

## Humedales y urbanización dispersa en la cuenca baja del río Luján (1990 – 2020). Creación de cartografía temática digital con Sistemas de Información Geográfica

Wetlands and dispersed urbanization in the lower Luján River basin (1990-2020). Creation of digital thematic cartography with Geographic Information Systems

Recibido: 19/04/2023 Aceptado: 21/11/23

### Clara Cantarelo

Grupo de Geografía y análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG) Universidad Nacional de Luján. - [claracantarelo95@gmail.com](mailto:claracantarelo95@gmail.com)

Profesora en Geografía (UNLu), Licenciada en Geografía (UNLu) y maestranda en la Maestría en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica (UNICEN). Becaria de investigación del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján. Docente del Instituto Profesorado Superior Joaquín V. González en la materia Posicionamiento espacial y geomática y ayudante de primera en la materia Sistemas de Información Geográfica del profesorado de geografía en la Universidad Nacional de Luján.

**Cita sugerida:** Cantarelo, C. (2023). Humedales y urbanización dispersa en la cuenca baja del río Luján (1990 – 2020). Creación de cartografía temática digital con Sistemas de Información Geográfica. *Pleamar. Revista del Departamento de Geografía*, (3), 101. Recuperado de: <http://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/pleamar/index>



Este artículo se encuentra bajo [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## Resumen

Los humedales son ecosistemas de vital importancia para la supervivencia en nuestro planeta, desempeñando un papel crucial en la protección de la biodiversidad y el bienestar humano. En Argentina, ocupan una proporción significativa del territorio nacional, pero enfrentan una amenaza creciente debido al avance de la urbanización dispersa. Este artículo presenta un estudio inicial que analiza la disminución de la superficie de los humedales en la cuenca baja del río Luján, Provincia de Buenos Aires, entre los años 1990 y 2020.

Para llevar a cabo este estudio, se emplearon técnicas de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Estas herramientas permitieron identificar las diferentes coberturas del suelo en la zona y generar cartografía temática digital detallada.

Los resultados obtenidos revelan la dinámica de cambio en esta región, evidenciando tanto las pérdidas significativas de los humedales como el acelerado crecimiento de la urbanización dispersa en el área. Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones y destaca la relevante producción cartográfica generada, que servirá como una herramienta valiosa para la toma de decisiones en la gestión de estos valiosos ecosistemas.

**Palabras clave:** humedales; urbanizaciones dispersas; crecimiento urbano; sistemas de información geográfica

## Abstract

Wetlands are ecosystems of vital importance for the survival of our planet, playing a crucial role in protecting biodiversity and human well-being. In Argentina, they occupy a significant proportion of the national territory but face a growing threat due to the advance of dispersed urbanization. This article presents an initial study that analyzes the decrease in the wetlands areas in the lower basin of the Luján River, Buenos Aires Province, between 1990 and 2020.

For this study, remote sensing techniques and Geographic Information Systems were used. These tools made it possible to identify the different land covers in the area and generate detailed digital thematic cartography. The results obtained reveal the dynamics of change in this region, evidencing both the significant loss of wetlands and the accelerated growth of dispersed urbanization in the area. This study lays the groundwork for future research and highlights the relevant cartographic production, which will serve as a valuable tool for decision-making in the management of these valuable ecosystems.

**Keywords:** wetlands; scattered urbanizations; urban growth; geographic information systems

## Introducción

Los humedales son ecosistemas muy importantes que se caracterizan por la presencia de agua de manera permanente o estacional. Incluyen una gran variedad de hábitats acuáticos, como lagunas, y pantanos y se distribuyen en todo el mundo. A pesar de su importancia ecológica y de los beneficios que proporcionan a la humanidad, los humedales son uno de los ecosistemas más amenazados del planeta, y muchos de ellos han sido degradados o destruidos debido a la actividad humana.

Según la Convención Ramsar sobre Humedales (1971), un humedal es una zona de tierra, ya sea natural o artificial, que está inundada o saturada de agua de manera permanente o temporal, con agua estancada o corriente, dulce, salobre o salada, incluyendo áreas de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros. Esta definición amplia incluye una gran variedad de hábitats acuáticos que son esenciales para la supervivencia de muchas especies animales y vegetales.

A nivel mundial, según el informe “*Los humedales, el ecosistema más valioso del mundo*” de La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2018), se estima que los humedales cubren alrededor del 6% de la superficie terrestre del planeta. A pesar de esta proporción relativamente pequeña, los humedales son esenciales para el mantenimiento de la biodiversidad y para el bienestar humano. Proporcionan una gran cantidad de servicios ecosistémicos, como la regulación del ciclo hidrológico, la purificación del agua, la protección contra inundaciones y la mitigación del cambio climático.

En Argentina, los humedales ocupan alrededor del 21% del territorio nacional (INTA, 2021) y se distribuyen en diferentes regiones del país, desde la Pampa Húmeda hasta la Patagonia. Estos ecosistemas son de gran importancia para la conservación de la biodiversidad, ya que albergan una gran cantidad de especies animales y vegetales.

El avance de la urbanización es una de las principales causas de la pérdida de ecosistemas naturales, como los humedales. La expansión de las áreas urbanas y la construcción de infraestructuras asociadas (como por ejemplo, vías de comunicación) requiere la eliminación o modificación de los ecosistemas naturales.

En las zonas periféricas de las ciudades, entre las áreas urbanas y rurales, se producen conflictos debido a la competencia por el uso del suelo. Con el creciente desarrollo de urbanizaciones cerradas, estas zonas se vuelven cada vez más fragmentadas, lo que resulta en la pérdida de los usos del suelo que sustentan las actividades socioeconómicas tradicionales y en un impacto ambiental negativo, ya que disminuyen los servicios

ecosistémicos. (Matteucci, *et al.*, 2006; Romero, Ordenes y Vázquez, 2003 y Pauleit, Ennos y Golding, 2005).

La pérdida de los ecosistemas naturales tiene consecuencias negativas tanto para la biodiversidad como para las comunidades humanas que dependen de ellos para obtener alimentos, agua y otros recursos. La pérdida de hábitat puede provocar la extinción de especies animales y vegetales, mientras que la degradación de los ecosistemas naturales puede reducir la calidad del agua, la productividad agrícola y la capacidad de los humedales para actuar como reguladores naturales del clima y el agua.

La relevancia de este trabajo está dada por el impacto negativo que se generan en los humedales a partir de los cambios de usos del suelo y el avance de la urbanización (sobre todo, por las urbanizaciones cerradas) en estos ecosistemas naturales.

Este trabajo forma parte de un estudio inicial sobre esta temática, donde el objetivo principal fue crear cartografía temática digital que muestre las pérdidas de los humedales en la cuenca baja del río Luján entre los años 1990 y 2020. Para ello, se utilizaron imágenes satelitales que fueron procesadas para realizar una clasificación digital, así como también se llevó a cabo la identificación de las coberturas a través de criterios de interpretación visual y delimitación en pantalla de los humedales.

### **Área de estudio**

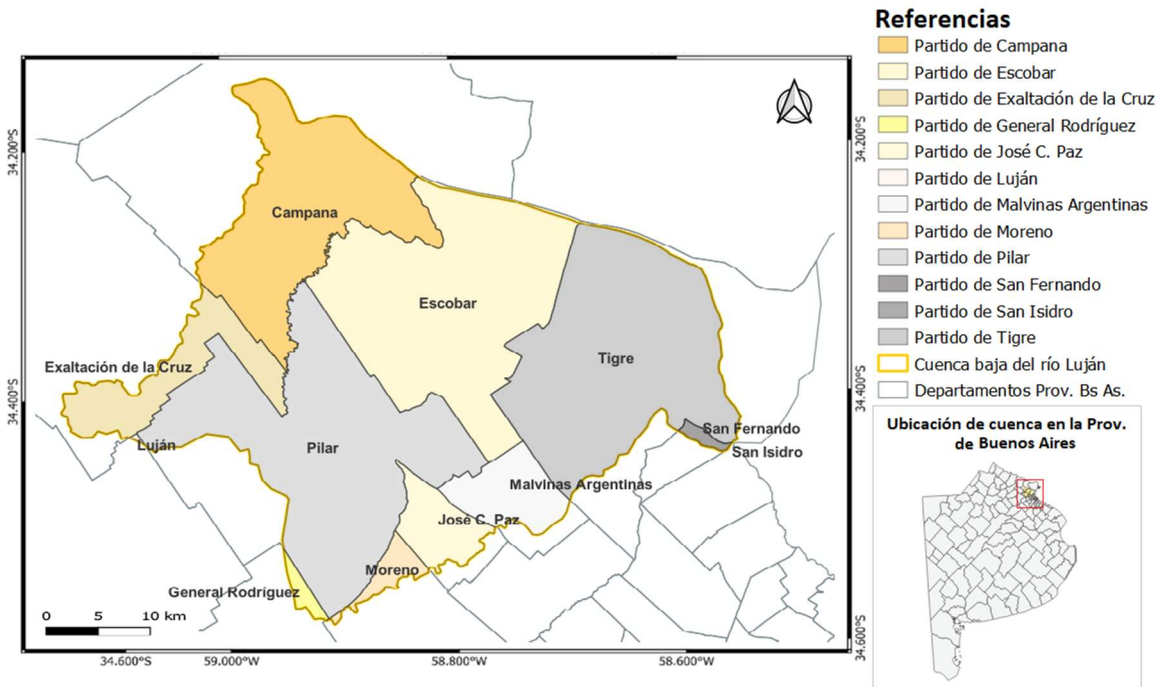
El área de estudio de este trabajo se centra en la cuenca baja del río Luján, ubicada en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Esta cuenca abarca los partidos de Pilar, Exaltación de la Cruz, Moreno, Malvinas Argentinas, Escobar, General Rodríguez, Tigre, San Fernando, José C. Paz y Campana, aunque la ocupación del territorio en algunos partidos es menor (ver figura 1). En total, el área de estudio cubre 1.847,94 km<sup>2</sup>.

Esta región se caracteriza por presentar procesos de diferenciación espacial, principalmente relacionados con el ámbito urbano, seguido por el periurbano con la instalación de urbanizaciones cerradas, y en menor medida vinculado al sector agrario. Además, presenta una gran diversidad de coberturas y usos del suelo, organizados bajo un gradiente urbano-rural. Este gradiente va desde las localidades que pertenecen al segundo cordón de la Región Metropolitana de Buenos Aires, con gran densidad poblacional y edilicia, hacia los municipios del interior, tercer anillo, donde predominan otros tipos de usos del suelo, vinculados a las economías agrarias.

Es importante destacar que esta área ha experimentado un fuerte proceso de urbanización en las últimas décadas, lo que ha generado una reducción de los ecosistemas naturales,

especialmente los humedales, y un aumento en la presión sobre los recursos naturales y la biodiversidad.

**Figura 1. Ubicación del área de estudio**



Fuente: Elaboración de la autora con Qgis y capas obtenidas del IGN. Sistema de proyección: EPSG 4326  
WGS 84

## Materiales y métodos

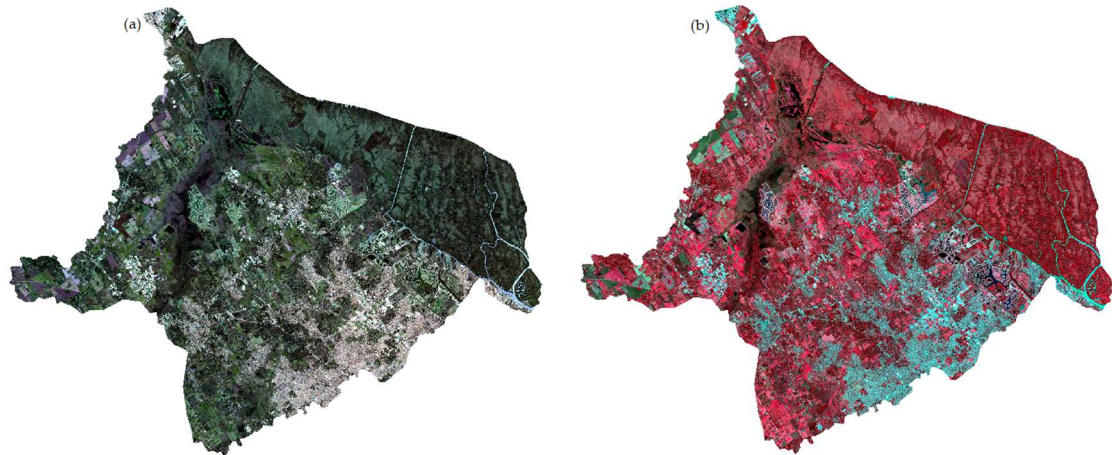
### Selección de imágenes satelitales y su procesamiento

En primer lugar, se procedió a la selección y descarga de imágenes satelitales correspondientes a los años 1990 y 2020 de la cuenca baja del río Luján, Provincia de Buenos Aires. Para ello, se utilizaron imágenes del satélite Landsat 5 (sensor TM) y Landsat 8 (sensor OLI) con un path-row de 225-084. Se escogieron imágenes con condiciones análogas y mínimo contenido de nubes para garantizar una comparación adecuada. Con el fin de mejorar la calidad de las imágenes y reducir las anomalías, se calculó la corrección radiométrica y se aplicó el tratamiento de los números digitales (ND, en inglés *Numbers Digital*).

Posteriormente, se generaron dos combinaciones espectrales para captar las diferencias en la respuesta espectral de las distintas cubiertas y obtener una mayor información de los elementos observados. La primera combinación fue la composición de color natural, que asigna los colores azul, verde y rojo a las bandas respectivas de longitudes de onda correspondientes al espectro visible. La segunda combinación fue el falso color compuesto estándar, que considera las bandas del espectro visible (bandas 2 y 3), e

infrarrojo cercano (banda 4), asignando los colores azul, verde y rojo respectivamente. De esta manera, se pudo obtener información detallada sobre las cubiertas vegetales y la evolución de las mismas en la cuenca baja del río Luján durante los últimos 30 años.

**Figura 2. (a) Composición color visible. (b) Composición de falso color compuesto estándar**



Fuente: Elaboración de la autora con Qgis, imágenes satelitales Landsat 8 Oli año 2020

### **Definición e identificación de las coberturas**

Los humedales son ecosistemas que se caracterizan por tener presencia de agua, y su formación está determinada por factores climáticos, geomorfológicos y de suelos. Estos ecosistemas tienen períodos de aguas altas y períodos de aguas bajas, y la fuente de agua puede variar entre el mar, los ríos, las lluvias o las napas subterráneas. En la cuenca baja del río Luján, se pueden encontrar humedales al norte y oeste de la misma, en los partidos de Campana, Escobar, Tigre y Pilar. En la siguiente figura, se muestra un ejemplo de esta categoría.

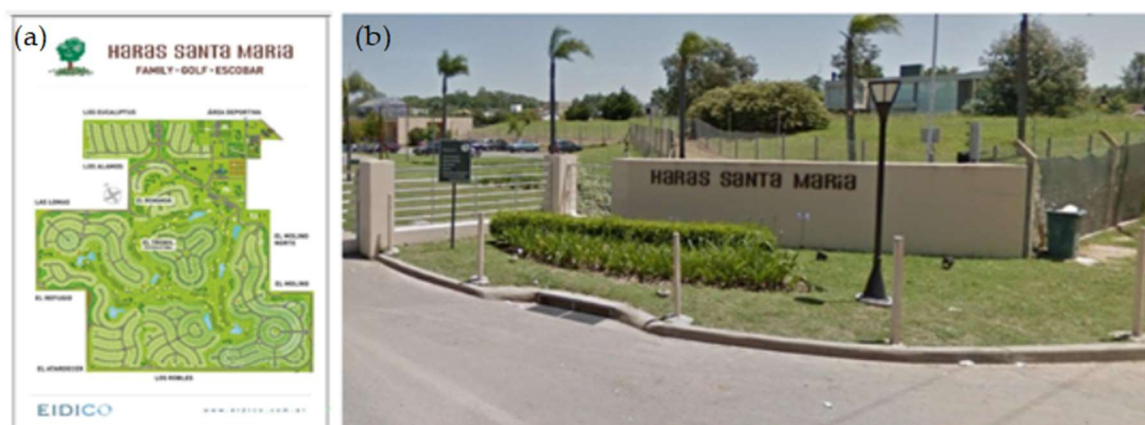
**Figura 3. Humedales en el partido de Escobar**



Fuente: Archivo personal (agosto, 2021)

Por otro lado, las urbanizaciones dispersas son áreas residenciales cerradas que se separan del espacio público mediante muros, barreras o rejas. Estas áreas cuentan con puestos de vigilancia y sistemas de seguridad para controlar las entradas y salidas de residentes, visitantes y trabajadores. En cuanto a su ubicación se encuentran próximas a las vías de comunicación con la finalidad de garantizar el desplazamiento de sus residentes (Malizia y Boldrini, 2012). Algunos ejemplos de urbanizaciones dispersas son los barrios cerrados, los country club, las ciudades privadas, los barrios náuticos, los barrios de chacras y los condominios. En la Figura 4, se puede observar un ejemplo de una urbanización dispersa (country club) en el Partido de Escobar, el Barrio Haras Santa María.

**Figura 4. (a) Master plan Barrio Haras Santa María (b) Entrada al Barrio Haras Santa María en el Partido de Escobar**



Fuente: archivo personal (febrero, 2021)

La identificación de las coberturas se llevó a cabo mediante la interpretación visual de las imágenes satelitales, teniendo en cuenta los diferentes criterios, la realización de una clasificación digital y digitalización en pantalla. A continuación, se detallarán los procedimientos utilizados.

### **Criterios de interpretación visual**

La interpretación visual de imágenes es una técnica que permite el reconocimiento e identificación de las coberturas y usos de suelo, que se realiza a partir de considerar los criterios de interpretación que, como menciona Chuvieco (2007), han sido clasificados en base a su nivel de complejidad. Criterios tales como el tono y el color, están basados en

los valores espectrales, mientras que los criterios textura, forma, diseño, tamaño y asociación, presentan mayor complejidad y dan cuenta de las características espaciales de las cubiertas. Por último, se considera la temporalidad a partir del estado fenológico de la vegetación. Es por eso, que se aplicaron estos criterios para identificar los humedales en la cuenca baja del río Luján en los distintos cortes temporales.

**Figura 5. Criterios de interpretación visual**



Fuente: Elaboración de la autora

### Clasificación digital

La clasificación de imágenes abarca los procedimientos mediante los cuales un software puede agrupar los píxeles de una imagen, en categorías o clases, dentro de un espacio multispectral.

En la primera fase, la de entrenamiento, se definen digitalmente las categorías temáticas de análisis. En este caso, se utilizó la clasificación supervisada, la cual requiere un conocimiento previo del área de estudio.

La clasificación supervisada parte de identificar la localización de la cobertura de los humedales presente en el área de estudio. Esto significó, realizar trabajo de campo previo y el análisis de cartas topográficas y de fotografías aéreas mediante la utilización de Google Maps. A partir de esto, se seleccionaron las áreas de entrenamiento, que fueron sitios elegidos específicamente, ya que son conocidos, y representan a la cobertura, dado que las características espectrales del mismo nos sirven para entrenar al algoritmo de clasificación. Para cada área de entrenamiento, se calculan los parámetros estadísticos (media, desviación estándar, covarianza, etc.), para luego evaluar cada píxel de la imagen, separarlo y asignarlo a una respectiva clase.

Para la correcta aplicación de esta clasificación, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Adoptar un esquema de clasificación ordenado.
- Seleccionar áreas de entrenamiento.
- Extraer estadísticas de los datos espectrales del área de entrenamiento.



- Seleccionar el algoritmo de clasificación adecuado.
- Clasificar la imagen en  $n$  clases.
- Evaluar estadísticamente la clasificación.
- Comprobación "in situ" de los resultados de la clasificación o corroboración.
- Corrección de errores.

Las áreas de entrenamiento fueron seleccionadas a partir de la generación de una Región de Interés (ROI, del inglés *region of interest*), para todas las categorías de análisis.

El análisis de separabilidad de resultados se realizó para evaluar la correcta definición de los ROI con los que posteriormente se crearán las cartografías temáticas. La separabilidad de las clases se indica a partir del rango establecido entre valores mínimos y máximos teniendo en cuenta además el valor de la media y el del desvío estándar, esto quiere decir que en cuanto más heterogéneos sean los valores de cada media mayor será la separabilidad entre las clases. Se presentó poca separabilidad entre las cubiertas de agua y urbano disperso.

En la fase 2, la de asignación, se aplicaron los algoritmos de clasificación. En esta instancia, un píxel es asignado a una clase si sus ND, se encuentran dentro de los límites establecidos para dicha clase. Los algoritmos más utilizados son el de mínima probabilidad, paralelepípedos y la máxima probabilidad. Este último algoritmo fue utilizado en este trabajo ya que considera que los ND de cada categoría se adjuntan a una distribución normal. Es posible describir esa categoría en función a la probabilidad o sea a partir de su valor de medias y matriz de varianza-covarianza. De esta manera se calcula su mayor probabilidad de que un píxel pertenezca a una determinada clase y no a otra en función a su probabilidad. Este método de clasificación es uno de los más complejos y por lo tanto se realizan gran cantidad de cálculos, pero es uno de los métodos más confiables debido a que se ajusta fielmente a la distribución verdadera de los datos.

**Tabla 1. Algoritmos de clasificación de pixeles**

Cálculo	Ecuación	Detalles de los componentes
Máxima probabilidad	$p(x/A) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_A} e^{\left\{-\frac{(ND_x - \overline{ND}_A)^2}{2\sigma_A^2}\right\}}$	$\overline{ND}_A$ : Media de la clase A $\sigma_A^2$ : Media de la clase B $p(x/A)$ : Probabilidad de que un pixel X (definido por $ND_x$ ) pertenezca a la clase A

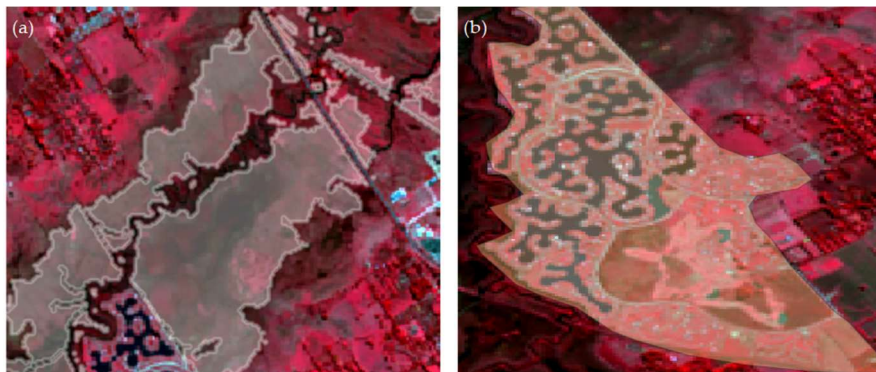
Fuente: Elaboración propia

Por último, en la fase de verificación se procedió a examinar los resultados alcanzados en la fase de asignación. La evaluación pretende obtener un valor cuantitativo de la exactitud de la clasificación digital con la finalidad de lograr un producto cartográfico que representa con la mayor fiabilidad las características de interés del área de estudio. Los procedimientos para la verificación de resultados se basan en la comparación entre la cartografía obtenida y aquella información de referencia (fotografías aéreas, muestreo espacial, etc.) utilizada para la estimación del error de los resultados (Chuvioco, 2007; Primera y Gandini, 2014).

### **Digitalización en pantalla**

La digitalización en pantalla de las coberturas de humedales y de la urbanización dispersa se llevó a cabo mediante la utilización del software Qgis y se realizó teniendo en cuenta los criterios de interpretación visual anteriormente mencionados, sobre imágenes satelitales correspondiente a cada año en composición falso color compuesto estándar. El formato elegido para la digitalización fue el vectorial. En la figura 6 se observa a modo de ejemplo cómo se crearon los polígonos.

**Figura 6. Digitalización de polígonos (a) Humedales (b) Urbanización dispersa**



Fuente: Elaboración de la autora con Qgis, imágenes satelitales Landsat 8 Oli año 2020

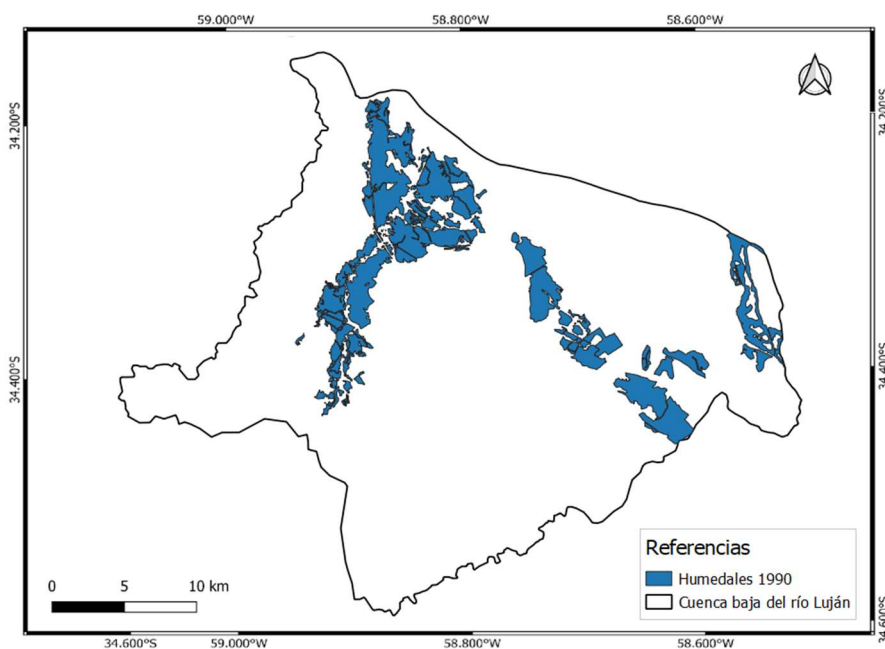
## **Resultados**

### **Cartografía temática**

La elaboración de la base de datos geográfica y de cartografía temática digital fue bajo el código de referencia EPSG 4326, esta proyección se asoció con el marco WGS 84. Las capas temáticas de los humedales y de las urbanizaciones cerradas fueron creadas, como se mencionó anteriormente con ayuda de una imagen satelital, mientras que el límite de la cuenca del río Luján fue tomado de Lanzelotti y Buzai (2015). El formato shapefile fue creado por el Grupo de Geografía y análisis espacial con Sistemas de Información

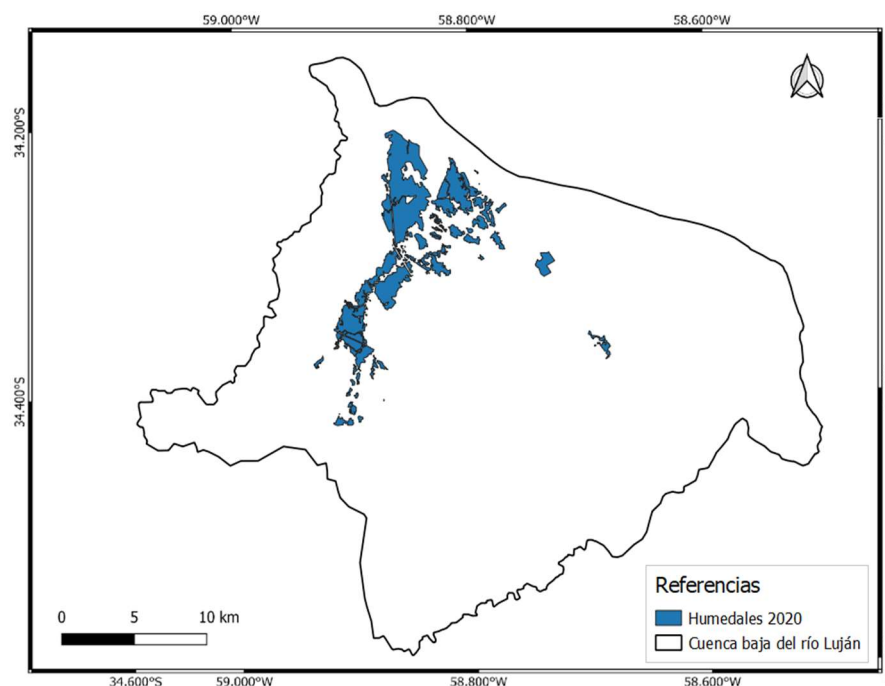
Geográfica (GESIG) del Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO) de la Universidad Nacional de Luján (UNLu). Así mismo, las capas de límites políticos (partidos) corresponden al Instituto Geográfico Nacional de Argentina (IGN). A continuación, en la figura 7 se observan los humedales del año 1990 y en la figura 8 los humedales del año 2020.

**Figura 7. Cartografía temática de humedales año 1990**



Fuente: Elaboración de la autora con Qgis. Sistema de proyección: EPSG 4326 WGS 84

**Figura 8. Cartografía temática de humedales año 2020**



Fuente: Elaboración de la autora con Qgis. Sistema de proyección: EPSG 4326 WGS 84

La ubicación de los humedales se encuentra en zonas próximas a cuerpos y cursos de agua, como el río Luján al norte y oeste del área de estudio, abarcando los partidos de Campana, Escobar, Pilar y Tigre. A partir de una base de datos alfanumérica, se pueden calcular las superficies de los humedales. Al analizar la tabla 2, se observa que en 1990 se contaba con 14.924 ha. de humedales, mientras que para el año 2020 se redujo a 5.758 ha., lo que indica una pérdida de 9.166 ha. a lo largo de 30 años. En la cuenca baja del río Luján, la superficie de humedales disminuyó del 11,4 % en 1990 al 4,11 % en 2020. El partido de Tigre es la zona que presenta la mayor pérdida de este ecosistema natural.

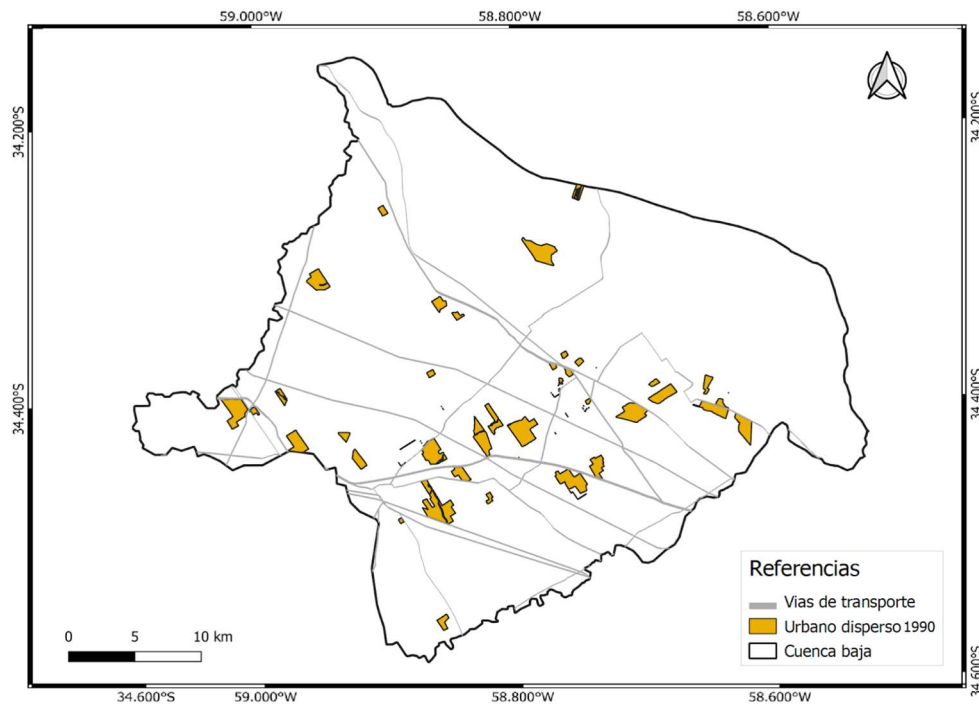
**Tabla 2. Ocupación de los humedales en la cuenca baja del río Luján**

Año	Superficie (ha.)	Porcentaje (%)
1990	14.924	11,4
2020	5.758	4,11

Fuente: Elaboración propia

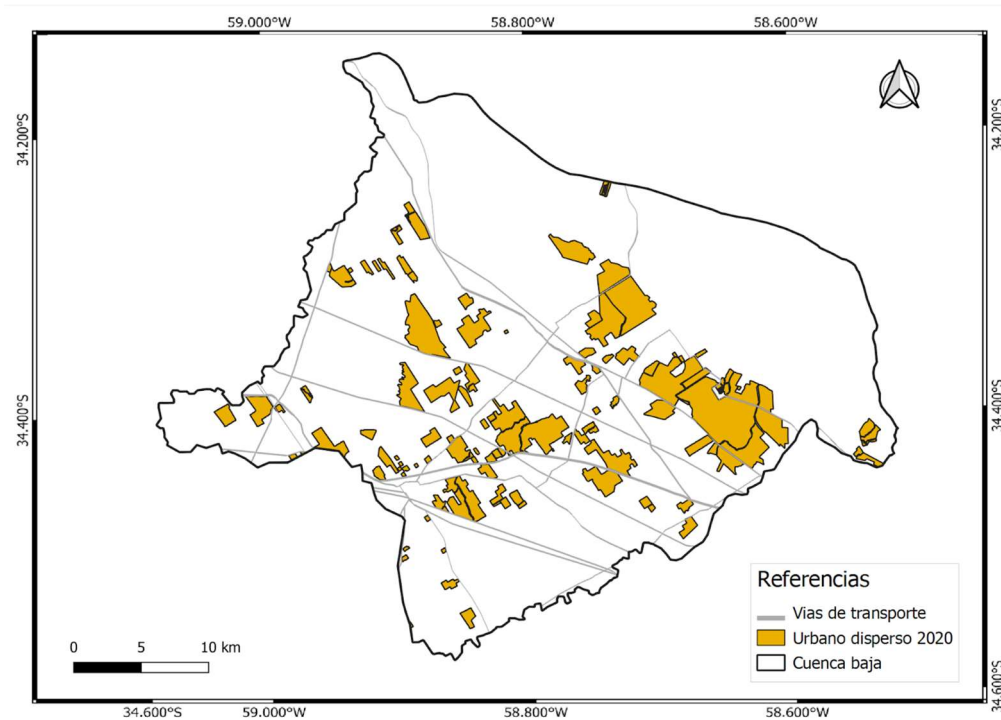
A diferencia de los humedales, las urbanizaciones cerradas han aumentado, en la figura 9 y 10 se observan las urbanizaciones cerradas para el año 1990 y 2020.

**Figura 9. Cartografía temática de humedales año 1990**



Fuente: Elaboración de la autora con Qgis. Sistema de proyección: EPSG 4326 WGS 84

**Figura 10. Cartografía temática de humedales año 2020**



Fuente: Elaboración de la autora con Qgis. Sistema de proyección: EPSG 4326 WGS 84

El análisis de los datos cartográficos indica que el crecimiento de las urbanizaciones cerradas en la cuenca baja durante los últimos 30 años, pasó del 2,6% al 12,9% de la ocupación total, este crecimiento ha sido significativo y ha representado un aumento de 13.428 ha. Esta tendencia puede estar relacionada con el aumento de la demanda de vivienda debido al crecimiento demográfico y la migración de la población a áreas urbanas en espacios periurbanos.

Los principales aumentos de urbanizaciones cerradas se observan en los partidos de Tigre y Pilar, lo que puede tener un impacto significativo en la planificación urbana y en la sostenibilidad de la cuenca. Además, es importante destacar que estas urbanizaciones suelen estar ubicadas en zonas de alto valor ecológico, como humedales y bosques, lo que puede tener un impacto negativo en la biodiversidad de la zona.

**Tabla 3. Ocupación de las urbanizaciones cerradas en la cuenca baja del río Luján**

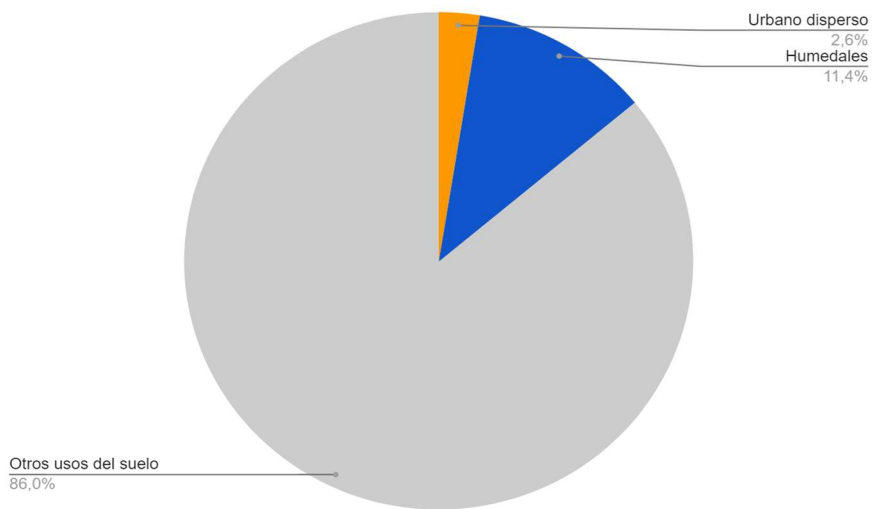
<b>Año</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
1990	3.371	2,58
2020	16.799	12,87

Fuente: Elaboración propia

En el año 1990, los humedales ocupan un total de 14.924 hectáreas (11,4%) y las urbanizaciones cerradas 3.371 hectáreas (2,6%). Sin embargo, para el año 2020 se produjo un cambio significativo en la distribución del suelo: los humedales disminuyeron drásticamente a 5.758 hectáreas (4,4% del territorio) y las urbanizaciones cerradas se expandieron a 16.799 hectáreas (12,9%). Estos cambios muestran una clara tendencia hacia la urbanización y la reducción de ecosistemas naturales en la cuenca baja del río Luján en los últimos 30 años.

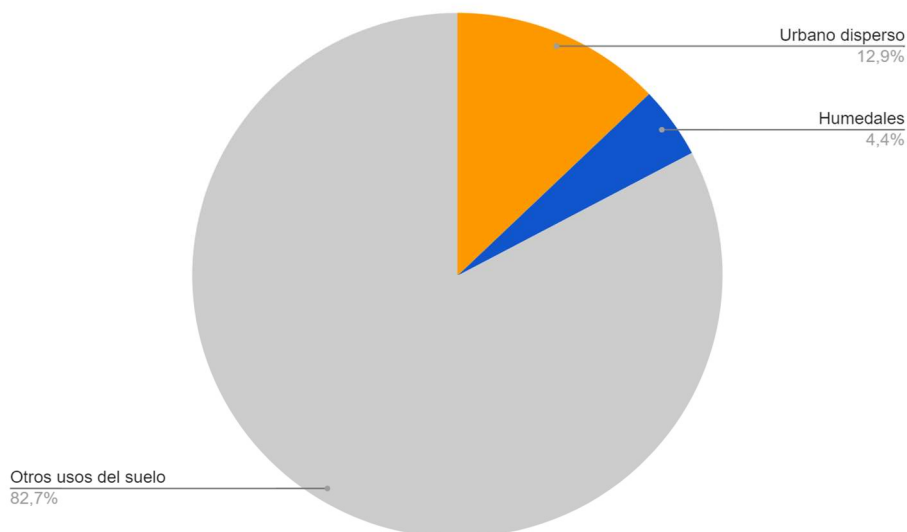
Los siguientes gráficos muestran el porcentaje de ocupación de los humedales y de la urbanización dispersa en el total de la cuenca baja para los cortes temporales.

**Figura 11. Porcentaje de usos del suelo año 1990**



Fuente: Elaboración de la autora

**Figura 12. Porcentaje de usos del suelo año 2020.**

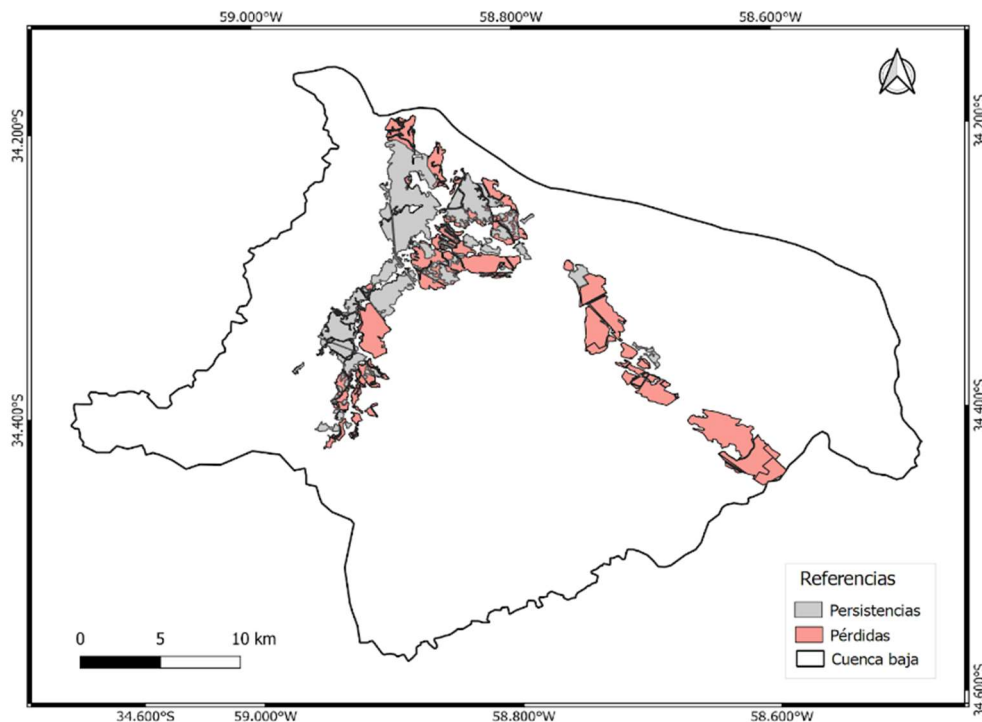


Fuente: Elaboración de la autora

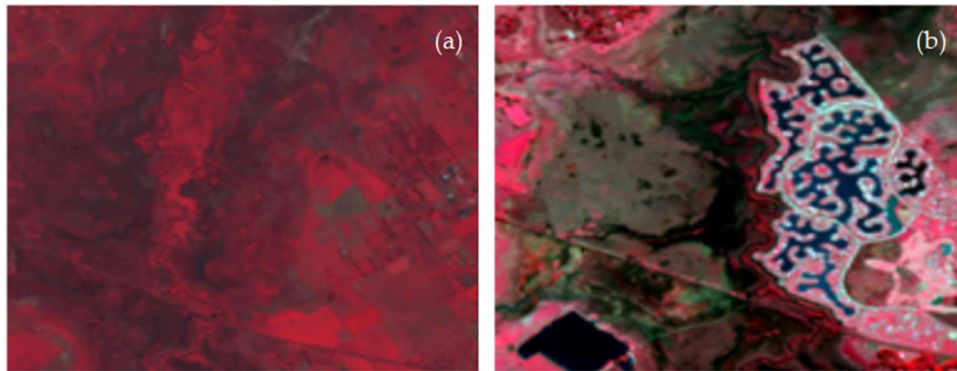
### Reducción de los humedales

En este trabajo, se utilizó cartografía dinámica que sirve para analizar cómo ha cambiado la distribución de los humedales con el tiempo. Para ello, se compararon mapas de los años 1990 y 2020, para obtener una nueva combinación que muestra los cambios, permanencias y pérdidas en hectáreas de los humedales. Se consideran ganancias aquellas zonas donde hubo avance de la categoría y pérdidas donde hubo retroceso o avance de otras categorías. La Figura 13 muestra en color rojo las hectáreas perdidas de humedales entre los años 1990 y 2020. Además, se registró que, de las 9.440 hectáreas perdidas, 5.473 se convirtieron en áreas urbanizadas cerradas. En la Figura 14 se presentan dos imágenes satelitales en composición falso color compuesto estándar. La Figura 14 (a) muestra el norte del partido de Pilar en 1990, donde se evidencia la presencia de humedales. En cambio, en la Figura 14 (b) se observa el country club San Sebastián en 2020, con varias etapas urbanísticas ya desarrolladas que evidencian una pérdida de los ecosistemas naturales debido al avance de las urbanizaciones cerradas en esta área de estudio.

**Figura 13. Pérdidas y persistencias de los humedales**



Fuente: Elaboración de la autora con Qgis. Sistema de proyección: EPSG 4326 WGS 84

**Figura 14. Pérdidas y persistencias de los humedales**

Fuente: Elaboración de la autora. (a) Imágenes satelitales Landsat 5 Tm año 1990.  
(b) Imágenes satelitales Landsat 8 Oli año 2020

### Conclusiones

Los resultados de este estudio inicial son de vital importancia, ya que proporcionan una comprensión sólida de la situación de los humedales en la cuenca baja del río Luján durante las últimas tres décadas. Se ha observado una disminución significativa en la superficie de humedales, pasando de 14.924 hectáreas en 1990 a 5.758 hectáreas en 2020. Esta pérdida es particularmente evidente en el partido de Tigre, y la proporción de superficie de humedales en la cuenca baja disminuyó del 11,4 % en 1990 al 4,11 % en 2020.

Este cambio, se relaciona directamente con el crecimiento de las urbanizaciones cerradas, que han experimentado un aumento sustancial, pasando del 2,6% al 12,9% de la ocupación total del suelo en la misma área de estudio. Este incremento representa un aumento de 13.428 hectáreas en estas últimas tres décadas. En particular, los partidos de Tigre y Pilar se destacan por presentar los mayores aumentos en urbanizaciones cerradas, lo que podría tener un impacto significativo en la planificación urbana y en la sostenibilidad de la cuenca.

Un aspecto crítico a destacar es que estas urbanizaciones a menudo se ubican en zonas de alto valor ecológico, como humedales y bosques forestales, lo que plantea preocupaciones adicionales en términos de la biodiversidad de la región. Este análisis de la distribución del suelo en 1990 y 2020 revela una clara tendencia hacia la urbanización y la reducción de los ecosistemas naturales en la cuenca baja del río Luján en las últimas tres décadas. Es esencial destacar que este estudio proporciona datos alfanuméricos y cartografía fundamentales para abordar los desafíos asociados a la conservación de humedales. Además, respalda de manera significativa la implementación de la Ley de Humedales de



Argentina (Ley 27.592), la cual subraya la importancia crucial de preservar estos ecosistemas, tanto por su valor en términos de biodiversidad como por su impacto directo en el bienestar humano. Por último, mencionar que la contribución de este estudio adquiere una importancia aún mayor al evidenciar la necesidad urgente de proteger y utilizar de manera sostenible estos espacios.

### Referencias bibliográficas

- Chuvieco, E. (2007). *Teledetección Ambiental: La observación de la Tierra desde el Espacio*. Madrid, España: Ariel.
- Conservación Ramsar sobre Humedales. (1971). *Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas*. Recuperado de [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/d\\_conv\\_es.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/d_conv_es.pdf)
- Instituto Geográfico Nacional de Argentina. *Capas vectoriales*. Recuperado de <https://www.ign.gob.ar/>
- INTA. (2021). El INTA inició el mapeo de la distribución y usos de humedales. *INTA informa*. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/noticias/el-inta-inicio-el-mapeo-de-la-distribucion-y-usos-de-humedales>
- Lanzelotti, S. y Buzai, G. (2015). *Delimitación de la cuenca del río Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina*. Informe Técnico 1 Proyecto PICT 2014-1388. Departamento de Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Luján. Universidad Nacional de Luján.
- Ley 27.592 de 2020. Ley de Humedales de Argentina. 15 de diciembre de 2020. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27592-345172/texto>
- Matteucci, S., Morello, J., Buzai, G., Baxendale, C., Silvia, M., Mendoza, N.,... Rodríguez, A. (2006). *Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural: El caso de la ecorregión pampeana*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Orientación Gráfica Editora.
- Pauleit, S., Ennos, R. y Golding, Y. (2005). Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change – a study in Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*, 71 (2-4), 295-310. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(04\)00083-0](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(04)00083-0)
- Primera, M., y Gandini, M. (2014). *Procesamiento II: Guía práctica de Métodos de Clasificación supervisados y no supervisados*. Azul, Buenos Aires: Maestría en

Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Ramsar, (2018). Los humedales, el ecosistema más valioso del mundo. Disponible en:

<https://www.ramsar.org/news/wetlands-worlds-most-valuable-ecosystem-disappearing-three-times-faster-forests-warns-new>

Romero, H., Ordenes, F. y Vásquez, A. (2003). Ordenamiento territorial y desarrollo sustentable a escala regional, ciudad de Santiago y ciudades intermedias en Chile.

En E. Figueroa y J. Simonetti. (Editores), *Globalización y biodiversidad: Oportunidades y desafíos para la sociedad chilena Santiago*. (pp. 167-224). Santiago de Chile, Chile: Editorial de Universidad de Chile.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. *Humedales*. Disponible en:

<https://www.iucn.org/es/temas/humedales>