2404. AHMC. (Se señala Barrio Industrial a los fines del presente artículo)

<sup>6</sup> Plan Carrasco 1927 pp. 33

Reconociendo que por razones históricas y de matriz económica los “planes reguladores” en Argentina no respondían en primera medida a la inquietud de mitigar las consecuencias indeseables del proceso de industrialización, podemos señalar que incluso con sus ideas modernizadoras, se mostraba que a la estrecha elite cordobesa le costaba ir más allá de sus intereses acomodaticios y de su vinculación al negocio inmobiliario urbano que tanto rédito le había dado en décadas anteriores para colocar a la industria como objetivo del Plan<sup>7</sup>.

El otro registro, es el reconocido Álbum de la Provincia de Córdoba (1927). En sus más de 850 páginas de grandes dimensiones apaisadas, la obra ofrece a través de fragmentos de descripciones científicas, literarias, pictóricas y fotográficas del territorio, un telón de fondo que ratifica la mirada pintoresca. En el compendio, las imágenes y/o publicidades de la actividad industrial cuidan celosamente preservar un “equilibrio” de conjunto que reafirme la personalidad religiosa y la mirada pintoresca de sierras y ciudad. Al tratar la ciudad, en la predilección por las “casas” y “pórticos” de la colonial arquitectura, se afirma el reconocimiento a una sociedad patricia acompañada por listas de “figuras ilustres” que coinciden con las autodenominadas familias de la “aristocracia” cordobesa, en una ciudad prácticamente no contaminada por otros contingentes sociales.



**Figura 2:** Capdevila (1949) Portada, *Córdoba Azul*

En un periodo bastante tardío, el afamado poeta Arturo Capdevila en una obra literaria denominada “Córdoba Azul”, la Figura 2-reeditada en tres oportunidades

<sup>7</sup> En oficialismo como oposición no existe discusión de relevancia referida al sector industrial en dicho Plan, las mismas se concentran exclusivamente en proyectos de urbanización y/o ensanches que tocaban intereses individuales y en parte especulativos.

entre 1940 y 1949- selecciona para su portada la imagen de la "casa" de quien fuera Gobernador intendente de la Córdoba del Tucumán y luego Virrey del Río de la Plata Rafael de Sobremonte y define a Córdoba con la imagen tantas veces repetida de "ciudad de las campanas" en referencia directa a su espíritu tradicional y clerical. Tanto en las imágenes literarias y pictóricas del paisaje urbano se encuentra una ausencia completa del motivo industrial.

¿Cómo interpretar este anacronismo cuando la industria de fines del siglo XIX - trabajada en el apartado anterior- y el proyecto de la Fábrica Militar de Aviones de 1927 se encuentran completamente materializados en la morfología del paisaje urbano? La respuesta debemos buscarla en las disquisiciones sobre la "identidad nacional", aparentemente imposibles de escindir hasta entrada la década de 1940 de la idea de paisaje. Son los movimientos nacionalistas del contexto del centenario - 1910 y 1916- los que consolidan la visión idealizada de Córdoba como expresión del interior profundo y auténtico, apelando a una geografía que en su particularidad podía aportar a la identidad y ser nacional frente a fuerzas "cosmopolitas" y "desintegradoras".

El motivo de la industria no solo no armonizaba con el paisaje pintoresco que servía al imaginario del interior profundo y auténtico señalado para Córdoba, sino que traía consigo otro riesgo. Si en el período anterior, se celebraba las "multitudes trabajadoras" migrantes, en este período de crisis económica y política, diversos sectores inmigrantes y obreros serían identificados con aquellas "fuerzas desintegradoras". Así, aparentemente, siquiera los discursos del industrialismo impulsados por el gobierno de Sabattini y posteriormente por el peronismo hubieran podido torcer de manera definitiva la imagen de "la Sevilla Americana" (Boixados, 2010: 40), de "docta ciudad" y del pintoresco y parroquial paisaje cordobés.

### **Contrapuntos en el paisaje de la ciudad desarrollista**

Podemos sugerir que es avanzada la década de 1950, con las olas desarrollistas, cuando la industria se coloca como motivo central para presentar el paisaje de la ciudad de Córdoba. Si anteriormente la dimensión industrial era ambigua, para el año 1963 Alfredo Terzaga en su *Geografía de Córdoba* afirma sin ninguna vacilación que "la formación de una conciencia industrial ha sido estimulada en Córdoba por

las empresas, los sindicatos obreros y el Estado provincial” (1963: 248) a través de diversas acciones, Figura 3.



**Figura 3.** Tractor Someca (Fiat-Concord) producido en la Planta de Ferreira exhibido en Celebración de la Semana de Córdoba organizada Municipalidad de Córdoba (1959). AHMC Inventario 741 Frente

La profundización del proceso de sustitución de importaciones implicó importantes transformaciones para la ciudad de Córdoba. La Fábrica Militar de Aviones y la posterior localización -1952- de las Industrias Aeronáuticas y Mecánicas del Estado (IAME) (luego DINFIA) “sentarán las bases del *knowhow* para atraer en los años posteriores la localización de la industria automotriz, autopartista y el desarrollo posterior de la industria metalmecánica” (Buffalo, 2013: 107). A la expansión propia de las adyacencias de los barrios tradicionales se agregó hacia el sur y sureste de la ciudad un cinturón de urbanizaciones que se desarrolló en el anillo exterior “generando un proceso de intensa subdivisión de la tierra suburbana” (Cecchetto, 1988: 39). El consecuente crecimiento del empleo industrial incentivó una marcada presencia de flujos migratorios y el crecimiento de la ciudad<sup>8</sup>. Ante el escenario

<sup>8</sup> Cecchetto señala que la producción manufacturera quintuplicó su valor entre 1954 y 1962, aumentando el consumo de energía industrial un 320% construyéndose más de 500.000 m<sup>2</sup> para el funcionamiento

anterior, Cecchetto no duda en afirmar que la radicación de las multinacionales Fiat y las Industrias Kaiser Argentina (Ika, luego Ika-Renault), y el desarrollo del sector autopartista asociado, implicaron “la base material de transformación de la estructura social y urbana de la ciudad” (1988).

### “El nuevo rostro de Córdoba”

A las acciones del Estado con sus leyes y promociones de los ‘50<sup>9</sup> y las posteriores políticas desarrollistas de Frondizi (1958-1962), se acoplaron las acciones de las empresas multinacionales, las cuales abonaron por medio de diversas estrategias a un determinado modelo e imagen de ciudad industrial.

Para 1965, la multinacional Ika, conmemorando los diez años de su instalación en Córdoba en una publicación formato libro, titula una de sus notas “**El nuevo rostro de Córdoba**” y argumenta que existía “una correlación ostensible” entre el crecimiento edilicio “y el nuevo pulso de la ciudad, con la instalación de la industria automotriz en Córdoba” (Ika 1965: 22).

En esta “correlación ostensible”, el “nuevo rostro de Córdoba” y la idea de paisaje industrial que suponía, fue quedando completamente ligada al “imaginario de modernización y progreso” de las multinacionales (Rocca 2017), a tal punto que se hacía presente cierto optimismo social – más relevante aún si se considera la proscripción de la principal fuerza política de masas- respecto a la posibilidad de alcanzar el progreso y la modernización de la mano de dichas industrias. Parte de este encuentro entre las multinacionales y la ciudad, tenía que ver con las estrategias desarrolladas por las propias firmas en campos que trascendían lo industrial y económico para situarse en las disputas del campo cultural.

---

del sector. El aumento del empleo industrial transformó a la ciudad en polo de atracción de un flujo considerable de mano de obra, determinando que la población aumentara en un 52% entre 1947 y 1960. El sector automotriz y metalmecánico desplazó a un segundo plano al tradicional sector industrial de alimentos y bebidas (Cecchetto 1988).

<sup>9</sup> Acompañaban a este proceso la Ley de Radicación de Capitales Extranjeros (1953) del gobierno peronista, y la de Inversiones Extranjeras (1958) y de Promoción Industrial (1959) durante el gobierno de Frondizi.

Aquí fue paradigmático la modalidad desplegada por la nombrada automotriz norteamericana y su profesional División de Relaciones Públicas. La actividad estrictamente fabril era acompañada con la organización de cuidadosas publicaciones dirigidas a un público amplio como la revista *Gacetika*, el patrocinio de importantes exposiciones artísticas<sup>10</sup> y eventos diversos: deportivos, festejos, donaciones, visitas a las plantas, etc. Analizando estas estrategias, Tedesco (2013) remarca el papel de la automotriz estadounidense en la construcción de una nueva imagen de ciudad. Rocca (2017) observa específicamente el rol de esta multinacional en relación a las disputas en el campo del arte y las transformaciones políticas y sociales de la época, mientras que Malecki encuentra su vinculación con la presencia de nuevos imaginarios urbanos (2015).

Un aspecto relevante es que más allá de las contradicciones materiales, la multinacional tuvo éxito, al construir una idea de paisaje en Córdoba en la que la industria no implicaba una ruptura dramática, sino que podía integrarse y dinamizar a “una ciudad conocida por su arraigada historia y tradición” (Tedesco, 2013: 190), y cimentar un futuro deseable desde esa relación, Figura 4.

En un contexto caracterizado por la Guerra Fría y las tensiones propias del orden bipolar, la empresa no solo construyó una idea singular de paisaje industrial para la ciudad de Córdoba, sino que a otras escalas resultó “un eslabón eficiente de la política exterior norteamericana” en la mantención de la hegemonía de EEUU en las relaciones internacionales (Rocca, 2017:344). Proceso que fue acelerado y principalmente contradictorio, contradicciones que según los actores el propio velo del moderno paisaje urbano de Córdoba ocluía, o bien, como veremos, explicitaba y potenciaba.

---

<sup>10</sup> Entre estas se destacaron los cuatro Salones de Arte (entre 1958 y 1961) y las tres Bienales (entre 1962 y 1966) patrocinadas por la automotriz norteamericana y cuya particularidad residía en que convocaba exclusivamente artistas latinoamericanos (Rocca, 2017).



**Figura 4.** *Gacetika* 1965 Año VIII N° 76 pp. 24,25. (Nota del autor. Observar que la edificación corresponde a la imagen en Figura 2 pero invirtiendo la toma a media altura por el vuelo de pájaro) En Tedesco (2013) se selecciona esta imagen, pero en un análisis algo diferente.

### **Córdoba para la “patria socialista”**

En 1973, en un recordado acto en Córdoba, nació el Movimiento Sindical de Base, entre cuyos impulsores se encontraba el PRT (Partido Revolucionario de los Trabajadores). El orador principal y líder del Cordobazo Agustín Tosco -quien formó parte del FAS (Frente Antiimperialista por el Socialismo) pero no del PRT-, en medio de consignas clasistas y revolucionarias de miles de personas, interpelaba aquellas imágenes de las multinacionales, manifestando que “vamos a hacer de Córdoba el corazón de la patria socialista”<sup>11</sup>. El paisaje de la ciudad se convertía en la expresión del poder imperialista y dialécticamente en su negación.

<sup>11</sup> Sobre el acto y las organizaciones presentes ver *El combatiente* Año VI. N° 82 Julio de 1973 pp 9-11. Según este las palabras de Tosco fueron “por la liberación nacional y social de Argentina y América latina y por la sociedad socialista”.

El contraste con la discursividad que vimos en el apartado previo lleva a preguntarse en cómo descifraban y qué paisajes construían de la industria y de la ciudad estos actores sociales. Para ensayar una respuesta a ese interrogante analizo la interpretación que realizara un partido político de base marxista-leninista PRT, que fue ganando presencia en el sindicalismo clasista del período, y que en 1970 formó el ERP (Ejército Revolucionario del Pueblo) como brazo armado del partido.

Atendiendo al papel que los movimientos políticos autodenominados de “vanguardia” otorgaban a la “propaganda” –igual lo hacían las multinacionales-, resulta de interés analizar las imaginarias geográficas y paisajes que interpretaban – y producían- desde sus órganos de difusión<sup>12</sup> en una definición contrahegemónica – antiimperialista, clasista, antidictatorial-.

Por motivos históricos y teórico-políticos no debe suponerse que paisaje e imaginarios geográficos responden a categorías de los propios actores o “nativas”. De hecho, mi interpretación es que, desde su “socialismo científico”, se revelan y objetivan las tensiones y límites del paisaje en tanto concepto –o al menos de ciertas ideas de paisaje-. Por un lado, ese paisaje de la industria y de la ciudad construido por las multinacionales, no podía ser visto por este movimiento sino dialécticamente, como la base material (Mitchell D., 2008) y el “sueño del imperio” (Mitchell W.J.T, 2002). Poder material y tangible de las corporaciones multinacionales modelando el paisaje industrial, urbano y del trabajo que estaría adquiriendo formas más dramáticas y contradictorias que en los países centrales. Por otro lado, y creemos que por sus consecuencias esto es aún más relevante, como había observado perspicazmente Cosgrove (1998), aquello que se colocaba en tanto paisaje, desde el lente del materialismo histórico, manifestaba la obliteración de la historia y del trabajo. Por lo tanto, no había camino a través de este objeto estetizado y completamente antagónico al trabajo y la praxis, para convertirlo en mediación práctica de una praxis política-revolucionaria.

---

<sup>12</sup> El Combatiente N°76, marzo 1973. En Córdoba funcionaría desde el año 1973 una de las dos imprentas clandestinas en las que se tiraban los periódicos y que durante un breve período se comercializó de manera legal. Aquí se imprimían además folletines sindicales, documentos internos, comunicados, volantes, entre otros. Gran parte de estos se pueden encontrar en <https://eltopoblindado.com/grupaciones/opm-marxistas/partido-revolucionario-de-los-trabajadores-prt>.

Al momento de interpretar las configuraciones sociales y espaciales en Argentina y Córdoba, este movimiento no es casual que parecía aproximarse a la noción de *paisajes derivados* de Milton Santos (Santos, en Zusman 2013). Expresión evidente de la forma particular en que la Argentina se insertaba al mundo desarrollado con su rasgo "periférico", respondiendo a intereses distantes cuya expresión eran las firmas multinacionales, Figura 5.

En su análisis del contexto nacional urbano y rural, hasta mediados de la década del '60, era el Norte, particularmente el monte o selva tucumana, donde el centro de las actividades del partido además de sindical, debía estar orientado a la acción insurreccional. Se indicaba que, mientras "para las masas empobrecidas del Norte la guerra revolucionaria es un problema inmediato, una necesidad...", en otras regiones y espacios, sean estos urbanos o rurales, no estaban dadas aun las condiciones materiales para la acción insurreccional.

Al respecto, la marcha de los acontecimientos se acentuó desde 1966. El año 1969, especialmente con el Cordobazo, significó un cambio en el balance realizado y, una redefinición por parte del PRT de los procesos que se estaban dando en lo político, social y específicamente, en las interpretaciones de los espacios urbanos<sup>13</sup>. Esta experiencia señalaba, por un lado, que el esfuerzo debía orientarse en encauzar las manifestaciones urbano populares -las cuales se consideraba aún con cierto grado de espontaneidad- hacia una insurgencia sostenida contra el sistema y la lucha por el poder. Al mismo tiempo, implicaba el desarrollo de una concepción de guerra de guerrillas que debía

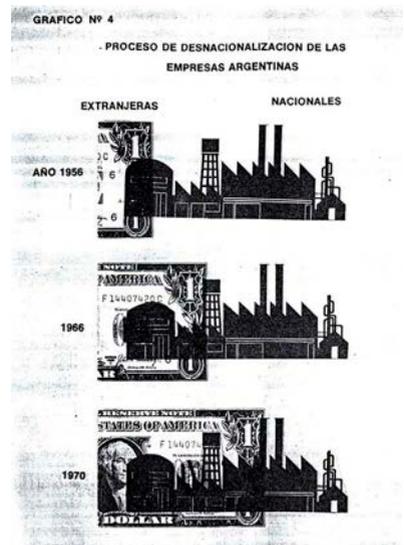


Figura. 5 Estrella Roja Nº 24 septiembre 1973

<sup>13</sup> Entre éstas, las distintas sublevaciones obreras estudiantiles como el cordobazo, los rosariazos, el tucumanazo, el mendozazo, el cipollettazo.

adaptarse a un contexto socio territorial diferente al de los principales referentes de la guerrilla -Mao, Guevara, Giap- dadas las características de un país con predominio obrero-urbano industrial. En este sentido, en 1970 se indicaba,

“si tenemos en cuenta que el sector de vanguardia de la clase está constituido por el proletariado industrial, que éste se concentra en Tucumán, Córdoba, Rosario y Buenos Aires, que su vanguardia es permeable a posiciones revolucionarias... éstas son las regiones donde fundamentalmente se desarrollará la lucha armada tanto en su forma rural como urbana. Esta situación de conjunto tiene un desarrollo particular en cada región. Dentro de este marco, el proletariado azucarero mantiene su puesto de vanguardia, pero con menos diferenciaciones con el resto que en años anteriores. ...

En las otras tres regiones, la lucha armada será urbana y suburbana, y tanto las acciones militares como las fuerzas armadas del partido desarrollarán niveles tácticos, operativos y estratégicos...” (PRT Resoluciones del V Congreso Julio 1970)<sup>14</sup>

Comparando la diferenciación espacial entre inicios de 1960 y el del año 70, se puede observar que el balance cambió considerablemente. La población de la ciudad de Córdoba había presenciado un marcado crecimiento pasando de 386.828 (1947) a 589.153 (1960) y 801.071 (1970). La instalación de las industrias automotrices multinacionales convertía a la ciudad en un centro industrial de relevancia y de “marcadas contradicciones”. A su vez, en Córdoba, como en otras ciudades del interior del país, donde la presencia del aparato sindical tradicional –tildado de burocrático - tenía menos peso que en Buenos Aires, las manifestaciones y reclamos se expresaban con mayor virulencia y en conjunción con el activismo estudiantil.

---

<sup>14</sup>Para mayor profundidad ver PRT Resoluciones del V Congreso Julio 1970 pp 33-42.

De esta manera, aparecía en los espacios urbanos un nuevo poder "el movimiento de masas". Este factor de poder se manifestaba en espacios materiales y simbólicos y con prácticas diferentes a las instituidas. De la mano de estas acciones urbanas, se señalaba que se inauguraba "un periodo de luchas populares que se caracterizarían crecientemente por un mayor nivel de conciencia política e ideológica sobre el régimen en su conjunto, y sobre los métodos y medios técnico-militares necesarios para enfrentarlo con éxito. ...", haciendo falta para esto la organización armada a través de un ejército revolucionario, Figura 6.

Desde ese momento se discutirá no solo sobre guerrilla rural, sino que se hace presente un nuevo término en el movimiento *-guerrilla urbana-* para dar cuenta de una nueva práctica y un nuevo momento del equilibrio de fuerzas, debatiéndose fuertemente sobre el "problema de la relación campo ciudad" (PRT, Resoluciones del V Congreso, Julio 1970). Hacia 1971, las jornadas del Viborazo, nuevamente en Córdoba, indicaban al partido que "la existencia objetiva de la clase obrera urbana" del cinturón industrial, estaba siendo acompañada de "un grado mayor de conciencia", y por lo tanto se pasaba de una fase de "pasividad relativa de las masas al enfrentamiento abierto y combativo con el régimen"<sup>15</sup>, Figura 7. De aquí, por tanto, se incrementó la participación en distintos ámbitos fabriles, sindicales, barriales, estudiantiles y se multiplicaron las acciones.



Figura 6. Boletín 17 de abril. Boletín del PRT para los obreros de Fiat. N° 1 1971. (Sin fecha. Por su contenido puede corresponder a mayo de dicho año)

<sup>15</sup>Estrella Roja N° 3 1971



### Desde Córdoba. Balance del movimiento clasista

*“El avance en la lucha de clases en nuestro país agudiza las contradicciones, radicaliza las posiciones y lo que es más importante, pone al descubierto las ideas e influencias no proletarias; es en este marco que debemos ver, para comprenderlo, el proceso del movimiento clasista en Córdoba...”*

***El combatiente 1971 N°65 pp.14-16***

**Figura 7.** El combatiente 1971. N°65 (recorte realizado por el autor del presente artículo)

De esta manera, se establecieron dos áreas estratégicas diferenciadas, donde la ciudad de Córdoba encontraba cierta centralidad, por el activismo fabril y estudiantil y por cuestiones de logística. Se configuraba un Norte obrero y campesino (Tucumán-Salta-Jujuy), donde se pretendía con el tiempo conformar un ejército regular, y un Centro y Sur obrero y popular (Córdoba, Rosario y Buenos Aires), donde se combinaban de manera no sencilla trabajo de base y sindical con guerrillas urbanas.

En pocas palabras, si bien encontramos una coincidencia entre Estado, empresas y diversos actores sociales –incluso aquellos que apelaban a la acción insurreccional– que sostenían un imaginario de ciudad industrial para Córdoba, no existía una interpretación única sobre el contenido de dicho paisaje y sobre la forma que debía adquirir hacia adelante.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo implicó una primera aproximación a las ausencias y presencias de la industria como motivo del paisaje para la ciudad de Córdoba. Se establecieron tres coyunturas claves en las que identificamos contrastes en las formas en que la relación industria y ciudad es presentada en el paisaje en Córdoba. El imaginario urbano que coloca a la industria como motivo del paisaje tiene antecedentes, pero se expresa sin ambigüedad en la década de 1950, según lo muestran los trabajos citados oportunamente. Este proceso se encuentra más analizado en relación con los imaginarios del progreso y modernización de las empresas multinacionales y del Estado.

Falta un mayor análisis de las prácticas de diversos actores que han contribuido a la construcción de la imagen de una Córdoba industrial, entre estas, diversas entidades empresarias, el sector de las pequeñas y medianas industrias, sindicatos y otras instituciones y organizaciones políticas. Estos a veces acompañaron y otras contradijeron las imágenes y sentidos de la ciudad que se pretendía enmarcar desde el Estado y el dinámico sector de la industria multinacional.

En términos de paisaje, las multinacionales fueron exitosas al colocar el motivo de "la vieja ciudad de provincia" en el imaginario de modernización y de ciudad industrial; sin embargo, parafraseando a Marx podemos señalar que el movimiento clasista no podía sacar de aquellos motivos del paisaje ni el ropaje ni las consignas para su praxis. En este sentido, no porque la imagen bucólica y tradicional del paisaje de Córdoba, había sido tensionada por las vanguardias estéticas, o acomodadas a la narrativa de las imágenes de modernización y progreso de las multinacionales -a través de *Gacetika* por ejemplo-; sino porque la tarea de disputar los sentidos desde dónde se construían las ideas de paisaje era un camino demasiado largo, estrecho, contradictorio y con más riesgo de caer en esteticismo e intelectualismo, que de permitir una mediación práctica que aproxime a la lucha política revolucionaria. Esto no impedía una imaginación geográfica emancipatoria, aunque no lo llamaran de esta manera.

Para cerrar las reflexiones, más allá de las tensiones presentadas, parece muy probable la hipótesis de que la huella trazada por el Estado y el sector dinámico industrial de la década de 1960 es la que permite aun hoy, con sus desplazamientos,

el imaginario de una Córdoba industrial –en especial con la industria automotriz y autopartes- con suficiente potencia como para afectar las subjetividades, incluso ante el declive relativo de este sector frente a otros sectores de la economía cordobesa. Para estudiar esto, en el marco de la investigación, se están desarrollando entrevistas con actores vinculados con la actividad industrial en especial de foros productivos vinculados al sector de las pequeñas y medianas industrias en Córdoba, y analizando información documental de diverso tipo.

## Agradecimientos

Se agradece a Ana Sofía Maizón y a M. Cristina Boixados por su gentileza y por el material de archivo de Ika. A Gabriela Cecchetto por su lectura y sugerencias referidos la industria automotriz en Córdoba. Al Archivo Histórico Municipal de Córdoba por su predisposición en este contexto de pandemia. Y a los evaluadores anónimos que con su lectura y comentarios colaboraron en precisar este escrito. Las debilidades presentes siguen siendo responsabilidad del autor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ansaldi, W. (2000). *Una industrialización fallida: Córdoba 1880-1914*, Córdoba: Ferreyra.
- Astegiano, N. (2018). Circuitos espaciales de la producción de maquinaria agrícola en la Provincia de Córdoba. *V Jornadas Nacionales de Investigación en Geografía Argentina*. 16 y 19 de mayo 2018. CIG. UNICEN. Tandil.
- Boixados, C. (2010). Las imágenes publicadas en los Álbumes del Centenario, *Estudios Ibero- Americanos*, 36, (1), 28-47, enero/junio, 2010
- Buffalo, L. (2013). Reestructuración productiva y configuración territorial: Pequeña industria metalmeccánica en la Ciudad de Córdoba 2002-2012 [en línea]. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación., *Memoria Académica*.
- Búffalo L., Berti N., Tomadoni, C. (2009). Lógicas de configuración industrial: una propuesta teórico-metodológica de análisis. El caso del sector metalmeccánico en Córdoba, Argentina, *Congreso XII encuentros de Geógrafos de América Latina*. Montevideo Uruguay del 3 al 7 de abril.
- Buffalo, L.; Carmona, Y.; Garcia, M. (2015). Reestructuración productiva en la Ciudad de Córdoba: *transporte, logística y territorio*.

- Cecchetto, G. (1988). *Evolución de los asentamientos industriales IKA Y FIAT. Su inserción en el espacio urbano cordobés. Un estudio comparado (1955-1968)*. Informe inédito presentado al CONICOR. Córdoba, Argentina.
- Cosgrove, D. (1998). *Social Formation and Symbolic Landscape*. 2ª edition. Wisconsin: Univ. Press.
- Cosgrove, D. (2008). *Geography and Vision*, Londres: I.B. Tauris.
- Canclini, N. (2007). ¿Qué son los imaginarios urbanos y cómo actúan en la ciudad? Entrevista con A. Lindón. *EURE*, 33, (99), 89-99
- De Santis, D. (comp.) (2004). *A vencer o morir. Historia del PRT-ERP. Documentos*, Buenos Aires: Nuestra América.
- Driver F. (2013). Research in historical geography and in the history and philosophy of geography in the UK, 2001-2011: an overview, *Journal of Historical Geography* (42), 203-211
- Gorelik, A. (2010). *La grilla y el parque. Espacio público y cultura urbana en Buenos Aires, 1887-1936*, Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Harvey, D. (1990). *La condición de posmodernidad. Investigación sobre los orígenes del cambio cultura*, Buenos Aires: Amorrortu.
- Malecki, S. (2015). De la Córdoba de las campanas a la Córdoba de las avenidas. Transformaciones urbanas y nuevos imaginarios urbanos en Córdoba, 1947-1975, *Caiana* (6), 1º semestre 2015. Buenos Aires.
- Margueliche, J. C. (2015). Memoria, identidad y representaciones sociales en el paisaje (pos) industrial. Tesis de Maestría en Paisaje Medio Ambiente y Ciudad. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. UNLP
- Mitchell, D. (2008). New Axioms for Reading the Landscape: Paying Attention to Political Economy and Social Justice, En: Wescoat y Johnston, (eds). *Places of Power: Economic and Political Driving Forces of Landscape Change*. Springer Publishers
- Mitchell, W.J.T. (2002). *Landscape and power*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Moyano, J. (2012). Política y sociedad en Córdoba. En: Cecchetto y Zusman (comp.) *La institucionalización de la geografía en Córdoba. Contextos, instituciones, sujetos, prácticas y discursos (1878-1984)*, Córdoba: Editorial FFyH. UNC.
- Navarro Floria, P. (comp.) (2007). *Paisajes del progreso. La resignificación de la Patagonia Norte 1880-1916*, Neuquén: Educo.
- Pianetto, O. (2017). Sindicatos y política en Córdoba (1930-1943). En: Tcach C. (comp.) *Córdoba bicentenario. Claves de su historia contemporánea.*, Córdoba: Editorial Universidad Nacional de Córdoba.
- Rocca, M. C. (2017). *Arte, modernización y guerra fría. Las bienales de Córdoba en los sesenta*, Córdoba: Editorial de la UNC.

Silvestri, G. (2011.) *El lugar común. Una historia de las figuras del paisaje en el Río de la Plata*, Buenos Aires: Edhasa.

Silvestri, G. (2012). *El color del río. Historia cultural del paisaje del Riachuelo*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.

Tedesco, G. (2013). Fabricando autos y distinción... Imágenes de industria y ciudad en la Córdoba de los años '50 y '60. En Boixados (comp.) Maizón (colab.) *Imágenes de ciudad. Representaciones y visibilidades de la vida urbana entre 1870 y 1970*, Córdoba: Ferreyra.

Williams, R. (2001). *El campo y la ciudad*, Buenos Aires: Paidós.

Zusman, P. (2008). Perspectivas críticas del paisaje en la cultura contemporánea, En: J. Nogué (ed.) *El paisaje en la cultura contemporánea*, Madrid: Biblioteca Nueva.

Zusman, P. (2013). La geografía histórica, la imaginación y los imaginarios geográficos, *Norte Grande*, (54), 51-66.

Wylie, J. (2007). *Landscape*, Routledge, Oxford.

#### **Otras Fuentes consultadas**

AHMC Archivo Histórico de la Municipalidad de Córdoba.

Capdevila, A. (1949). *Córdoba Azul*, Buenos Aires: Espasa Calpe.

Ceballos, A. (1897). *Tierra Adentro. Sierras de Córdoba. Excursiones por los departamentos Anejos Norte, Punilla, Cruz del Eje y Minas*. 1ª edición, Buenos Aires: Cooperativa

Escobar Uribe, A. y Ellauri Obligado, G (1927). *Álbum de la Provincia de Córdoba*. Córdoba: La Elzeviriana.

Gacetika, *Revista Kaiser Argentina*. Varios Números.

Ika (1965). *Ika. Diez Años. 1955-1965*, Buenos Aires: Publicación de Industrias Kaiser Argentina.

Prt-Erp Documentos y publicaciones varias. En: <https://eltopoblindado.com/agrupaciones/opm-marxistas/partido-revolucionario-de-los-trabajadores-prt>.

Río, M. y Achaval, L. (1905). *Geografía de la Provincia de Córdoba.*, Buenos Aires: Compañía Sudamericana de Billetes de Banco.

Terzaga A. (1963). *Geografía de Córdoba. Reseña física y humana*. Córdoba: Assandri Ediciones.

## EL AUTOR

**Santiago Llorens** es Profesor en Geografía por el Instituto Antonio Sobral de la Provincia de Córdoba, Licenciado en Geografía por la Universidad Nacional de Catamarca. Ha realizado una Especialización en Epistemologías del Sur por el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, y en trayecto de Tesis en la Maestría en Antropología de la Universidad Nacional de Córdoba. Actualmente es Profesor Adjunto concursado de la cátedra Epistemología de la Geografía y Profesor Adjunto en la cátedra de Geografía Humana de la licenciatura en Geografía, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba. Sus principales líneas de investigación se inscriben en la línea de Historia de la Geografía y la Geografía Histórica con especial interés en la producción y política del paisaje en contextos periféricos. Es director del proyecto de investigación "La construcción de la Geografía en Córdoba. Prácticas y discursos sobre el territorio provincial, 1890 – 2001" del Centro de investigaciones en Filosofía y Humanidades. Universidad Nacional de Córdoba y miembro del GIITT- Grupo de Investigación en Industria, territorio y trabajo-. Laboratorio de Estudios Territoriales. Facultad de Filosofía y Humanidades. Universidad Nacional de Córdoba.

 [sllorens@unc.edu.ar](mailto:sllorens@unc.edu.ar)



# La teoría de los sistemas complejos como aporte alternativo para comprender el proceso de formación de la isla de calor en la ciudad de Presidente Prudente (San Pablo, Brasil)

The theory of complex systems as an alternative contribution to understanding the process of formation of the heat island in the city of Prudent President (Sao Paulo, Brazil)

**María Cecilia Domizio**

Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO)  
Argentina

✉ [ceciliadomizio@ffyl.uncu.edu.ar](mailto:ceciliadomizio@ffyl.uncu.edu.ar)

## RESUMEN

En la ciudad de Presidente Prudente, situada en el oeste del estado de San Pablo (Brasil), se han realizado en las últimas décadas estudios pioneros para constatar la existencia de la isla de calor en una urbe de tamaño poblacional medio, lo que tradicionalmente se investigaba en aglomerados urbanos. Estos trabajos, que abordan la isla de calor urbana como un hecho mensurable, pueden complementarse con un aporte alternativo para profundizar en su conocimiento. Por eso, el presente trabajo observa este fenómeno climático desde la Teoría de los Sistemas Complejos, que permite analizar su constitución desde sus principales componentes y sus relaciones espacio-temporales, lo cual permite conocer la formación y funcionamiento de la isla de calor prudentina como sistema. Esta visión corrobora la presencia del fenómeno, pero en su evolución surgen desfasajes en algunos aspectos, que lleva a formular interrogantes y recurrir a los estudios realizados para abrir nuevos caminos de investigación.

**PALABRAS CLAVE:** isla de calor urbana, teoría de los sistemas complejos, ciudades intermedias, evolución de fenómeno urbano

**ABSTRACT**

In the city of Presidente Prudente, located in the western state of São Paulo (Brazil), pioneering studies have been carried out in recent decades to verify the existence of the heat island in a city of medium population size, what was traditionally researched in urban agglomerates. These works, which consider urban heat island as a measurable fact, can be complemented with an alternative contribution to deepen their knowledge. Therefore, the present work observes this climatic phenomenon from the Theory of Complex Systems, which allows analyzing its constitution from the main components and its spatial-temporal relations, which allows to know the formation and operation of the prudentine heat island as a system. This vision corroborates the presence of the phenomenon, but in this evolution, there are gaps in some aspects, which leads to the formulation of questions and the use of studies carried out to open new ways of research.

**KEYWORDS:** urban heat island, theory of complex systems, intermediate cities, evolution of urban phenomenon.

**INTRODUCCIÓN**

Presidente Prudente es una ciudad de porte medio, que hacia el año 2010 tenía una población de 203.375 habitantes. Aunque su tamaño poblacional no es muy significativo, la urbe prudentina sufrió a mediados de siglo XX una importante expansión de su trama, que llevó a la transformación radical de su sitio. De este modo, la sustitución de la vegetación primitiva por construcciones, la impermeabilización del suelo y el desarrollo de actividades humanas, sobre todo la industria, el transporte intraurbano y el consumo energético edilicio, han causado un aumento de las temperaturas en la ciudad.

Este conjunto de hechos llevó a la formación de la isla de calor en Presidente Prudente, lo cual fue constatado a través de numerosas investigaciones (Amorim, M., 2000; Menotti et al., 2004; Amorim, M., Sant'Anna Neto, J. & Dubreuil, V., 2008; Cardoso, R., 2015). Se trata de estudios innovadores y relativamente recientes, ya que este fenómeno climático urbano hasta el momento solo se había investigado en grandes ciudades de Brasil. En general, en estos trabajos científicos predomina una visión analítica y el uso de técnicas cuantitativas para comprobar la existencia concreta del objeto estudiado.

Este abordaje es válido y necesario, especialmente por el carácter tangible del fenómeno urbano. Asimismo, es posible complementar este enfoque con otro alternativo para profundizar y enriquecer las investigaciones. Entre ellos, se encuentra el aporte de la Teoría de los Sistemas Complejos, cuya diferencia con los estudios tradicionales radica en analizar un fenómeno estableciendo múltiples relaciones entre aspectos en distintos niveles espaciales y temporales. Este análisis permite lograr una visión más amplia y una explicación más completa de la realidad en cuestión.

Por eso, el presente trabajo aborda desde el enfoque sistémico complejo la formación de la isla de calor en la ciudad de Presidente Prudente, considerando la influencia de aspectos significativos, como el crecimiento demográfico, la expansión de la malla urbana, el retroceso del medio natural y la presencia de arbolado urbano. A partir de este conocimiento será posible ampliar la comprensión de este fenómeno urbano, visualizar escenarios futuros y formular preguntas reveladoras para abrir nuevas líneas de investigación.

### **Marco teórico-metodológico para el estudio de la isla de calor urbana como fenómeno complejo**

El análisis de la isla de calor urbana desde el enfoque sistémico complejo requiere partir del concepto de sistema: una totalidad que emerge de las interacciones establecidas entre sus componentes, de modo que supera la suma de sus elementos (Codes, I., Robledo, S., 1997). Además, el sistema es un ente dinámico, que supone un continuo intercambio de materia y energía con el entorno, lo cual le permite a este evolucionar, es decir, pasar de un estado a otro.

Así, la isla de calor urbana puede considerarse como un sistema que surge de las relaciones entre elementos diferentes, que se extraen de su definición conceptual: bolsón de aire caliente formado en los ambientes urbanos, que genera una diferencia de temperatura con el entorno rural cercano, debido a la modificación antrópica del medio natural (Amorim, M., 2017). También incluye las diferencias térmicas intraurbanas, originadas de los distintos usos y coberturas del suelo, de la vegetación, del relieve, de la geometría y densidad de las edificaciones, de los

materiales constructivos y del flujo de calor generado por las actividades humanas (Amorim, M., 2010, Cardoso, R., 2015).

Entre estos componentes, la población, la trama urbana, la construcción edilicia, la arboleda de calle, el medio rural inmediato y la temperatura de la ciudad resultan importantes para la construcción del sistema isla de calor urbana de Presidente Prudente (en adelante sistema ICUPP). Pero la conformación de este sistema excluye la práctica habitual de unir todas las variables y entrelazarlas (García, R., 2006). Por eso, es necesario profundizar en el enfoque sistémico tradicional con las contribuciones teórico-metodológicas de la Teoría de los Sistemas Complejos.

Esta teoría avanza un poco más al considerar las múltiples facetas y dimensiones del sistema, así como la interdependencia de todos sus componentes, lo cual da el carácter de complejo al sistema. Así, se analizan simultáneamente varios tipos de relaciones: entre elementos del sistema, entre el sistema y su entorno y entre distintas escalas espaciales y temporales por las que transcurre el sistema (Domizio, M. C., 2018). Pese a que esta concepción puede aparentar un estudio intrincado, más bien implica una acotada serie de pasos a fin de simplificar y comprender el complejo empírico analizado.

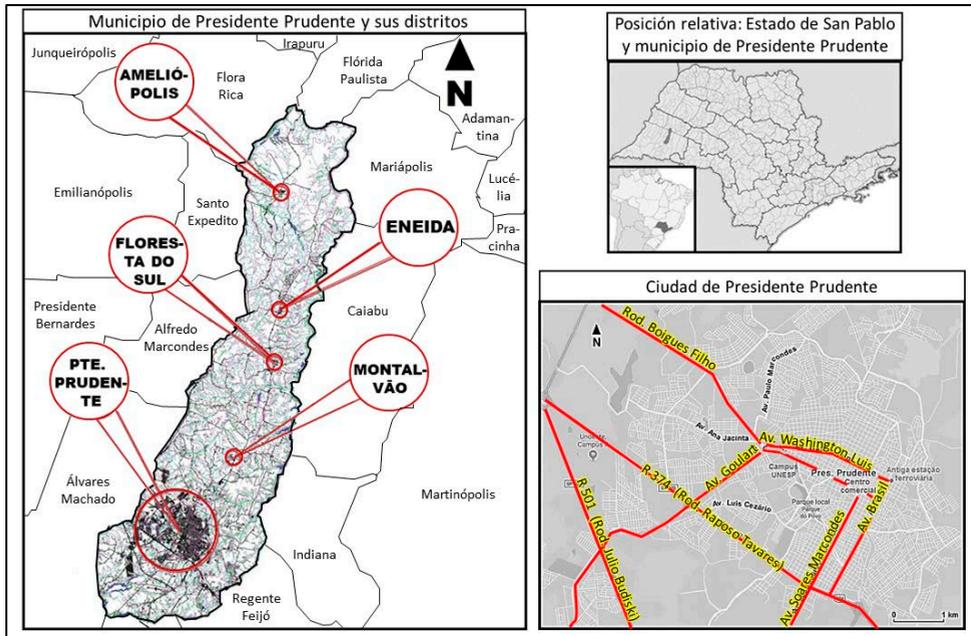
El primer paso consiste en separar el sistema elegido del resto de la realidad mediante la definición de sus aspectos constitutivos y sus relaciones, lo cual en el caso del sistema ICUPP ya fue mencionado. El segundo paso comprende elegir las escalas espacio- temporales en las que ocurre el sistema para conocer los procesos más importantes que llevaron a su estado actual. En este estudio, los elementos del sistema ICUPP suceden en un nivel espacial, la ciudad de Presidente Prudente, y en diferentes niveles temporales, que corresponden a los períodos históricos de la urbe desde 1917 a 2016.

El tercer y último paso supone deducir del análisis de los procesos la estructura del sistema, es decir, el entramado permanente de relaciones entre los elementos de la totalidad, ya que esa estructura se va formando a medida que ocurren las interacciones en el tiempo. Esta instancia es la parte más importante del presente estudio, porque incluye la descripción histórica de la realidad observada, el análisis de los procesos concernientes al sistema ICUPP y la construcción de su estructura. Una vez alcanzado el sistema, es posible observar el grado de participación de cada

parte e identificar aquellas que necesiten estudios especializados a fin de profundizar en la problemática.

### Sitio de Presidente Prudente

Presidente Prudente es un municipio brasileño del interior del Estado de San Pablo, que dista 558 km de la capital estadual homónima y ocupa una superficie de 562,97 km<sup>2</sup>. El municipio está formado por cinco distritos: Ameliópolis, Eneida, Floresta do Sul, Montalvão y distrito sede, donde se encuentra la ciudad de Presidente Prudente, que constituye el principal centro urbano del municipio y de la región oeste de San Pablo, Figura 1.



**Figura 1.** Municipio de Presidente Prudente, sus distritos y la ciudad homónima

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Secretaría Municipal de Planeamiento, Desarrollo Urbano y Habitación, Prefeitura de Presidente Prudente (2005), Wikipedia y Google Maps (2017).

Desde el punto de vista geomorfológico, el territorio prudentino corresponde a la unidad morfoestructural llamada Planalto Occidental Paulista, que comprende formas de relieve surgidas de procesos erosivos, como colinas mayores de cumbres tabulares y colinas menores de cumbres convexas (Nunes, J., Freire, R., Peres, I., 2006). El área urbana está ocupada en gran parte por estas colinas, las cuales tienen entre 300 y 500 m de altura y una pendiente que varía entre 2 y 20%. Entre sus vertientes existen cursos de agua, que pertenecen a la cuenca del río Paraná y en la ciudad se hallan canalizados.

En el centro-oeste paulista domina un clima tropical continental subhúmedo con rasgos de transición, producto de la entrada de diferentes masas de aire. Así, se observa un período cálido y lluvioso (de octubre a marzo), donde suceden los sistemas atmosféricos tropicales (masa tropical Atlántica, masa tropical Continental y masa Ecuatorial Continental) y se caracteriza por una temperatura media mensual de 24°C y la ocurrencia del 70% del total anual de precipitaciones (1300 mm). En el período ameno y seco (de abril a septiembre) acontecen los sistemas extratropicales (masa polar Atlántica) y comprende una temperatura media de 20°C y el 30% de las lluvias (Amorim et al., 2010).

Por último, el bioma de la región pertenece a la Mata Atlántica, que está formada por una vegetación aluvial y submontana, propia de la influencia de un clima estacional, que determina la caída parcial del follaje (Veloso, H., Rangel Filho, A., Lima, J., 1991). En la actualidad, esta floresta primitiva solo ocupa el 12,98% del territorio prudentino y se halla distribuida en áreas reducidas, dispersas y sin conexión entre sí, lo cual aumenta la fragilidad de estos ecosistemas naturales frente a acciones humanas como incendios, sobrepastoreo, etc.

### **Evolución de la ciudad de Presidente Prudente en sus aspectos socioambientales**

La descripción histórica de Presidente Prudente en sus principales aspectos sociales y ambientales constituye el primer paso del análisis sistémico complejo para comprender y explicar la formación de la isla de calor urbana. A continuación, se considera cada etapa del desarrollo urbano prudentino, desde la fundación de la ciudad en 1917 hasta 2016, año anterior a la realización del presente estudio.

## **1917-1959: Fundación de la ciudad y sus primeros desarrollos**

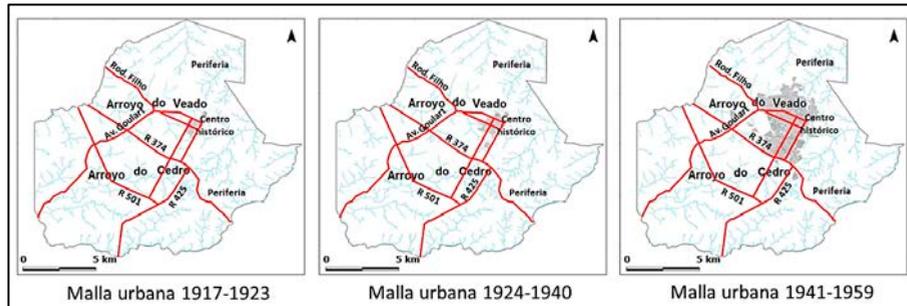
El origen de Presidente Prudente se vincula al avance de las áreas de plantación de café hacia el llamado "sertão" (interior) del estado de San Pablo, en un movimiento de colonización de este a oeste, incrementado por la necesidad de ocupar nuevas tierras, la presencia de mano de obra inmigrante y la suba de los precios del café en el mercado internacional. A este proceso ayudó fuertemente el tendido de las líneas del ferrocarril Sorocabana al permitir la circulación de personas y mercaderías (Whitacker, A., 2017).

Según Abreu (1972, citado por Whitacker, 2017), Prudente surgió de dos núcleos urbanos cuya función era sustentar la colonización agrícola (abastecimiento de instrumental de trabajo, alimentos, etc.), pero se fueron diferenciando en el tiempo. Así, la villa Goulart, fundada en 1917 hacia el oeste del ferrocarril, fue asumiendo las características propias del centro de la ciudad, debido a que la topografía suave de su sitio facilitaba el desarrollo urbano. Por su parte, la villa Marcondes, fundada en 1919 hacia el este de la línea férrea, pasó a ser lugar de soporte para la ocupación de tierras rurales, ya que el dominio de colinas con fuerte pendiente (de 10 a más de 20%) dificultaba la urbanización, Figura 2.

Esta diferencia entre centro y periferia no solo fue funcional, sino que también se tornó social, ya que las acciones municipales de promoción urbana se dirigieron inicialmente al primer sector. El crecimiento de la ciudad fue escaso hasta 1940, cuando la trama urbana, orientada por la ferrovía, comenzó a extenderse en sentido norte-sur hasta ocupar los fondos de valle, donde existían arroyos, como do Bacarim, do Veado, etc. A mitad de 1950 aumentaron los loteos implantados en forma discontinua, lo que llevó a conformar grandes vacíos urbanos, al tiempo que se acentuaba la diferenciación socio-espacial.

Por otro lado, entre 1945 y 1962 el área de vegetación primitiva experimentó un retroceso importante, al pasar del 96% al 60% de la superficie total del municipio. Esto se debió a la expansión de las zonas de pastaje para el ganado bovino, el cual sustituyó a los cultivos de algodón y café y adquirió un papel fundamental en la economía prudentina (Leite, 1981, citado por Amorim et al., 2010). Además, según el Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística, a principios de 1960 el municipio

presentaba una población de 72.782 habitantes, la mayor parte de la cual habitaba en el campo.



**Figura 2.** Expansión de la malla urbana de Presidente Prudente desde 1917 hasta 1959.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Whitacker, A. (2017).

### 1960-1999: Fuerte expansión urbana

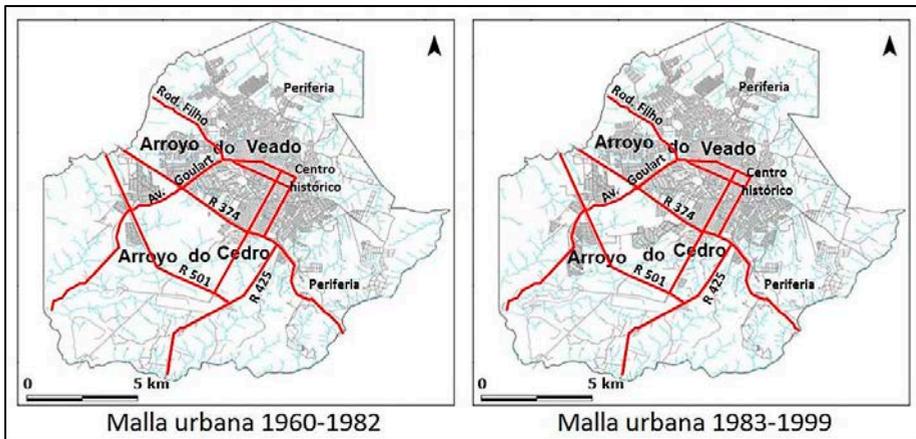
A partir de 1960 la ciudad de Prudente sufrió un significativo aumento poblacional, debido a la migración rural-urbana, por la que arribaron numerosos trabajadores de campo que quedaron desocupados por la práctica de la ganadería extensiva, y la migración urbana-urbana, por la cual llegaron habitantes de otras regiones paulistas. Así, la población urbana del municipio pasó de 92.601 a 129.624 habitantes entre 1970 y 1980, lo que representa un aumento del 40% en este período y afectó especialmente a la capital municipal, llevando a una importante expansión territorial (Pedro, L., 2014).

En este contexto, los fondos de valle y las abruptas colinas de los sectores este y norte fueron ocupados por la población recién llegada de bajo poder adquisitivo, Figura 3. Entre 1970 y 1980 continuó esta situación de segregación socio-espacial, porque el gobierno, mientras construía barrios populares en ambientes deteriorados (arroyos contaminados, zonas de inundación, etc.) del oeste, seguía otorgando los beneficios de la urbanización al sector ya consolidado (villa Goulart) y algunas partes de la periferia. En estos últimos espacios se desarrolló la actividad comercial e industrial (Sposito, 1983, citado por Pedro, 2014). Al mismo tiempo, debido al avance

agrario, el área natural llegó al 5% de la superficie total del municipio (Caccia Gouveia, J., Paes, J., 2017).

La transformación del medio natural circundante, producto de la expansión urbana y rural, fue conllevando un cambio en las temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Presidente Prudente. Según la estación meteorológica de la Universidad Estadual Paulista, entre 1970 y 1980 la media de las temperaturas máximas pasó de 28,79°C a 28,92°C y la media de las temperaturas mínimas pasó de 17,56°C a 18,41°C.

En el estudio de Fante (2014) se mide con mayor precisión este cambio de temperaturas ocurrido en la urbe prudentina entre 1960 y 2011 a través del método de regresión lineal. Así, en el período 1961-1969 las temperaturas máximas aumentaron 0,08°C, al pasar de 28,88°C a 28,96°C, mientras las temperaturas mínimas se incrementaron en 0,52°C, al pasar de 16,48°C a 17°C. En el período siguiente, 1969-1979, las temperaturas máximas aumentaron 0,12°C, al pasar de 28,96°C a 29,08°C, y las temperaturas mínimas ascendieron a 0,62°C, al pasar de 17°C a 17,62°C.



**Figura 3.** Expansión de la malla urbana de Presidente Prudente desde 1960 hasta 1999  
Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Whitacker, A. (2017).

En la década de 1990 al crecimiento urbano se agregó la construcción vertical, ubicada especialmente en el sector céntrico. Además, continuó la extensión de las

periferias mediante la creación de espacios de segregación y autosegregación. Los primeros han comprendido áreas de baja renta, con alto riesgo natural (infiltraciones de agua e inundaciones), distantes y de difícil acceso a servicios públicos y equipamientos. Los segundos han constituido espacios residenciales cerrados de alta renta, un poco alejados del centro urbano, pero conectados a través de carreteras (Whitacker, A., 2017).

Por su parte, la población urbana solo creció un 24% entre 1980 y 1990, tendencia decreciente que se mantuvo en el próximo período, 1990-2000, cuando dicho aumento poblacional fue solo de 16%. Mientras, continuaron los cambios de temperatura en la ciudad:

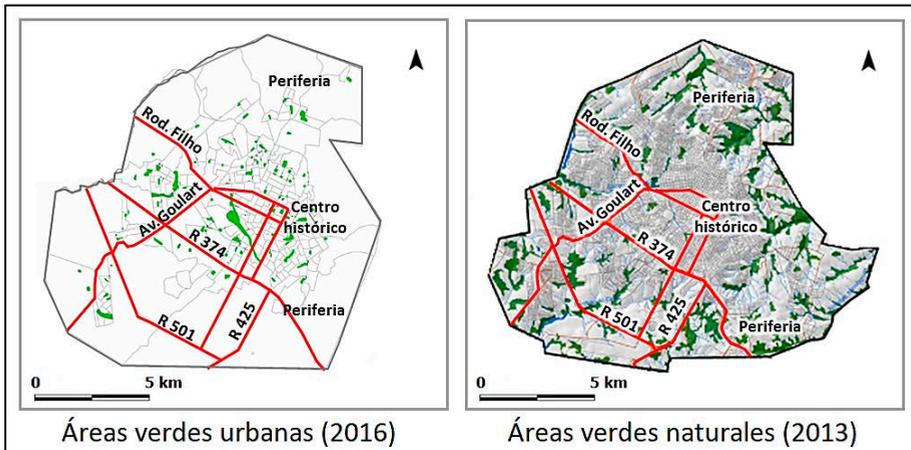
- entre 1980 y 1990 la media de las temperaturas máximas pasó de 28,92°C a 29,13°C y la media de las temperaturas mínimas pasó de 18,41°C a 18,74°C. Según Fante (2014), entre 1979 y 1989 las temperaturas máximas aumentaron 0,12°C, al pasar de 29,08°C a 29,2°C, y las mínimas ascendieron 0,63°C, al pasar de 17,62°C a 18,25°C.
- entre 1990 y 2000 la media de las temperaturas máximas pasó de 29,13°C a 29,61°C y la media de las temperaturas mínimas pasó de 18,74°C a 19,1°C. Según Fante (2014), entre 1989 y 1999 las temperaturas máximas aumentaron 0,08°C, al pasar de 29,2°C a 29,28°C, y las mínimas ascendieron 0,7°C, al pasar de 18,25°C a 18,95°C.

## **2000-2016: Crecimiento urbano desacelerado, pero complejo**

Después del año 2000 se desarrollaron varios loteos, sobre todo en intersticios urbanos (ej. fondos de valle) para construir aglomerados habitacionales destinados a población de baja condición socio-económica, lo cual contribuyó a la expansión de la trama urbana prudentina, pero sin la gravitación de décadas anteriores, Figura 5. A la par de este reducido crecimiento espacial, la ciudad ha desarrollado recientemente una complejidad poco tangible. Se trata de la ubicación de locales comerciales y de servicios (ej. shoppings, vías especializadas en ciertos rubros, etc.) en áreas periféricas, que han generado nuevas centralidades, atrayendo flujos de distinto tipo (Pereira, S., 2006).

En cuanto a la población urbana, esta continuó con la tendencia decreciente del período anterior, al registrar un aumento de solo 10% entre 2000 y 2010. Con respecto a los registros térmicos de la ciudad, se destaca, como único dato obtenido, que entre 2000 y 2010 las temperaturas máximas aumentaron 0,12°C, al pasar de 29,28°C a 29,4°C, y las mínimas ascendieron 0,65°C, al pasar de 18,95°C a 19,6°C.

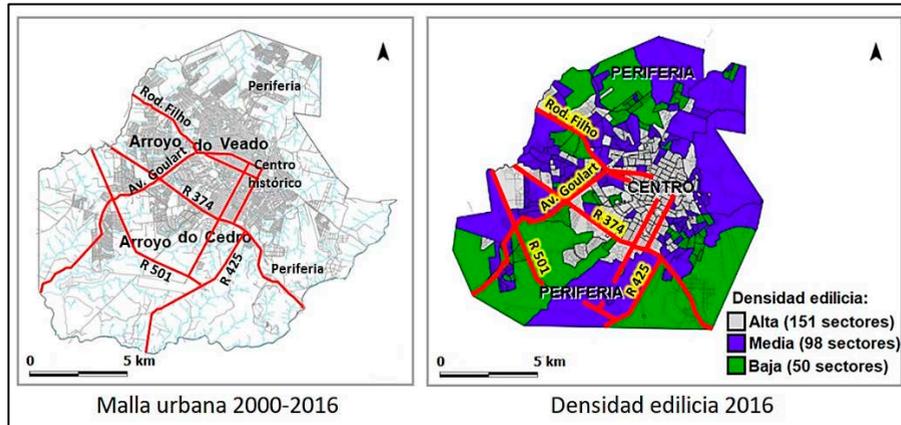
Por otro lado, la arborización urbana contaba en 1995 con 147 espacios verdes, que comprendían una superficie de 1,86 km<sup>2</sup> (Gomes, M., Amorim, M., 2002), mientras en 2016 existían 116 áreas verdes, alcanzando una extensión de 1,76 km<sup>2</sup> (Souza, M., 2016). A nivel espacial, las zonas sur y oeste de Prudente han contado con mayor porcentaje de superficie verde y el dominio de árboles, en cambio las zonas norte y este han dispuesto de menor área vegetada, formada por hierbas o arboleda dispersa, Figura 4. A nivel social, los barrios que históricamente fueron valorizados por el sector público y privado han contado con una trama verde mejor desarrollada que los loteos de baja renta.



**Figura 4.** Distribución de áreas verdes urbanas y naturales en Presidente Prudente  
Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Souza, M. (2016) y Caccia Gouveia, J., Paes, J. (2017).

Finalmente, en la actualidad la densidad edilicia en el centro urbano y el área consolidada –construida hasta 1960- es alta, incluyendo muchas construcciones verticales, mientras la densidad demográfica es media o baja. Esto último indica el

dominio en estos espacios de la función comercial y de servicios, que lleva a que su principal concurrencia sea en la semana (Cardoso, R., 2015). A la inversa, la periferia y urbanizaciones hechas después de 1960 tienen baja concentración de edificios y alta densidad poblacional, Figura 5. Allí domina la función residencial, que supone una gran afluencia durante el fin de semana.



**Figura 5.** Expansión de la malla urbana entre 2000 y 2016 en Presidente Prudente y su densidad edilicia en 2016.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Whitacker, A. (2017) y Melazo, E., Cardoso, J., Magaldi, S. (2017).

### Construcción del sistema isla de calor de Presidente Prudente

Una vez conocida la evolución de la ciudad de Presidente Prudente en sus aspectos socio-ambientales –principales factores explicativos de la isla de calor urbana-, es posible extraer los procesos más importantes que llevan a la conformación del sistema ICUPP. Para ello, la siguiente tabla muestra el desarrollo de cada elemento del sistema en cada período histórico de la urbe prudentina. Las interrelaciones entre estos componentes permiten construir la estructura del sistema ICUPP desde su estado inicial hasta el actual y, de allí, observar la incidencia de cada parte en el funcionamiento del todo.

Elementos del sistema ICUPP	Períodos del desarrollo histórico de Presidente Prudente				
	1917-1940	1941-1959	1960-1979	1980-1999	2000-2016
<b>Malla urbana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escaso crecimiento</li> <li>Creación de dos núcleos urbanos entorno al ferrocarril Sorocabana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moderado crecimiento</li> <li>Extensión urbana alrededor de los núcleos iniciales, ocupando colinas bajas y formando intersticios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gran crecimiento</li> <li>Consolidación del centro urbano y alrededores y extensión urbana al norte, este y oeste, ocupando fondos de valle e intersticios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escaso crecimiento</li> <li>Extensión urbana, ocupando intersticios, hacia el norte y oeste (clase baja) y hacia el sur y oeste (clase alta)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escaso crecimiento</li> <li>Creación de nuevas centralidades en periferia mediante la instalación de locales comerciales y de servicios</li> </ul>
<b>Población urbana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escasa</li> <li>Mayor parte de la población del municipio habita en zona rural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escasa</li> <li>Mayor parte de la población del municipio habita en zona rural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gran aumento: 40% entre 1970 y 1980</li> <li>Mayor parte de la población del municipio habita en ciudad capital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento decreciente: 24% entre 1980 y 1990 y 16% entre 1990 y 2000</li> <li>Mayor parte de la población del municipio habita en ciudad capital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento decreciente: 10% entre 2000 y 2010</li> <li>Mayor parte de la población del municipio habita en ciudad capital</li> </ul>
<b>Entorno rural</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dominio de la vegetación natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gran deforestación para el desarrollo agrario (entre 1945 y 1962, el área de vegetación natural pasó de 96% a 60% del área municipal)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gran deforestación para el desarrollo agrario (el área de vegetación natural pasó a 5% del área municipal)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escasa deforestación por consolidación de la actividad agraria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escasa deforestación por consolidación de la actividad agraria</li> <li>Áreas pequeñas con vegetación natural arbustiva y arbórea</li> </ul>
<b>Trama verde urbana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sin registro de presencia de áreas verdes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El desarrollo de áreas verdes es supuesto con el desarrollo urbano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El desarrollo de áreas verdes es supuesto con el desarrollo urbano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El desarrollo de áreas verdes es supuesto con el desarrollo urbano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escaso descenso: entre 1996 y 2016 la superficie verde pasó de 1,86 km<sup>2</sup> a 1,76 km<sup>2</sup>. Aun así, es baja para el conjunto urbano</li> <li>Sectores sur y oeste con mayor superficie verde y presencia de árboles que sectores norte y este</li> </ul>

**Tabla 1.** Desarrollo de los elementos y estructura del sistema ICUPP en cada período histórico de la ciudad de Presidente Prudente

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior permitió establecer relaciones entre los elementos del sistema ICUPP dentro de un mismo período y en todos los períodos de la historia de la urbe a fin de deducir la evolución del sistema y la influencia que han tenido dichos componentes en el origen y funcionamiento del mismo. En el próximo análisis se consideró, entre dichos componentes, a la trama, la población y las temperaturas de la ciudad, así como el entorno rural inmediato a fin de explicar mejor las diferencias térmicas entre lo urbano y lo rural. Dado que las áreas verdes y la densidad edilicia y demográfica dan cuenta de las diferencias térmicas intraurbanas, las mismas se contemplarán en otro apartado.

Así, en el período 1917-1940 había un escaso desarrollo del espacio urbano, de su población y del área rural cercana, donde aún predominaba la flora primitiva, por lo que, pese a la falta de registros de temperatura de la ciudad, se concluye la existencia poco definida de la isla de calor urbana. En 1941-1959 comenzó cierta expansión de la trama urbana y del número de habitantes, mientras se produjo un importante retroceso del área natural inmediata a favor del desarrollo agrario, lo cual pudo restar frescor al ambiente urbano, llevando a la formación inicial de la isla de calor.

En 1960-1979 el crecimiento urbano y demográfico alcanzó su máxima expresión, al tiempo que continuó el gran avance de la actividad agraria sobre el área de vegetación natural. Todo esto coincidió con el significativo aumento de las temperaturas máximas y mínimas de la ciudad prudentina, lo que lleva a inferir que en este momento se dio la irrupción de la isla de calor como fenómeno claramente definido.

En los últimos períodos, 1980-1999 y 2000-2016, luego de aquel incremento superlativo, la trama y población urbanas han experimentado un reducido aumento y la expansión rural se ha estabilizado, porque no existen amplias superficies naturales por transformar. Pero estos procesos ya no concuerdan con el comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas de Presidente Prudente, que han continuado en importante ascenso. Por tanto, en los tiempos recientes la isla de calor prudentina continúa existiendo e incluso va adquiriendo una mayor intensidad.

Ahora bien, la presencia de la malla urbana, la población urbana y el entorno rural próximo determina al sistema ICUPP, pero el escaso crecimiento o estabilidad de

estos elementos en la actualidad no logran explicar el aumento constante de las temperaturas de la ciudad. Entonces, surgen los interrogantes: ¿a qué se debe dicho aumento de las temperaturas?, ¿qué otro elemento del sistema (que no fue considerado) puede estar actuando? Para encontrar posibles respuestas, en el próximo apartado se retoman los estudios de isla de calor urbana de Presidente Prudente.

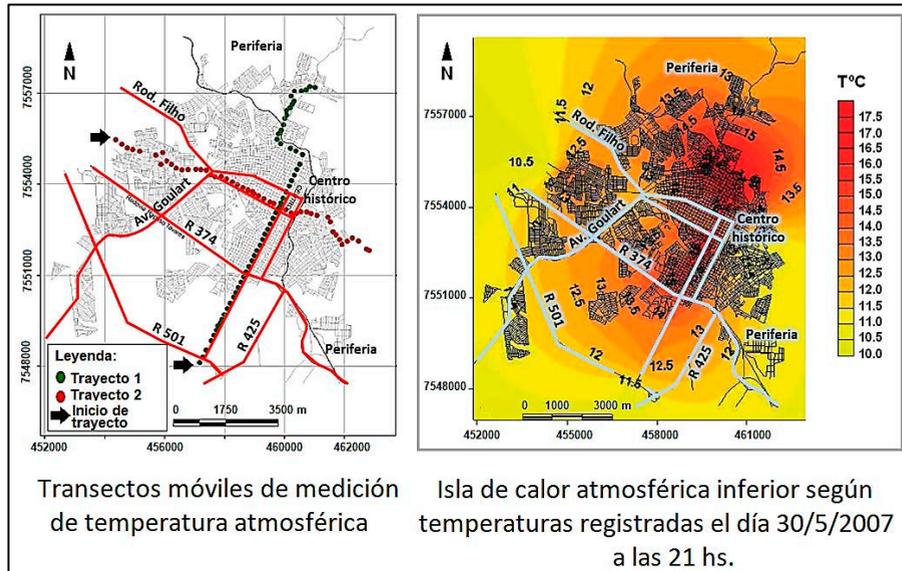
### **Estudios de la isla de calor urbana de presidente prudente como fenómeno mensurable**

Las investigaciones sobre la isla de calor en Presidente Prudente abordan esta realidad como un fenómeno climático posible de constatar a través de la medición y el análisis cuantitativo. En efecto, según Oke (1978, citado por Amorim, 2010), el rasgo más importante de la isla de calor es su intensidad, entendida como la diferencia entre el máximo de temperatura urbana y el mínimo de temperatura rural. Además, es posible distinguir tres tipos de islas de calor: **superficial**, que se desarrolla en las distintas superficies urbanas; **atmosférica inferior**, que se halla entre el nivel del suelo y el de los techos edilicios; y **atmosférica superior**, que ocurre por encima del nivel de los techos.

Para diagnosticar la isla de calor atmosférica inferior, Figura 6, los estudios registraron las temperaturas del aire en la ciudad prudentina y el entorno rural próximo durante el período nocturno (21 hs.), cuando no hay cambios térmicos drásticos. Además, eligieron días con baja velocidad de viento, lo cual dificulta la dispersión del calor urbano, y sin precipitaciones, porque estas disminuyen las temperaturas y generan islas de frescor. Estas mediciones se realizaron a lo largo de dos transectos móviles, que recorrieron la urbe en sentido SO-NE y NO-SE, tomando puntos itinerantes de temperatura del aire.

A nivel espacial, el núcleo de la isla de calor urbana corresponde al centro comercial densamente edificado y poco arborizado. Se prolonga hacia el norte y oeste, donde las mayores diferencias de temperatura ocurren en barrios pudientes con alta densidad edilicia y baja cantidad de cubierta vegetal y barrios populares de reducida construcción, pero compacta y ausencia de vegetación. Las temperaturas más bajas suceden en los fondos de valle, áreas con arboledas profusas y barrios cerrados

situados al sur, que tienen alto patrón constructivo, pero comprenden terrenos amplios y con arbolado.



**Figura 6.** Transectos móviles para medir la temperatura atmosférica en Presidente Prudente e isla de calor atmosférica resultante en 2007

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Amorim et al. (2010) y Amorim, M. (2010).

Durante el período 2002-2014 se diagnosticaron islas de calor de fuerte magnitud, las que presentan diferencias de temperatura entre la ciudad y el entorno rural de entre 4°C y 6°C, y muy fuerte magnitud, cuando esas diferencias superan los 6°C. Pero estos valores de intensidad de la isla de calor prudentina deben contextualizarse según las condiciones sinópticas actuantes. De allí que en la siguiente tabla se diferencie la intensidad de este fenómeno según las dos estaciones del año: amena y seca y cálida y lluviosa.

Estación del año	Fecha y hora de medición de la intensidad de la isla de calor					
	2002 julio, 20 hs.	2003 julio, 20 hs.	2007 mayo, 21 hs.	2008 octubre, 15 hs.	2013 diciembre, 21 hs.	2014 junio, 21 hs.
Ameno y seco (abril-septiembre)	6,68°C	8,67°C	7,5°C			8,58°C
Cálido y lluvioso (octubre-marzo)				2,8°C	4,78°C	

**Tabla 2.** Intensidad de la isla de calor de Presidente Prudente desde 2002 hasta 2014

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Amorim, M. (2005), Viana et al. (2007), Amorim et al. (2010), Amorim, M. (2010) y Cardoso, R. (2015).

Por otro lado, la isla de calor superficial se diagnostica mediante imágenes satelitales. Al respecto, los satélites Landsat 5, 7 y 8, con los sensores del infrarrojo térmico, permiten medir las temperaturas de la superficie, ofreciendo un diseño de temperatura local que posibilita comprender la distribución de las fuentes de calor dentro del área urbana y del rural próximo (Amorim, M., Sant’Anna Neto, J. & Dubreuil, V., 2008). En Presidente Prudente los estudios sobre isla de calor superficial se realizaron tanto en la estación seca como lluviosa, demostrando la diferente magnitud que aquella adquiere, Figura 7.

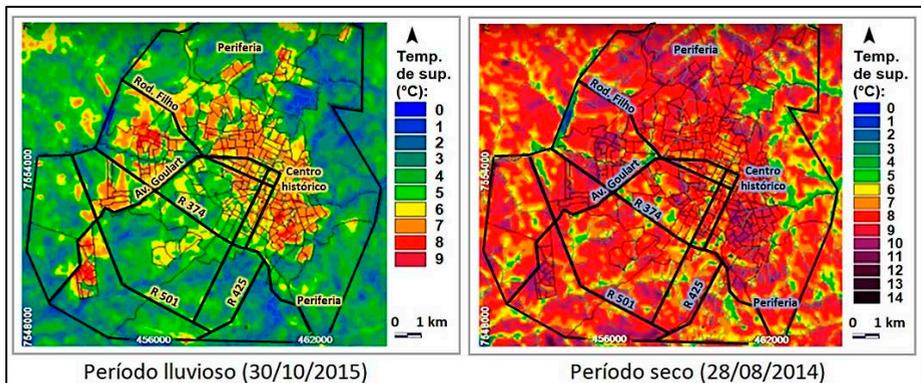


Figura 7. Isla de calor superficial en Presidente Prudente durante las estaciones seca y lluviosa  
Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Amorim, M. (2017).

En efecto, durante el período lluvioso la isla de calor superficial es más evidente, debido al marcado contraste entre la menor temperatura rural causada por la presencia de vegetación vigorosa y la mayor temperatura urbana ocasionada por el dominio de coberturas de fibrocemento. Al interior de la ciudad también se distinguen claramente las áreas con densa cubierta arbórea, como los fondos de valle, y las zonas con alto patrón constructivo (Amorim, M., 2017). Mientras, en el período seco la isla de calor superficial disminuye notoriamente, ya que las temperaturas del campo y la ciudad se igualan como producto de la pérdida del follaje y el aumento de suelo expuesto.

### **Comparación de resultados de la isla de calor como fenómeno complejo y mensurable y surgimiento de nuevos aportes**

A partir de los avances de conocimiento que se lograron con los estudios de la isla de calor de Presidente Prudente tanto desde la visión más desarrollada (como fenómeno mensurable) como desde la propuesta en el presente trabajo (como fenómeno sistémico complejo), se realizó una comparación de los resultados para responder a las preguntas planteadas anteriormente. En esta búsqueda tentativa interesa no tanto el hallazgo de una respuesta acertada, sino más bien el surgimiento de nuevos aportes que puedan ser el punto de partida de investigaciones que profundicen en la isla de calor prudentina

Así, desde el punto de vista espacial, se verifica una fuerte relación entre la isla de calor como fenómeno mensurable y algunos componentes de la isla de calor como sistema complejo, especialmente la densidad edilicia y demográfica y la arborización. De hecho, el área consolidada de Presidente Prudente, correspondiente al centro histórico y sus alrededores, posee un aglomerado de construcciones compactas, varios espacios verdes con importante arboleda (pero reducida superficie) y baja densidad poblacional. Todo ello condice con que este sector sea el núcleo de la isla de calor atmosférica inferior y uno de los sectores de mayor temperatura de la isla de calor superficial.

Por su parte, en la periferia urbana se distinguen dos zonas. La primera está formada por los sectores norte, oeste y este, donde predomina una densidad edilicia media con patrón constructivo compacto, áreas verdes de mediana superficie y con

vegetación esparcida y densidad demográfica media y alta. Esta zona coincide con otro foco de altas temperaturas de la ciudad, salvo los fondos de valle. La segunda zona comprende el sector sur, que tiene barrios de construcciones más espaciadas, espacios verdes de importante tamaño con arbolado profuso y densidad poblacional media y alta, todo lo cual explica que sea el sector con menor temperatura atmosférica y superficial.

Desde el punto de vista temporal, se compararon los resultados de la isla de calor prudentina como fenómeno complejo y como otro mensurable a través de una tabla, que expone el comportamiento de los principales elementos del sistema ICUPP y de la isla de calor atmosférica inferior a lo largo de la historia de la ciudad.

Resultados de dos visiones de la isla de calor		Períodos del desarrollo histórico de Presidente Prudente				
		1917-1940	1941-1959	1960-1979	1980-1999	2000-2016
Sistema ICUPP	Trama urbana	—	↑ -	↑+	↑ -	↑ -
	Población urbana	—	↑ -	↑+	↑ -	↑ -
	Entorno rural	—	↑+	↑+	—	—
	Temperaturas máximas y mínimas de ciudad			↑+ (t° min) ↑+ (t° máx)	↑+ (t° min) ↑+ (t° máx)	↑+ (t° min) ↑+ (t° máx)
Isla de calor atmosférica inferior	Diferencia entre la máxima t° urbana y la mínima t° rural					↑↓↑ (comportamiento variable según las condiciones del tiempo)
REFERENCIAS		↑+ aumento creciente	↑ - aumento decreciente	↓ disminución	— estabilidad	

**Tabla 3.** Evolución de los principales elementos del sistema ICUPP y de la isla de calor atmosférica inferior a través de la historia de Presidente Prudente

Fuente: Elaboración propia.

Al observar la tabla y en respuesta a las preguntas formuladas, se concluye que en las últimas décadas el aumento constante de las temperaturas máximas y mínimas de la urbe no puede explicarse por la trama urbana, la población urbana y el entorno rural próximo, como tampoco por la diferencia térmica entre campo y ciudad, ya que el comportamiento temporal de estos aspectos no coincide con ese ascenso térmico.

Otro factor que puede explicar este fenómeno es la movilidad espacial de la población, ya que implica el empleo de vehículos como fuente generadora de calor. Aunque no se tengan registros estadísticos de esta variable, es probable que su influencia en el aumento de temperaturas de Presidente Prudente sea relativa, porque el tamaño poblacional medio de la ciudad supone un uso del transporte muy inferior al que se realiza en las grandes urbes. De allí, que en este punto del hallazgo, cabe plantearse la posible actuación de cambios ocurridos en el nivel superior de la atmósfera, lo cual es difícil de evaluar por las costosas técnicas de medición que implica su estudio.

Pese a ello, el siguiente raciocinio permitirá hacer un proceso deductivo para aceptar o rechazar aquel supuesto: si se considera que la isla de calor surge de la diferencia entre la temperatura más alta ocurrida en la ciudad y la más baja sucedida en el medio rural cercano, la evolución de esa intensidad en un período de tiempo prolongado puede ser reveladora. Para ello es importante llevar un registro continuo de datos de temperatura tanto en el medio urbano como en el rural, pero no solo del entorno próximo, sino también del alejado de la ciudad, que represente, por un lado, al ambiente rural (dominio de cultivos), y por otro, al natural primitivo (ej. Reserva Natural Mata do Furquim).

En estas condiciones es posible lograr un análisis histórico que arroje dos resultados distintos con su correspondiente deducción. Si la diferencia de temperatura muestra un aumento significativo en el período analizado, entonces es el fenómeno urbano (con sus construcciones, falta de arborización, etc.) que difiere claramente del rural y es un factor decisivo en el aumento de las temperaturas de Presidente Prudente, llevando a la formación de un verdadero clima urbano. Pero si esa intensidad energética tiene poco aumento o permanece igual, entonces ya no es lo urbano distintivo de lo rural y, por ende, un factor extra local está actuando en el ascenso de la temperatura urbana.

## CONCLUSIONES

El abordaje sistémico complejo de la isla de calor urbana en la ciudad de Presidente Prudente demuestra una contribución metodológica innovadora que complementa los estudios analíticos realizados hasta el momento, porque permite observar el conjunto de la problemática y, al mismo tiempo, sus componentes a lo largo de los períodos históricos de la urbe. Esa diversidad y totalidad de una misma realidad, junto con los resultados comparativos, permitieron observar coincidencias a nivel espacial de algunos aspectos constitutivos de la isla de calor tanto como fenómeno mensurable como complejo y encontrar diferencias a nivel temporal de estas dos visiones en el intento de explicar el aumento constante de las temperaturas de la ciudad. Este último punto inconcluso llevó a crear interrogantes y supuestos a fin no tanto de hallar respuestas acertadas, sino más bien abrir nuevos caminos para profundizar en este complejo problema urbano-ambiental.

## BIBLIOGRAFÍA

Amorim, M. (2000). *O clima urbano de Presidente Prudente S/P*. Tesis de Doctorado para optar por el título de Doctora en Geografía, San Pablo: Facultad de Filosofía, Letras e Ciencias Humanas, Universidad de San Pablo.

Amorim, M., Sant'Anna Neto, J. & Dubreuil, V. (2008, agosto). A utilização do canal termal do Landsat 7 e de transectos móveis para o estudo de clima urbano. *VIII Simposio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, Alto Caparaó, Brasil.

Amorim, M. (2010), Climatologia e gestão do espaço urbano. *Mercator*, dezembro, 71-90.

Amorim, M., Teodoro, P., Braidó, L., Montezani, E., Rivero, C., Souza, C., Menezes, B., Aleixo, N. & Araujo, A. (2010), Ensaio metodológico sobre a utilização de transectos móveis no período diurno em Presidente Prudente – SP. *Formação*, (1), 77-95.

Amorim, M. (2017). *Teoria e método para o estudo das ilhas de calor em cidades tropicais de pequeno e médio porte*. Tesis presentada para obtener el título de Libre-Docente en "Climatología Geográfica", Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Estadual Paulista, Presidente Prudente.

Caccia Gouveia, J. & Paes, J. (2017). Cobertura vegetal. *Atlas Ambiental Escolar de Presidente Prudente-SP*, Brasil. Recuperado de <http://portaldoprofessor.fct.unesp.br:9000/topico/meio-fisicobiotico/>

Cardoso, R. (2015). *Classificação de potencias unidades climáticas em Presidente Prudente – SP*. Disertación para optar por el título de Magíster en Geografía, Presidente Prudente: Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Estadual Paulista.

Codes, I. & Robledo, S. (1997). Propuesta para la enseñanza de la problemática medioambiental en la EGB y Polimodal. En Capitanelli, R. (Ed), *Problemas del medio ambiente de la provincia de Mendoza* (pp. 177-190). Mendoza: Ecogeo.

Domizio, M. C. (2018). Una problemática puntual abordada desde un enfoque integral: la relación sociedad-arbolado de calle de la ciudad de Mendoza bajo una mirada sistémica compleja. *VI Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales*, Cuenca, Ecuador.

Fante, K. (2014). *Variabilidade da temperatura em áreas urbanas não metropolitanas do Estado de São Paulo-Brasil no período de 1961 a 2011*. Disertación para optar por el título de Magíster en Geografía, Presidente Prudente: Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Estadual Paulista.

García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.

Gomes, M. & Amorim, M. (2002). As praças públicas de Presidente Prudente/SP: dinâmica sócio-espacial e caracterização da vegetação. *Geografia em atos*, 21-37.

Melazo, E., Cardoso, J. & Magaldi, S. (2017). Indicadores socioespaciais. *Atlas Ambiental Escolar de Presidente Prudente-SP*, Brasil. Recuperado de <http://portaldoprofessor.fct.unesp.br:9000/topico/infra-estrutura/>

Menotti, S., Camargo, C., Amorim, M. & Sant'Anna Neto, J. (2004). Estudio de ilhas de calor em Presidente Prudente/SP a partir de transecto móveis. *Formação*, (2), 35-62.

Nunes, J.; Freire, R. & Peres, I. (2006, setembro). Mapeamento geomorfológico do perímetro urbano de Presidente Prudente-SP, *VI Simposio Nacional de Geomorfologia*, Goiana, Brasil.

Recuperado de <http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/aut/articles/440.pdf>

Pedro, Leda (2014). *Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo: Análise dos impactos e vulnerabilidade nas cidades de Presidente Prudente/SP e Marília/SP*. Tesis de Doctorado para optar por el título de Doctora en Geografía, San Pablo: Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias Humanas, Universidad de San Pablo.

Pereira, S. (2006), Expansão e estruturação interna do espaço urbano de Presidente Prudente-SP, *Formação*, (2), 55-72.

Souza, M. (2016). *Diagnóstico da qualidade ambiental nas áreas verdes públicas em Presidente Prudente (SP)*. Disertación para optar por el título de Magister en Geografía, Presidente Prudente: Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Estadual Paulista.

Veloso, H., Rangel Filho, A. & Lima, J. (1991). *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Río de Janeiro: Departamento de Recursos Naturales y Estudios Ambientales, Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística.

Viana, S., Camargo, C., Amorim, M. & Sant'Anna Neto, J. (2007). Estudio de ilhas de calor em Presidente Prudente/SP a partir de transectos móveis. *Formação*, (13/12), 431-458.

Whitacker, A. (2017). Espaço Urbano, *Atlas Ambiental Escolar de Presidente Prudente-SP*, Brasil. Recuperado de <http://portaldoprofessor.fct.unesp.br:9000/topico/formacao-socio-espacial/>

#### Otras fuentes consultadas

Instituto Brasileiro de Geografía Estadística (IBGE): <https://sidra.ibge.gov.br/>

Estación Meteorológica de Presidente Prudente, Universidad Estadual Paulista

Secretaría Municipal de Planeamiento, Desarrollo Urbano y Habitación, Prefectura de Presidente Prudente

#### LA AUTORA

**María Cecilia Domizio** es Técnica en Cartografía, SIG y Teledetección y Licenciada en Geografía por la Universidad Nacional de Cuyo y desarrolla su tesis doctoral en la misma casa de estudios. Ha sido miembro de proyectos de investigación de esta institución y del Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA), CONICET. Actualmente es Profesora de Trabajos Prácticos de la cátedra Metodología de la Investigación en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo. Su actividad científica se ha desarrollado en torno a problemáticas urbano-ambientales, en general, y al arbolado público y su gestión municipal en la ciudad de Mendoza, en lo específico. Sus publicaciones en revistas y congresos nacionales e internacionales se han inscripto en la línea de aplicación de la Teoría de los Sistemas Complejos como enfoque teórico-metodológico para abordar la compleja realidad territorial, vinculando fenómenos y procesos de origen social y natural, y para entablar diálogos complementarios con el municipio. Ha obtenido una beca de estancia investigativa en la Universidad Estadual Paulista, situada en la ciudad de Presidente Prudente, Brasil, cuya labor da cuenta el presente trabajo.

✉ [ceciliadomizio@ffyl.uncu.edu.ar](mailto:ceciliadomizio@ffyl.uncu.edu.ar)



## **RESEÑAS Y CRÍTICA BIBLIOGRÁFICA**





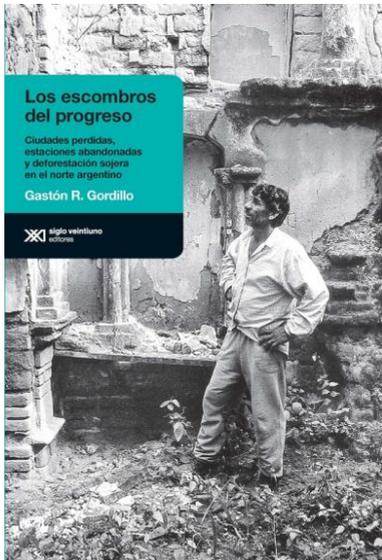
***Los escombros del progreso. Ciudades perdidas, estaciones abandonadas, soja, y deforestación en el norte argentino. Gastón R. Gordillo, 2018, Buenos Aires, Siglo XXI Editores***

**Oswaldo Sironi**

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales (FCPYS), Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO)  
Instituto Argentino de Nivología y Glaciología (IANIGLA),  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Argentina

 [osvaldosironi@gmail.com](mailto:osvaldosironi@gmail.com)



La detallada y nada convencional etnografía realizada por Gordillo se emplaza al pie de los Andes en Salta y en la llanura chaqueña, zonas geográficas de Argentina que han sido históricamente marcadas por sucesivas oleadas de violencias físicas, materiales y simbólicas en la larga duración.

En el transcurrir de las páginas, Gordillo analiza los “escombros” dejados por los proyectos modernistas en los paisajes del Gran Chaco y las formas en que estos vestigios son interpretados y/o apropiados, generaciones más tarde, por los/as pobladores/as que fueron afectados/as por las múltiples ausencias que evocan dichas ruinas respecto a las ilusiones y promesas de prosperidad que acarrea el “progreso”. El autor propone analizar el horizonte espacio-temporal de las ruinas del pasado (colonial y

republicano) y del presente, ya que las mismas se fusionan simbólica y materialmente en el inconsciente colectivo del conjunto social, permitiendo *“la destrucción del espacio”* como elemento nuclear para comprender la producción del espacio (p. 103) y, de este modo, abandonar la concepción moderna de “ruinas”. Para ello, propone percibir a todas las ruinas como “escombros”, ya que los ruinas son escombros que han sido fetichizados con el objetivo de conformar el acervo patrimonial hegemónico de la/s comunidad/es. *Los “escombros”, en resumen, “conllevar una crítica a la ideología de la ruina y ven a las ruinas como la sedimentación de procesos de violencia y declinación antes que como objetos de contemplación”* (p. 25).

Basándose en las *teorías de la negatividad* propuestas por Theodor Adorno (1975) y Walter Benjamin (1989), la tesis central en la que gira la propuesta de Gordillo se desarrolla en las memorias locales entrelazadas alrededor de sedimentos materiales -fortines españoles cubiertos por la vegetación autóctona, paredes de una iglesia jesuita del siglo XVIII, ladrillos de una misión franciscana de mediados del siglo XIX, fosas comunes que visibilizan el alcance de la violencia de la conquista del Chaco, barcos a vapor encallados en el monte, estaciones de trenes abandonadas, bosques y pueblos campesinos destrozados por las topadoras para sembrar soja transgénica...- con el objetivo de examinar la imbricación entre la(s) geografía(s), la(s) historia(s), la(s) subjetividad(es) y el deterioro socioambiental.

La obra se divide en cuatro partes:

a) *Fantasmas de Indios* -Parte I- presenta a los principales protagonistas de la narrativa etnográfica -la población rural y criolla del sudeste de Salta- y su inseparable percepción identitaria con sus ancestros originarios, examinando el surgimiento histórico del Chaco a partir de las sucesivas insurgencias y como evocación de movilizaciones colectivas;

b) *Ciudades perdidas* -Parte II- analiza la supervivencia contemporánea de las ciudades españolas destruidas por aquellas insurgencias indígenas durante el periodo colonial, entendiendo los escombros de Esteco como agentes que desafían la fetichización elitista de las ruinas: *“la industria del patrimonio destruye la multiplicidad texturada de los escombros como parte de lugares del presente para crear el fetiche de la ruina como portadora de carácter pretérito del pasado”* (p. 155);

c) *Residuos de un mundo de ensueños* -Parte III- explora las ruinas del proyecto de “progreso” producido por el Estado argentino en el Chaco durante el siglo XIX y XX (restos de barcos en el lecho seco del río Bermejo, peregrinaciones y procesiones religiosas que anualmente revitalizan los escombros de la antigua capital de Anta y las ruinas de los ferrocarriles abandonados tras su privatización en la década de 1990): ruinas que constituyen *“los escombros de las promesas de prosperidad que según las élites argentinas se derramaría sobre la región, actualizadas hoy por las promesas de los agronegocios que están destruyendo las geografías gauchas”* (p. 45);

d) *Los rastros de la violencia* -Parte IV- analiza cómo los funcionarios estatales y la Iglesia Católica han manipulado y negado los restos materiales (*la más íntimas de todas las ruinas: hueseríos humanos*) y afectivos en pos de relegar al olvido la memoria de la violencia desplegada por el Estado argentino para convertir el Chaco en territorio nacional: *“esta obstinación de los huesos constituye su positividad como objetos brillantes que contrarrestan la opacidad que históricamente se les ha impuesto desde el Estado”* (p. 270).

En definitiva, el trabajo de Gastón Gordillo nos incita a la ampliación metodológica en la Geografía y Antropología Histórica, ya que a través de la aplicación de este método etnográfico puede establecerse un diálogo interdisciplinario entre los paisajes construidos de escombros y memorias locales, permitiéndonos observar aspectos subyacentes de los eventos dinámicos que fueron diseminando historias que configuran una ecología de saberes y temporalidades (Santos, 2010) del Chaco. En otras palabras, los escombros del paisaje son indicios claves que nos invitan a cartografiar la conjugación del pasado y el presente y su resignificación en torno a los principales componentes del eco-etnocidio originado por los modos de producción de cada contexto histórico (Ginsburg, C., 1994, Diez Tetamanti, J.M. y B. Escudero, 2012).

## BIBLIOGRAFÍA

Adorno, Th. (1975). *Dialéctica negativa*. Madrid: Taurus.

Benjamin, W. (1989). Tesis de filosofía de la historia, 175-191, en *Discursos interrumpidos I*. Madrid: Taurus.

Santos, B. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Montevideo: Trilce.

Diez Tetamanti, J. M. y Escudero, B. (comp.). (2012). *Cartografía social. Investigación e intervención desde las ciencias sociales, métodos y experiencias de aplicación*. Universidad de la Patagonia: Comodoro Rivadavia.

Ginsburg, C. (1994). *Mitos, Emblemas e Indicios: Morfología e historia*. Barcelona: Gedisa.

## EL AUTOR:

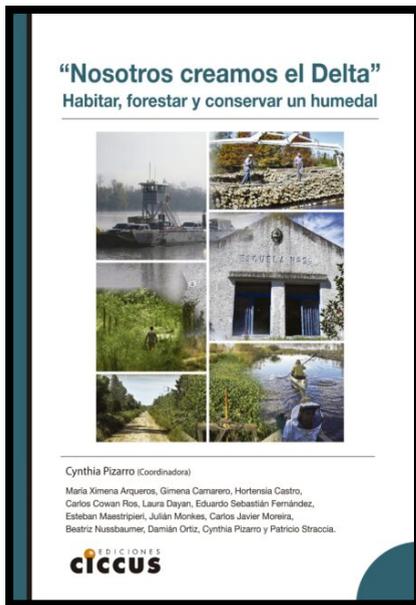
**Oswaldo Horacio Sironi** es Licenciado en Antropología por la Universidad Nacional de Rosario (Argentina) y Doctor en Historia por la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Actualmente es Investigador Asistente en el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IANIGLA-CONICET). Se desempeña como Docente-Investigador en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional de Cuyo (Argentina). Se especializa en Antropología Histórica, específicamente en Historia de la Minería en Cuyo.

 [osvaldosironi@gmail.com](mailto:osvaldosironi@gmail.com)

## ***“Nosotros creamos el Delta”. Habitar, forestar y conservar un humedal. Cynthia Pizarro, (Coord.), 2019, Buenos Aires, Ediciones CICCUS***

**Mariana Arzeno**

Instituto de Geografía de la Universidad de Buenos Aires (UBA)  
Grupo de Estudios Geografías Emergentes  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET)  
Argentina  
✉ [mariana.arzeno@gmail.com](mailto:mariana.arzeno@gmail.com)



En estas líneas quiero compartir algunas reflexiones que surgen de la lectura del libro *“Nosotros creamos el Delta”*. *Habitar, forestar y conservar un humedal*, coordinado por Cynthia Pizarro. Se trata de una compilación de artículos que exponen resultados de un proyecto de investigación de largo alcance desarrollado en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, en el marco de la Cátedra de Extensión y Sociología Rurales.

Entre las distintas formas en que me han interpelado los temas y cuestiones que se presentan a lo largo de sus páginas que iré desarrollando en esta reseña; quisiera comenzar por la frase que

identifica el título de la obra: *“Nosotros creamos el Delta”*, porque en sí misma

condensa varias discusiones que luego van a ser desplegadas en los distintos capítulos que componen el libro. Esa frase nos habla del Delta, en primer lugar, como un espacio socialmente producido. Por otro lado, nos adelanta una discusión que involucra la cuestión de la identidad de aquellos que tuvieron o sienten que tuvieron un rol clave en esa producción. También nos sugiere la existencia de conflictos y resistencias en torno a eso. Todos estos componentes que están en el análisis que se realiza en el libro podemos enmarcarlo dentro de la idea de producción del espacio.

Pensarlo en estos términos me lleva a recuperar una conceptualización clásica y ampliamente discutida entre los geógrafos que es la de Lefebvre (2013). La producción del espacio fue pensada por el filósofo francés como un proceso complejo que tiene distintas instancias que podemos reconocer en el libro: la producción de la materialidad, que es un proceso social pero en el que también intervienen dinámicas naturales; la representación del espacio, vinculada a cómo los actores lo piensan y proyectan, que incide luego en la materialidad producida. Y un tercer elemento que tiene que ver con el espacio vivido que está atravesado por esas otras dimensiones, el espacio de los habitantes, que producen cotidianamente el Delta. Sin adentrarme en un análisis exhaustivo de cada uno de los capítulos que componen el libro, me interesa hacer referencia a algunos ejes que pueden aportar una síntesis representativa de las discusiones que propone.

Una primera cuestión tiene que ver con la dinámica natural y su rol en la producción del espacio del Delta y en la conformación de una identidad isleña. Ya en el primer capítulo ***Transformaciones productivas e institucionales en el Delta Inferior del río Paraná. Del ocaso de la fruticultura a la Zona Núcleo Forestal***, Carlos Moreira realiza un análisis histórico productivo e institucional del área de estudio y en ese recorrido nos habla de los pulsos naturales que fueron marcando la producción del espacio en el período analizado, vinculados con la dinámica del agua, las crecidas, las inundaciones. De hecho, parte de la periodización que construye, recupera estos eventos que marcaron a lo largo del tiempo la producción y la dinámica demográfica del Delta, dejando planteado un escenario que luego se va abriendo y profundizando en distintos aspectos y desde distintas perspectivas teóricas en los capítulos sucesivos. La cuestión de la dinámica natural reaparece más adelante en el libro en el capítulo ***Vivir (después de) la inundación de “la isla”. Las experiencias de “su”***

***paisaje de los habitantes de la Zona Núcleo Forestal***, donde Cynthia Pizarro y Damián Ortiz analizan cómo se construye una identidad a partir de ella. Queda claro que el ser isleño es parte de la identidad de esta población que además nutre en gran medida ese "nosotros creamos el Delta": alude al esfuerzo y al trabajo acumulado que resulta de lidiar con esa dinámica natural, tratar de regularla, de dominarla. Obviamente eso no es algo que hayan hecho los pobladores por sí solos, acá también intervinieron políticas estatales, pero ha habido, al menos desde su percepción, un esfuerzo de trabajo en convertir el Delta en una zona habitable y productiva. Y la convivencia en esta dinámica tan particular, como se expresa en uno de los capítulos, "se hace cuerpo" en los isleños, lo cual da cuenta de cómo intervino e interviene también en la producción del espacio.

Claramente, otra dimensión que cobra relevancia es la política, no solo asociada a lo estatal sino también, como veremos más adelante, a las resistencias, cuestiones que están muy bien expresadas y trabajadas en varias partes del libro.

El capítulo ***Idearios históricos y referenciales de política para el desarrollo de la forestación en el Delta Inferior del Paraná*** de Beatriz Nussbaumer y Sebastián Fernández, por ejemplo, focaliza en la política de promoción forestal. El enfoque teórico-metodológico del que parten los autores (que recupera la noción de referencial de las políticas, es decir, la cosmovisión que las políticas contienen, la imagen de la realidad que construyen y cómo moldean las acciones, diagnósticos e instrumentos de intervención) permite desmenuzar el proceso de producción de una política pública a lo largo del tiempo. Así el artículo muestra, a partir de la reconstrucción histórica de las regulaciones e instrumentos dirigidos al sector de la producción forestal, los distintos supuestos en los que se han basado las políticas de promoción y que han ido marcando sus formas de intervención concretas. También permite ver cómo esos instrumentos se han ido ajustando en función de las disputas y tensiones con los grupos de intereses que han ido cobrando relevancia en las instancias de negociaciones del estado. Todo lo cual condujo a la actual configuración socioproductiva, donde se torna evidente no solo la dominancia de la actividad forestal por sobre otras actividades, sino además una fuerte concentración de la propia actividad, en manos de actores empresariales que además tienen un rol central en la propia política pública.

La dimensión política de la producción del Delta, en este caso centrada en la cuestión normativa, también la vemos claramente en el capítulo ***De “islas” a “humedales”: una exploración sobre los giros normativos en el Delta Inferior del río Paraná*** de Hortensia Castro, Patricio Straccia y María Ximena Arqueros. Aquí los autores muestran cómo a lo largo del tiempo estas normativas fueron prescribiendo las distintas formas de apropiación y usos del espacio, los distintos proyectos políticos que vehicularon y el orden que buscaron promover. Un aspecto que nos permite pensar este análisis es que si los isleños pueden decir “nosotros creamos el Delta”, hoy en día las organizaciones ambientalistas pueden decir “nosotros creamos un humedal”. Creo que el capítulo muestra con claridad ese pasaje de ser “islas” habitables y productivas a ser un “humedal” en peligro de extinción, con todo lo que implica en términos de cómo se empieza a pensar ese espacio desde su definición como tal. Como bien se aclara en el texto, estas distintas instancias de la producción del espacio del Delta no se fueron superando unas a otras sino que se fueron superponiendo, lo cual explica las tensiones socio-espaciales que hoy caracterizan el área.

Justamente estas tensiones reaparecen en otras partes del libro. En el capítulo ***La producción de políticas preservacionistas. Disputas en la ZNF en torno al proyecto de “ley de humedales”*** de Patricio Straccia, Julián Monkes y Carlos Cowan Ros, se aborda la arena de disputa y posicionamientos que se generan en torno a la posible sanción de esa ley nacional, que tiene incidencias en el área de estudio. El análisis de los autores nos permite ver cómo, por ejemplo, la sola existencia de un proyecto de ley sobre este tema generó automáticamente un aglutinamiento de los actores productivos de la zona aún en sus diferencias. También expone cómo activó una identidad local frente a organizaciones ambientalistas “de nombre extranjero”, que parecen no conocer “lo que es realmente el Delta” y que vienen a decirle al isleño “cómo lo tiene que cuidar” o a cuestionar su presencia en un Delta “que nosotros creamos” (p. 122-124). Este proyecto de ley generó en una primera instancia esta unión defensiva de los actores locales frente a un enemigo externo. Pero también en la deriva de este proyecto de ley, el análisis muestra cómo las diferencias que existen en el Delta afloran en estos contextos de tensión. Y aquí lo que queda visible claramente es cómo los productores capitalizados que tienen más posibilidades, una dotación de capitales diversos, entre ellos políticos, terminan adoptando el discurso

ambientalista, aunque resignificado en función de sus intereses. Un discurso que pueden materializar a través de prácticas amigables con el ambiente que a la larga y ante un escenario de posible sanción de esta ley les dé mayor legitimidad y poder de negociación en la formulación de una ley de humedales. Algo que no pueden hacer los pequeños productores, que tienen menos posibilidades de participar en esas instancias, lo cual expone las tensiones y diferencias que hay internamente.

Otro aspecto de la dimensión política de la producción del espacio, pensando ahora lo político en términos más amplios, tiene que ver con las resistencias, que no siempre aluden a conflictos explícitos entre actores, sino que son parte de una política del habitar (Lefebvre, 2013; Pérez Ahumada, 2015). Encontramos a lo largo del libro un relato que nos indica una persistente emigración de población que debemos situar en un doble contexto. Por un lado, un contexto productivo con la forestación como actividad hoy dominante, que es cada más concentrada y de alguna manera expulsiva de población. Y por otro lado, un contexto ambiental y de políticas ambientales que también resulta expulsivo, al cuestionar la presencia de pobladores en el Delta. Entonces es en ese contexto donde una resistencia se hace visible, porque habitar el Delta es también parte de la política pasada y presente de los pobladores, hay una política del habitar que se hace presente y tiene distintas manifestaciones.

Esto se torna visible en la manera en que los isleños se apropian del discurso ambientalista y lo resignifican y discuten. También cuando rescatan sus saberes locales para poner en duda y en cuestión algunas prescripciones de ese discurso que busca de alguna manera "borrarlos" como sujetos presentes en el Delta. El capítulo ***Saberes locales sobre la flora y la fauna. Resignificaciones del discurso preservacionista sobre la biodiversidad en la Zona Núcleo Forestal*** de Cynthia Pizarro, Laura Dayan y Esteban Maestriperi, al analizar las tensiones entre los saberes locales y el discurso científico, da muestras claras de esta cuestión. Un aspecto que podemos destacar de esa discusión es que nos habilita a pensar la producción de naturaleza como una dimensión específica (y en este caso además conflictiva) de la producción del espacio. Esto queda expresado por un lado en los usos y relaciones complejos de la población con la naturaleza y en la tensión que muestran entre qué es lo natural del Delta y qué no lo es. También podemos verlo expresado en la manera en que los pobladores cuestionan aquello que el discurso

ambientalista define como autóctono del Delta, por ejemplo poniendo en cuestión si el ciervo que predomina en la zona es autóctono o no y por qué hay que protegerlo. Por último, también exponen cómo este discurso atenta contra ciertas prácticas que están incorporadas: el hecho de cazar porque hay animales silvestres que son comestibles o el hecho de adoptar un animal silvestre y criarlo como doméstico, todo lo cual entra en tensión con la prohibición de cazar o criar un animal silvestre. A lo largo de estas páginas queda expuesta claramente la disputa por definir qué es naturaleza o qué podemos llamar naturaleza en este contexto y qué es lo que tenemos que conservar, quiénes deben hacerlo y por qué. En este sentido considero que hay una resistencia de la población local bastante clara; una resistencia que es política, porque lo que está exponiendo es, siguiendo a Rancièrè (1996) un disenso que cuestiona la legitimidad de la distribución jerárquica de voces, de posiciones y visibilidades autorizadas para decidir cómo producir y gestionar el Delta.

Otro plano en el cual la cuestión de las resistencias aparece claramente expresada en el libro tiene que ver con el accionar de las organizaciones locales. El capítulo ***Habitar la isla entre la investigación y la extensión. Crónica del proyecto de extensión realizado junto a la Asociación Civil Isleños Unidos II*** de Damián Ortiz y Julián Monkes reflexiona sobre una experiencia de extensión universitaria que tuvo por finalidad visibilizar el accionar de una de las organizaciones de mayor antigüedad en la zona y también la identidad isleña. A través de talleres participativos se reconstruyó la historia de la asociación, sus principales hitos y logros, lo cual permitió conocer el importante accionar que tuvo a lo largo del tiempo en pos de mejorar las condiciones de habitabilidad en las islas.

Y esta cuestión también aparece con centralidad en el capítulo ***Mujeres sobre el agua. Roles y espacios de género en la ZNF y prácticas de resistencia territorial de socias de la organización Isleños Unidos II*** de Gimena Camarero, donde se pone el foco en el rol de las mujeres en la vida social y productiva del Delta pero también en el espacio político. En relación con esto lo que podemos observar es una doble resistencia: por un lado aquella que con sus acciones encaminan grupos de mujeres que actúan en distintas organizaciones y que se orientan a mejorar las condiciones de vida, a generar oportunidades, a tratar de lograr que la gente quiera y pueda volver al Delta o seguir viviendo en él. Y por otro lado, una resistencia de las mujeres dentro de un modelo patriarcal que ponen en discusión a partir de su participación

en algunos espacios organizativos y políticos donde resignifican y cuestionan los roles de género que le son asignados.

Por último quisiera destacar dos cuestiones más en relación al contenido del libro y sus aportes. Por un lado, nos brinda una "caja de herramientas" analíticas para abordar distintas cuestiones que pueden ser aplicables a otros estudios de caso. Entre ellas me interesa destacar: diversos criterios de periodización como estrategia metodológica; diferentes perspectivas para abordar la complejidad de la arena estatal y de la producción de políticas públicas, así como los espacios donde lo estatal se entrelaza con las acciones de diversos actores en escena, dando forma a esos márgenes en la definición de políticas; herramientas para poder leer las normativas en clave de los proyectos políticos que vehiculizan y cómo eso se traduce en formas de apropiación del espacio; herramientas para ver los supuestos que contienen esas políticas y cómo son reproducidos por distintos grupos de interés que terminan volviéndose claves en su producción; elementos para abordar la dimensión discursiva de los procesos políticos que se activan en torno a situaciones de tensión y para abordar la dimensión de género que atraviesa la vida política, económica y social.

La otra cuestión que destaco es que si bien cada capítulo es autónomo, es decir, tiene su enfoque teórico-metodológico que orientó ciertas preguntas, trayectorias de indagación y abordó una dimensión específica de la producción del Delta y las tensiones actuales, el libro en sí funciona como una unidad. En su recorrido el lector puede ir sumando elementos de análisis, de comprensión y de profundización de un caso desde distintas aristas, lo cual es fruto, en definitiva, del trabajo colectivo realizado en el marco de un proyecto de investigación de varios años.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

Lefebvre, H. (2013 [1974]). *La producción del espacio*. Madrid: Capitán Swing Libros.

Pérez Ahumada, M. (2015). Ciudadanía Urbana y Derecho a la Ciudad: Hacia una Política del Habitar. En: I. Gasic; A. Narvaez & R. Quiroz (Comps) *Reapropiaciones de Henri Lefebvre: Crítica, Espacio y Sociedad Urbana* (pp. 10-39). Santiago de Chile: Triangulo.

Pizarro, C. Coord. (2019). *“Nosotros creamos el Delta”*. *Habitar, forestar y conservar un humedal*. Buenos Aires: Ciccus.

Rancière, J. (1996). *El desacuerdo. Política y filosofía*. Buenos Aires: Nueva Visión.

#### LA AUTORA

**Mariana Arzeno** Es Licenciada y Doctora en Geografía por la Universidad de Buenos Aires. Es Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) con sede en el Instituto de Geografía de la UBA, donde coordina el Grupo de Estudios Geografías Emergentes: políticas, conflicto y alternativas socio-espaciales. Sus líneas de investigación se enmarcan dentro del campo de la geografía política y rural y focalizan en la espacialidad de los procesos políticos y resistencias en torno al acceso a la tierra, al ordenamiento y a la producción / consumo de alimentos tanto en áreas rurales como urbanas de Argentina, siendo directora de proyectos de investigación grupales sobre esos temas, entre otros. También es docente de grado y posgrado en la Universidad de Buenos Aires y dicta cursos de posgrado en varias universidades nacionales de Argentina. Cuenta con diversas publicaciones en revistas científicas nacionales e internacionales, capítulos y coordinación de libros. Es directora de tesis de doctorado, maestría y licenciatura, así como de becas doctorales y postdoctorales.

 [mariana.arzeno@gmail.com](mailto:mariana.arzeno@gmail.com)