

**Elena María Abraham**  
**Rubén D. Quintana**  
**Gabriela Mataloni**  
(editores)

# agua +

# HUMEDALES

SERIE



**FUNINTEC**  
Fundación Innovación y tecnología  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN

FUTUROS es un programa de FUNINTEC y la Universidad Nacional de San Martín

A serene landscape featuring a body of water in the foreground, a dense line of reeds in the middle ground, and a lush forest of trees in the background. The scene is captured in a soft, natural light. A large, white, abstract, organic shape is overlaid on the right side of the image, partially obscuring the background. The word "FURNOS" is written vertically in a large, white, serif font on the left side of the image.

# FURNOS

## **SERIE FUTUROS**

**Alberto Pochettino**

Director

**Miguel Blesa**

Responsable científico

**Sebastián Savino**

Coordinador

## **AGUA Y HUMEDALES**

### **COMITÉ EDITOR**

**Elena María Abraham**

**Rubén D. Quintana**

**Gabriela Mataloni**

### **COMITÉ REVISOR CIENTÍFICO**

**Elena María Abraham**

**Miguel Blesa**

**Roberto Candal**

**Jose Joel Carrillo Rivera**

**Gerardo Castro**

**Daniel Cicerone**

**María Dos Santos Alfonso**

**Alicia Fernandez Cirelli**

**Adonis Giorgi**

**Marta Litter**

**Gabriela Mataloni**

**Christian Navntoft**

**Alberto Pochettino**

**Rubén D. Quintana**

**Adriana Urciuolo**

**Elisabet Wehncke**

Aguas + Humedales / Miguel Blesa... [et al.]; compilado por Elena María Abraham; Rubén D. Quintana; Gabriela Mataloni; prólogo de Alberto Pochettino. - 1ª ed.-San Martín: UNSAM EDITA, 2018.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4027-68-9

1. Gestión Ambiental. 2. Cambio Climático. I. Blesa, Miguel. II. Abraham, Elena María, comp. III. Quintana, Rubén D., comp. IV. Mataloni, Gabriela, comp. V. Pochettino, Alberto, prolog.

CDD 551.6

1ª edición junio 2018

© 2018 de la edición Elena María Abraham

© 2018 de la edición Rubén D. Quintana

© 2018 de la edición Gabriela Mataloni

© 2018 UNSAM EDITA de Universidad Nacional de San Martín

UNSAM EDITA

Edificio de Containers, Torre B, PB

Campus Miguelete

25 de Mayo y Francia, San Martín (B1650HMQ), prov. de Buenos Aires, Argentina

[unsamedita@unsam.edu.ar](mailto:unsamedita@unsam.edu.ar)

[www.unsamedita.unsam.edu.ar](http://www.unsamedita.unsam.edu.ar)

Diseño de interior y tapa: Ángel Vega

Los lectores de este libro tienen, en forma gratuita, la libertad de utilizar, estudiar, aplicar y compartir su información, siempre que se mencione la obra y el autor original. El material de este libro puede ser utilizado citando la procedencia de esta manera:

Abraham, María Elena; Quintana, Rúben D. y Mataloni, Gabriela (eds.) (2018). *Aguas + Humedales*. Buenos Aires, UNSAM EDITA.

El contenido y la originalidad de los artículos de esta publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores. Las opiniones y puntos de vista expresados en este libro no necesariamente reflejan los de los editores.

Queda hecho el depósito que dispone la Ley 11.723

Editado en la Argentina

## **PRÓLOGO**

**11**

**Alberto Pochettino**

## **CONFERENCIAS**

Apuntes para pensar los grandes problemas del agua en el siglo XXI

**18**

**Miguel Blesa**

El agua en Latinoamérica

**34**

**Alicia Fernández Cirelli**

Los servicios urbanos de agua potable y saneamiento en Argentina. Estado actual y desafíos

**46**

**Emilio J. Lentini  
Federica Brenner  
Augusto Mercadier**

Gestión de los recursos hídricos

**60**

**Víctor Pochat**

New perspectives in the watershed approach for water management

**82**

**José Galizia Tundisi**

Economía del agua y su ambiente

**94**

**Armando Llop**

Agua, desertificación y cambio climático en las tierras secas

**110**

**Elena María Abraham**

Gestión y manejo del agua en el sector productivo: visión y misión del Programa Nacional Agua (INTA)

**142**

**Daniel Prieto Garra  
Francisco Damiano  
Alberto R. Quiroga  
Roberto S. Martínez**

Vivir sin humedales

**152**

**Patricia Kandus  
Priscilla Minotti**

Humedales, biodiversidad y servicios ecosistémicos. ¿Hacia dónde vamos?

**174**

**Rubén D. Quintana**

Interacción humedal-agua subterránea-composición química de las aguas: Esteros del Iberá y bajos submeridionales	194	<b>Leticia Rodríguez</b>
Arsénico en agua	210	<b>Marta Litter</b>
Descontaminación de aguas mediante oxidación avanzada con radiación solar: un proceso doblemente sostenible	226	<b>Sixto Malato Rodríguez</b>
Agua, energía y ambiente: un desafío para el desarrollo sostenible	242	<b>Raúl Antonio Lopardo</b>
Impactos ecológicos y socioeconómicos de la cons- trucción de represas sobre la ictiofauna y las pesquerías de los grandes ríos de América del Sur	256	<b>Claudio R. M. Baigún</b>
Agua y sedimentos: testigos clave de una contaminación anunciada	278	<b>Silvia Grinberg Natalia Porzionato Eliana Bussi Luciano Mantiñan Ricardo Gutiérrez Gustavo Curutchet</b>
<b>ARTÍCULOS DE ALUMNOS BASADOS EN SUS PRESENTACIONES</b>		
Cartografías de riesgos de inundaciones y anegamientos en la provincia de Corrientes (Argentina)	296	<b>Mariana Paola Odriozola Félix Ignacio Contreras</b>
Estudio de indicadores físico-quí- micos y toxicológicos del agua superficial del bajo río Paraná	303	<b>Julieta Peluso Carolina M. Aronzon Cristina S. Pérez Coll</b>

- Impacto de la presencia de microcontaminantes sobre la calidad del agua de bebida en la producción ganadera **319** **María Soledad Rodríguez**  
**Alicia Fernández Cirelli**  
**Alejo Pérez Carrera**
- Fitorremediación de aguas grises con ornamentales comerciales **323** **Ángela Y. Romero Mozqueda**  
**María Cecilia Valles Aragón**  
**María Teresa Alarcón Herrera**
- Uso eficiente, tecnología y gestión de agua para uso agrícola y consumo humano **333** **Rodolfo Cisneros-Almazán**  
**Oscar A. Díaz de León-Zavala**  
**Clemente Rodríguez-Cuevas**  
**Rodolfo Cisneros-Pérez**
- Barragens na bacia do alto rio Paraguai: uma ameaça para a maior área úmida do planeta **342** **Silvia Zanatta**
- Variaciones en las características hidroquímicas de la subcuenca del río Ambato, provincia de Catamarca, Argentina **349** **Olivia Bulacios Muñiz**
- Uso de datos multitemporales Landsat para la delimitación y caracterización de lagunas en la planicie de inundación del bajo río Paraná **357** **Maira Patricia Gayol**  
**Natalia Morandeira**  
**Patricia Kandus**
- Consecuencias de la expansión urbana sobre el paisaje de lagunas de lomadas arenosas (Corrientes, Argentina) **363** **Félix Ignacio Contreras**  
**Elsie Araseli Ojeda**
- Uso de múltiples indicadores para evaluar la calidad ambiental en las islas del Delta del río Paraná bajo diferentes usos productivos **370** **Pamela Krug**  
**Carolina Aronzon**  
**Gabriela González Garraza**  
**Julieta Peluso**  
**Facundo Schivo**  
**Gabriela Svartz**

Agriculturización y degradación de humedales: cambios e intensificación en el uso de la tierra y efectos sobre la biodiversidad taxonómica y funcional de la vegetación en el Bajo Delta del Paraná	378	<b>Diego Sebastián Aquino</b>
Patrones de distribución de las comunidades de humedales patagónicos a una escala de paisaje	390	<b>Luz M. Manzo Luis B. Epele Marta G. Grech Patricia Kandus María L. Miserendino</b>
Inventario de humedales en tierras secas y valoración de sus servicios ecosistémicos: el caso de los humedales de la cuenca del río Blanco	400	<b>María Clara Rubio Elena Abraham Rubén D. Quintana</b>
Clasificación y mapeo de humedales según su hidroperíodo en el marco de un inventario de humedales: el caso de la llanura costera de Ajó-Samborombón	410	<b>Laura San Martín Natalia Morandeira Rafael Grimson Patricia Kandus</b>
Los bosques fluviales como indicadores del flujo y permanencia del agua	416	<b>Violeta Amancay Zambiasio Sylvina Lorena Casco Juan José Neiff</b>
Identificación y descripción del impacto ambiental en un tambo caprino	423	<b>María Laura Galotta Horacio Martínez Analia Iriel Alicia Fernández Cirelli</b>
Estudio de la presencia de elementos traza de importancia nutricional y toxicológica en la producción primaria de leche	427	<b>Flavia Elisa Arellano Andrea Calzetta Resio Alejo Pérez Carrera</b>



Estudio del impacto del arsénico presente en el agua de bebida animal, sobre la salud y producción de ganado	434	<b>Cristina V. Alvarez Gonçalvez</b> <b>Alejo Pérez Carrera</b> <b>Alicia Fernández Cirelli</b>
Remoción de compuestos fenólicos de aguas superficiales y efluentes	441	<b>Érica Beiguel</b> <b>Enrique Hughes</b> <b>Anita Zalts</b> <b>Javier Montserrat</b>
Caracterización del uso de hábitat de juveniles de <i>Mugil cephalus</i> en la costa mediterránea valenciana mediante la microquímica del otolito	448	<b>Roberta Callicó Fortunato</b> <b>Vicent Benedito Durà</b> <b>Alejandra Volpedo</b>
Degradación del plaguicida imazalil acoplado técnicas avanzadas de oxidación y tratamientos biológicos	455	<b>Federico Ariganello</b> <b>Elsa López Loveira</b> <b>Roberto Candal</b> <b>Gustavo Curutchet</b>
Estudios cinéticos de la adsorción de arsénico del rechazo de la ósmosis inversa en suelo laterítico	462	<b>Cynthia Corroto</b> <b>Analía Iriel</b> <b>Enrique Calderón</b> <b>Alicia Fernández Cirelli</b> <b>Alejo Pérez Carrera</b>
Dinámica e impacto de la eutrofización por aportes urbanos en las cuencas hídricas y zona costera de la ciudad de Ushuaia, Tierra del Fuego	468	<b>Soledad Diodato</b> <b>Laura Comoglio</b> <b>Alicia Moretto</b> <b>Jorge Marcovecchio</b>
Síntesis y caracterización de fotocatalizadores de TiO <sub>2</sub> nanomodificados con Ag para descontaminación de aguas en Santiago del Estero	476	<b>Fernanda E. Monasterio</b> <b>Claudio D. Borsarelli</b> <b>Faustino E. Morán Vieyra</b>
Sobre los editores	484	

# Consecuencias de la expansión urbana sobre el paisaje de lagunas de lomadas arenosas (Corrientes, Argentina)<sup>1</sup>

Félix Ignacio Contreras<sup>2</sup>

Elsie Araseli Ojeda<sup>3</sup>



**Palabras clave:** Lagunas; riesgo ambiental; anegamiento; cambios morfométricos, Corrientes.

## 1. Introducción

Para Fernández Aláez *et al.* [1] el funcionamiento de los lagos someros está controlado por la disponibilidad de nutrientes y su estado trófico así como por la cantidad y periodicidad del agua ya que, al ser poco profundos, los niveles de la misma fluctúan de forma natural tanto intra como interanualmente, dependiendo en gran parte del clima regional y de las actividades humanas [2, 3, 4].

La situación de las lagunas de lomadas arenosas no escapa a lo planteado anteriormente ya que sus niveles de agua fluctúan de año a año, dependiendo de las precipitaciones locales que se manifiesten. Es por ello que Contreras [5] señala que estas lagunas se encuentran expuestas a sufrir alteraciones o bien a desaparecer en el afán, conforme avanza la frontera urbana. El hecho de que estas lagunas sean poco profundas y que sus aguas

---

1 Esta investigación fue llevada a cabo gracias al Proyecto "Evaluación de la diversidad íctica en la planicie del río Paraná Medio". SGCyT – UNNE, B009-2014 (2015-2018). Res. 155/15 C.S.

2 Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CONICET-UNNE)/Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE), Corrientes, Argentina. figcontreras@hotmail.com.

3 Instituto de Investigaciones Geohistóricas, Resistencia, Chaco. araselojeda@hotmail.com.

dependan exclusivamente de las precipitaciones locales, las deja expuestas ante la construcción de viviendas o trazado de calles dentro de sus cubetas. En este sentido, la organización del espacio y las políticas de ordenamiento territorial tienen un papel clave ya que si bien, por un lado, estos cuerpos de agua someros son susceptibles a los impactos antrópicos, por el otro, la construcción de casas y calles sobre estas cubetas ponen en riesgo a la población que se instala en ellas.

Sin embargo, la ciudad de Corrientes posee como antecedente el constante crecimiento espacial de su ejido urbano sobre estas áreas de lagunas. Contreras [5] señala que en 1950 la ciudad abarcaba una superficie aproximada de 17 km<sup>2</sup> y que desde entonces hasta el año 2012 esta superficie se incrementó a 33 km<sup>2</sup>. En otras palabras, el crecimiento espacial en estos últimos 62 años duplicó al existente en el año 1950. Como consecuencia de ello, se ha modificado el paisaje y el uso del suelo. En primer lugar, la extensión urbana ha contribuido a la desaparición de 33 lagunas de la lomada arenosa equivalentes a 3,4 km<sup>2</sup> (10% de los espacios ocupados por el crecimiento espacial) y en la actualidad estos lugares presentan grandes problemas de anegamiento.

Sobre el área periurbana, la lomada arenosa ofrece espacios de costos elevados que se ofrecen como clubes de campo, situación similar al del turismo residencial descrito en España, cuyo objetivo no es atraer turistas y ofertarles servicios, sino la de producir suelo urbano. Es decir, construir viviendas y venderlas. Es así como a partir del 2009, año muy seco, comienza un proceso de ocupación ininterrumpido que fue fuertemente afectado en el reciente fenómeno de “El Niño” durante el 2015 y los primeros meses del 2016.

Sobre la base de estos antecedentes, el objetivo de este trabajo es analizar las dinámicas naturales de las lagunas en áreas periurbanas de la ciudad de Corrientes y cómo las mismas repercuten en la población.

## **2. Materiales y métodos**

### **2.1. Área de estudio**

Para llevar a cabo este trabajo, en primer lugar se ha considerado el área periurbana ubicada al este de la ciudad de Corrientes, la cual posee alrededor de 100 lagunas y para la

cual se dispone de imágenes de Google Earth desde el año 2003 a la actualidad, lo que permitió hacer un seguimiento anual de las etapas de crecimiento espacial de la ciudad así como observar el nivel de agua de las lagunas en determinados momentos.

## 2.2. Digitalización de lagunas

No se utilizaron imágenes Landsat dado que su resolución de 30 x 30 m no es adecuada para la escala de trabajo del presente estudio. La digitalización, en una primera instancia, consistió en delimitar la cubeta máxima de cada laguna con el fin de establecer los límites de las mismas, para lo cual se utilizó la imagen correspondiente al día 16/01/2003. Esta fecha es posterior a un evento extremo de inundación y las lagunas poseían la mayor superficie en la serie de tiempo estudiada.

## 2.3. Identificación de lagunas con impactos antrópicos

Teniendo como base los polígonos de las lagunas generados para el año 2003 y utilizando la última imagen disponible correspondiente al día 13/04/2016, se han identificado todas las lagunas que fueron impactadas para realizar con ellas una clasificación en función de la presencia de viviendas o calles construidas dentro de ellas. Una vez identificadas las lagunas alteradas, se fechó el momento de la alteración así como del estado de la laguna en ese momento.

## 3. Resultados y discusión

La digitalización ha permitido comprobar que el área estudiada posee un total de 105 lagunas con una superficie acumulada de 582 ha, con un rango de tamaño entre 0,38 y 9,63 ha. Esto equivale a 2,91 Lag/km<sup>2</sup> y una densidad lacustre del 17%. Estos valores que describen el paisaje son similares a los mencionados en Contreras [6], quien señala que en toda la región existe un promedio de 3 Lag/km<sup>2</sup> y una densidad lacustre del 20%. Esto muestra que a pesar de tratarse de un área muy reducida, se siguen manteniendo los patrones de distribución regional de cuerpos de agua.

Desde el año 2003 a la actualidad, la fuerte presión del mercado inmobiliario por la ocupación de nuevos espacios en áreas periurbanas ha llevado a edificar 117 viviendas sobre 15

lagunas, cuyas respectivas ocupaciones se realizaron en años secos, cuando los niveles de agua de las mismas eran reducidos o nulos.

Por tratarse de lagunas poco profundas y, en muchos casos, con limitada capacidad de retención de agua, son vulnerables frente al avance del crecimiento espacial de la ciudad de Corrientes. Como consecuencia de ello, de un total de 147 lagunas que poseía el departamento Capital en 1950, 51 (35%) ha sufrido algún tipo de impacto y 34 (23%) ha desaparecido como resultado de la ocupación de sus cubetas, ya sea para el trazado de calles o la construcción de viviendas [5].

Según Aledo *et al.* [7] el proceso turístico residencial consta de cuatro operaciones: 1) la compra de tierra; 2) su transformación en suelo urbano; 3) la construcción de viviendas y urbanizaciones; y 4) la venta de las mismas. El uso de estas residencias puede ser para viviendas de fin de semana, períodos vacacionales o como residencia semipermanente o permanente [7]. Lamentablemente, las actuaciones urbanísticas del turismo residencial conllevan fuertes transformaciones del territorio, afecciones al paisaje y a los ecosistemas locales así como elevados consumos de recursos naturales [8]. Es por ello que el paisaje de lagunas se encuentra amenazado por la expansión urbana. Si bien sobre él existen grandes lagunas (que pueden ser utilizadas como espacio de recreación o son incorporadas como atractivo paisajístico de los clubes de campo), también existe un gran número de pequeñas cubetas someras con limitada capacidad de retención de agua que al secarse dejan espacios libres de vegetación. Es en ese momento cuando la población se instala en ellas. Según Aledo [9], la expansión del urbanismo y, en concreto, del turismo residencial es un potente motor del proceso de artificialización del suelo que impulsa la expansión de la desertificación.

En este punto, surge un dilema ambiental cuya prevención posee una misma solución. Por un lado, evitar que el hombre, en su afán de ocupar nuevos espacios, impacte en estos cuerpos de agua ya que con ello no solo se estarían perdiendo elementos importantes del paisaje, sino que también se reduce la capacidad de retener agua en años húmedos (uno de los servicios que estas lagunas ofrecen a la sociedad). Por otra parte, y visto desde otra perspectiva, evitar que la población se instale en estas lagunas reduce al mínimo los riesgos de pérdidas materiales así como sanitarios (figura 1).



Figura 1. Consecuencias de la construcción de vivienda sobre la cubeta de lagunas (Foto: Félix Ignacio Contreras-Santa Ana de los Guacaros, Corrientes, Argentina).

Es decir, realizar un minucioso ordenamiento territorial en áreas periurbanas, su incorporación en la planificación urbana y el control en los frentes de avance constituyen factores claves para la conservación de paisajes y el bienestar social y, en consecuencia, el afianzamiento de la relación sociedad-naturaleza.

#### 4. Conclusiones

El desarrollo humano y la necesidad por la ocupación de nuevos espacios indefectiblemente implican impactos ambientales sobre el paisaje que los alberga. Sin embargo, dichas ocupaciones suelen realizarse con total desconocimiento sobre las dinámicas naturales del lugar, exponiendo a la población a determinados riesgos ambientales que pueden ser evitados si dicha dinámica fuera tenida en cuenta.

El área periurbana de la ciudad de Corrientes es un ejemplo concreto de cómo la indiferencia por proteger y conservar lagunas como áreas de amortiguación de excedentes hídricos durante eventos de inundaciones implica que la misma población se vea afectada por su actuar imprudente.

Sin dudas, estos estudios que aportan al ordenamiento territorial son la clave para conservar estos paisajes, reduciendo o mitigando los impactos del hombre a la par de reducir al mínimo su exposición a riesgos ambientales.

## Bibliografía

[1] **Fernández Aláez, M. et al.** (2004). “La influencia del régimen hídrico sobre las comunidades de macrófitos de lagunas someras de la Depresión del Duero”, *Ecosistemas* 13 (2), s.p.

[2] **Blindow, I.** (1992). “Long and short-term dynamics of submerged macrophytes in two shallow eutrophic lakes”, *Freshwater Biology* 28, pp. 15-27.

[3] **Gafny, S. y Gasith** (1999). “Spatially and temporally sporadic appearance of macrophytes in the littoral zone of lake Kinneret, Israel: taking advantage of a window of opportunity”, *Aquatic Botany* 62, pp. 249-267.

[4] **Beklioglu, M.; Altinayar, G. y Tan, C. O.** (2001). “Role of water level fluctuations, nutrients and fish in determining the macrophyte-dominated clear water states in five Turkish shallow lakes”, en: *Shallow Lake Wetlands: Ecology, Eutrophication and Restoration International Workshop*, Ankara, Turquía, 28-30 de octubre.

[5] **Contreras, F. I.** (2015). “El impacto ambiental del crecimiento espacial de la ciudad de corrientes sobre lagunas periurbanas”, *Boletín Geográfico* 37, dic., pp. 29-42.

[6] **Contreras, F. I.** (2016). “Distribución y dinámica natural de las lagunas de la región de lomadas arenosas de la provincia de Corrientes (Argentina)”, en: *XI Jornadas Nacionales de Geografía Física*, San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina, 4-6 de mayo.

[7] **Aledo Tur, A.; Mazón Martínez, T. y Mantecón Terán, A.** (2007). “La insostenibilidad del turismo residencial”, en Lagunas, David (coord.): *Antropología y turismo: claves culturales y disciplinares*. México DF, Plaza y Valdés.

[8] **Domínguez, J. A.** (2008). “Análisis socioambiental del golf: ¿recurso o problema?”, en Galanes, L. (coord.): *Sociedad, Medio Ambiente y Empresa*. San Juan, Editorial Tal Cual.

[9] **Aledo Tur, A.** (1999). “Desertificación y urbanismo: el fracaso de la utopía”, *Boletín* 9, disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n9/aaale.html> (accedido en octubre de 2016).