

## CONSTRUCCIÓN DE UN ÍNDICE SINTÉTICO PARA ESTIMAR LA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN

**Gastón I. Díaz**

Universidad Nacional de Luján

[gaston23di@gmail.com](mailto:gaston23di@gmail.com)

**Eloy Montes Galbán**

Universidad Nacional de Luján - Instituto de Investigaciones Geográficas / CONICET

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

**Noelia Principi**

Universidad Nacional de Luján - Instituto de Investigaciones Geográficas / CONICET

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

### RESUMEN

La transformación de los ambientes naturales como producto del proceso de urbanización y los cambios en los usos del suelo genera impactos sobre el funcionamiento de los ecosistemas y los beneficios que estos aportan a la sociedad. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo construir un índice sintético para estimar la provisión potencial de servicios ecosistémicos en los municipios de la cuenca del río Luján mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica y métodos de análisis espacial multivariado. La metodología se basó en el procedimiento de Puntaje de Clasificación Espacial (PCE), integrando indicadores ambientales vinculados a cobertura forestal, presencia de humedales, vigor de la vegetación (NDVI) y carbono orgánico del suelo. Los resultados evidencian diferencias espaciales significativas entre los municipios de la cuenca, identificando las áreas con mayor potencial ecosistémico asociadas a una mayor presencia de ambientes naturales y menores niveles de transformación antrópica. En contraste, los municipios con mayor urbanización presentaron valores críticos del índice. Asimismo, el trabajo destaca la importancia de las Tecnologías de Información Geográfica como herramientas para la generación de diagnósticos ambientales y apoyo a la planificación y el ordenamiento territorial sostenible.

**Palabras clave:** Servicios ecosistémicos, Sistemas de Información Geográfica, Índice sintético, Municipios de la cuenca del Río Luján.

### ABSTRACT

The transformation of natural environments resulting from urbanization process and land-use changes generates impacts on ecosystem functioning and on the benefits these ecosystems provide to society. In this context, the present study aims to construct a synthetic index to estimate the potential provision of ecosystem services in the municipalities of the Luján River Basin through the use of Geographic Information Systems and multivariate spatial analysis methods. The methodology was based on the Spatial Classification Score (Puntaje de Clasificación Espacial, PCE) procedure, integrating environmental indicators related to forest cover, wetland presence, vegetation vigor (NDVI), and soil organic carbon.

The results reveal significant spatial differences among the municipalities of the basin, identifying areas with higher ecosystem potential associated with a greater presence of natural environments and lower levels of anthropogenic transformation. In contrast, the most urbanized municipalities presented critical index values. Furthermore, the study highlights the importance of Geographic Information Technologies as tools for generating environmental assessments and supporting planning and sustainable land-use management.

**Keywords:** Ecosystem services, Geographic Information Systems, Synthetic index, Municipalities of the Luján River Basin.

## INTRODUCCIÓN

La creciente transformación de los ambientes naturales producto de los procesos de urbanización, expansión de las actividades productivas y modificación de los usos del suelo ha generado importantes impactos sobre el funcionamiento de los ecosistemas y sobre los beneficios que estos brindan a la sociedad. En este contexto, el estudio de los servicios ecosistémicos adquiere relevancia como perspectiva que permite comprender las interacciones que existen entre la sociedad y la naturaleza, así como para desarrollar herramientas que contribuyan a la planificación y al ordenamiento territorial.

De acuerdo con Fisher et al. (2009), los servicios ecosistémicos comprenden el conjunto de estructuras y funciones de los ecosistemas de las cuales la sociedad obtiene beneficios. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) los clasifica en cuatro grandes categorías: servicios de provisión, regulación, culturales y de soporte. Los servicios de provisión refieren a los bienes materiales obtenidos de los ecosistemas, tales como alimentos, agua dulce o materias primas; los servicios de regulación corresponden a procesos ecológicos que contribuyen al mantenimiento de las condiciones ambientales, como la regulación climática, el ciclo hidrológico o la polinización; los servicios culturales se relacionan con aspectos recreativos, identitarios y paisajísticos; mientras que los servicios de soporte constituyen la base ecológica que posibilita el funcionamiento de los restantes servicios, incluyendo procesos como la formación de suelo, el ciclo de nutrientes y la producción de biomasa.

La evaluación espacial de los servicios ecosistémicos requiere de un enfoque metodológico integrador debido a la complejidad de los procesos ecológicos y a la necesidad de integrar variables ambientales heterogéneas. En este sentido, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen herramientas fundamentales para el análisis territorial y ambiental. Según Teixeira et al. (1992:24), los SIG son “un conjunto de programas, equipamientos, metodologías, datos y personas (usuarios) perfectamente integrados, de manera que hace

posible la recolección de datos, almacenamiento, procesamiento y análisis de datos georreferenciados, así como la producción de información derivada de su aplicación”. De esta manera, las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) permiten integrar información espacial proveniente de múltiples fuentes, facilitando la generación de diagnósticos ambientales y la identificación de patrones espaciales asociados al funcionamiento ecosistémico.

En las últimas décadas, el empleo de indicadores ambientales y técnicas de análisis espacial ha permitido desarrollar índices sintéticos orientados a representar distintas dimensiones ambientales y territoriales. Estos índices constituyen herramientas útiles para simplificar información compleja, identificar desigualdades espaciales y aportar criterios para la toma de decisiones. En este marco, el presente trabajo propone la construcción de un índice sintético para estimar la provisión potencial de servicios ecosistémicos en los municipios de la cuenca del río Luján, a partir de la integración de indicadores ambientales (cobertura forestal, presencia de humedales, vigor de la vegetación y carbono orgánico del suelo) y métodos de análisis espacial cuantitativos con Sistemas de Información Geográfica.

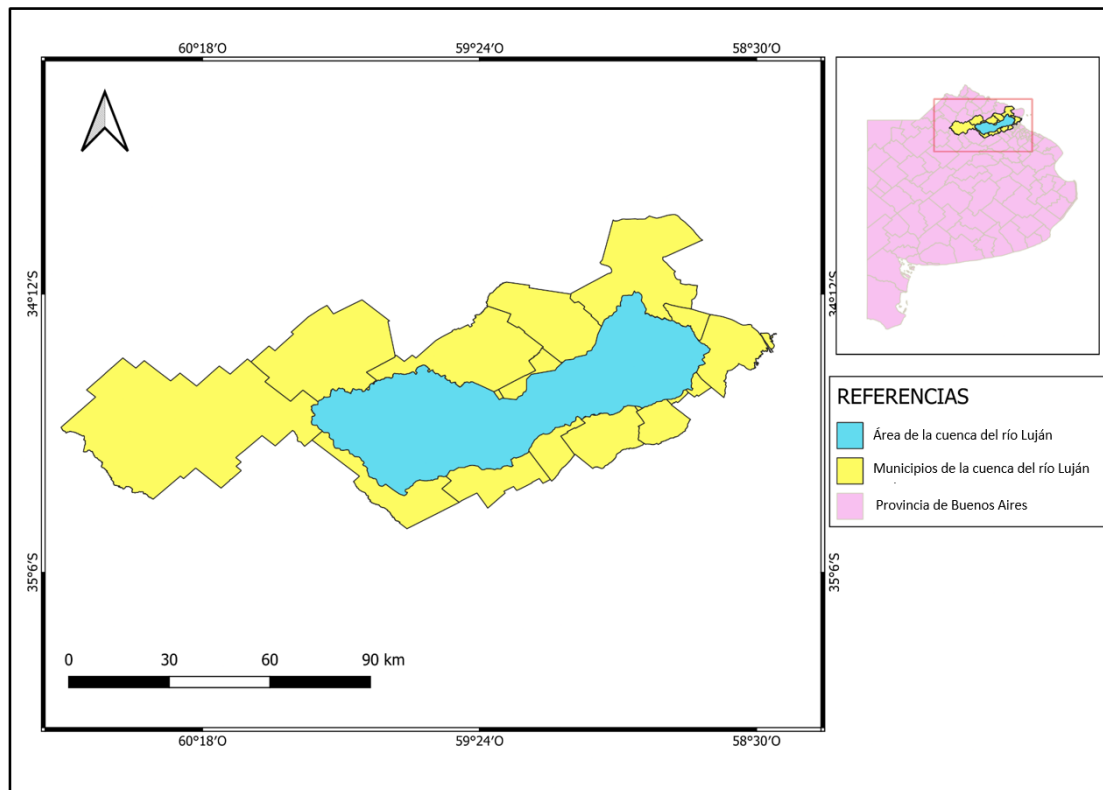
Metodológicamente, el estudio se apoya en el procedimiento de Puntaje de Clasificación Espacial (PCE), definido por Buzai (2003) como una metodología de análisis multivariado basada en la estandarización de variables y en la obtención de un puntaje resumen para su representación cartográfica y análisis espacial. El procedimiento implica la transformación de una Matriz de Datos Originales (MDO), integrada por valores absolutos provenientes de distintas capas temáticas, en una Matriz de Datos Estandarizada (MDE) con valores estandarizados en un rango de 0 a 100. Esta metodología posibilita integrar variables con diferentes unidades de medida y construir una representación sintética de la distribución espacial del fenómeno estudiado (Buzai y Montes Galbán, 2020).

La cuenca del río Luján constituye un área de particular interés debido a las transformaciones territoriales registradas durante las últimas décadas, caracterizadas por la expansión urbana, la presión sobre los humedales y la creciente fragmentación de ambientes naturales. Estas dinámicas generan tensiones entre los procesos de ocupación territorial y la conservación de las funciones ecosistémicas, afectando de manera diferencial la capacidad de los municipios para proveer servicios ecosistémicos. En este sentido, la elaboración de herramientas de diagnóstico territorial basadas en análisis espacial contribuye a identificar áreas con diferentes niveles de aptitud ambiental y aporta insumos relevantes para la planificación territorial y la gestión sostenible del territorio.

**ÁREA DE ESTUDIO**

La cuenca del río Luján es el sistema hídrico más importante de la región metropolitana de Buenos Aires (RMBA), por su desarrollo y caudal, el cual alcanza en promedio los 5,37 m<sup>3</sup>/s (Silva Busso, 2010, citado en Buzai et al., 2016), situada al noreste de la provincia de Buenos Aires, limitando al norte con las cuencas del arroyo de la Cruz y del río Areco; al oeste y al sur con la cuenca del río Salado y al sureste con la cuenca del río Reconquista (Buzai et al., 2024) y comprendiendo los partidos de: Luján, Pilar, General Rodríguez, Moreno, Mercedes, Tigre, Suipacha, Carmen de Areco, San Andrés de Giles, Exaltación de la Cruz, Campana, Escobar, Malvinas Argentinas, José Clemente Paz y Chacabuco. Su superficie total es de 3300 km<sup>2</sup> y una extensión de 164,78 km (COMILU, 2026).

El río Luján comienza su cauce en la confluencia de los arroyos El Durazno y los Leones, en Suipacha, recibiendo aportes de los arroyos Moyano, Grande, Oro, Gutiérrez, Pereyra, Chañar, Larena, Carabassa, Haras, Las Flores y Del Pescado. Otros arroyos a mencionar en el recorrido son Tajamar, Escobar, Garín y Claro, Las Tunas y el Río Reconquista, hasta desembocar en el río de La Plata. Cabe agregar que la cuenca también se puede dividir en áreas urbanizadas, periurbanas y rurales, generando disparidades entre los crecimientos poblacionales y lógicas de ocupación del territorio que puedan darse entre los municipios (COMILU, 2026).

**Figura 1.** Área de la cuenca del río Luján y municipios

Fuente. Elaboración propia en base a datos provenientes de COMILU (2026)

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Selección de fuentes y variables*

Los conjuntos de datos fueron seleccionados de diferentes fuentes como son el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), en el caso de “probabilidad de humedales”<sup>1</sup> (Imágenes satelitales tomadas del Landsat 5 Thematic Mapper (TM) y Landsat 8, procesadas en Google Earth Engine con JavaScript). Cabe aclarar que esta capa raster surge a partir de la combinación de los índices los índices de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), de vegetación ajustado al suelo (SAVI), de humedad de diferencia normalizada (NDWI) y normalizado de humedad modificado (MNDWI).

También fue seleccionada la capa “carbono orgánico en suelos” de la fuente antes mencionada. Dicha variable sirve para evaluar la calidad de los suelos y elaborar estrategias para la toma de decisiones en lo que respecta a usos del suelo.

La información perteneciente a “cobertura forestal” (en este caso fue filtrada del mapa global de cobertura forestal), proviene de los satélites Sentinel 1 y 2 del año 2020-2021, con una resolución espacial de 10 m. Por otro lado, resulta importante mencionar la utilidad que los índices de vegetación poseen, los cuales brindan un parámetro sobre la calidad de la

<sup>1</sup> Mapa de almacenamiento de carbono en los suelos de la República Argentina. 2023 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria <https://geo-backend.inta.gob.ar/catalogue/#/dataset/487>

vegetación a partir de los datos de biomasa fotosintéticamente activa (Gilabert et al., 1997, citado en Pagot et al., 2026), siendo este comprendido en un rango de -1 a +1 para su monitoreo y toma de decisiones en base a esto. Para obtener el NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada), se plantea la relación de reflectancia entre las bandas del infrarrojo cercano (NIR) y el rojo (Red) del espectro electromagnético

**Tabla 1.** Fuentes de datos

| Conjunto de datos                             | Descripción                                                                                                                                                                                                                                             | Fuente                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Probabilidad de humedales                     | Capa temática de probabilidad de humedales que va de 0-100%. En este caso, la capa ha sido reclasificada tomando a partir del 70-100% como 2 a la superficie existente de humedales, 1 sin humedales, y a su vez, ha sido recortada al área de estudio. | Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) <a href="https://geobackend.inta.gob.ar/catalogue/#/?q=humedal&amp;d=666%3Bdataset">https://geobackend.inta.gob.ar/catalogue/#/?q=humedal&amp;d=666%3Bdataset</a> |
| Carbono orgánico en suelos                    | Capa temática con valores correspondientes al contenido de carbono orgánico en suelos a 30 cm de profundidad, expresados en Ton/Ha. En este caso, la capa ha sido recortada al área de estudio.                                                         | Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) <a href="https://geonodo05.inta.gob.ar/catalogue/#/dataset/89">https://geonodo05.inta.gob.ar/catalogue/#/dataset/89</a>                                           |
| Cobertura forestal                            | Capa temática reclasificada tomando como valores 1 a la existencia de cubiertas forestales. En este caso, la capa ha sido recortada al área de estudio.                                                                                                 | Agencia Espacial Europea (ESA) <a href="https://forest-observatory.ec.europa.eu/forest">https://forest-observatory.ec.europa.eu/forest</a>                                                                             |
| NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) | Capa temática de índice de vegetación de diferencia normalizada, recortada al área de estudio                                                                                                                                                           | Agencia Espacial Europea (ESA) <a href="https://www.earthdata.nasa.gov/data/catalog/lpcloud-mod13q1-061#toc-product-summary">https://www.earthdata.nasa.gov/data/catalog/lpcloud-mod13q1-061#toc-product-summary</a>   |

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 2.** Rango de clasificación

| Rango  | Categorías         | Color                                                                                |
|--------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 0-18   | Crítico (Muy bajo) |  |
| 18-36  | Bajo               |  |
| 36-54  | Medio              |  |
| 54-72  | Alto               |  |
| 72-100 | Óptimo o Muy alto  |  |

Fuente. Elaboración propia

### ***Tratamiento de la información***

A los fines de realizar un análisis espacial adecuado, se concretó el procedimiento de Puntaje de Clasificación Espacial (PCE), el cual es una metodología de análisis multivariado simple que se basa en la estandarización de las variables utilizadas para el análisis y la generación de un puntaje resumen para su mapeo y consiguiente análisis de la distribución espacial (Buzai, 2003). De acuerdo a Buzai y Montes Galbán (2020) como primer paso, se toman las entidades poligonales, transformando una Matriz de Datos Originales (MDO), con valores absolutos, procedentes de las tablas de atributos de las capas de información seleccionadas, a una Matriz de Datos Estandarizada (MDE), para, de esta forma, llevarlos a un rango de puntaje estandarizado, con valores porcentuales que van de 0 a 100. Dicha clasificación se aplica para variables en sentido de beneficio (connotación favorable) o de costo (connotación negativa o desfavorable).

Cabe destacar que las variables fueron tratadas en sentido de beneficio. Esto significa que sus máximos valores expresan una situación de máxima favorabilidad (Buzai, 2013).

En la tabla de atributos con los valores originales utilizados fueron:

- Superficie de humedales => sup\_hum
- superficie de cobertura forestal => sup\_forest
- Promedio de carbono orgánico en suelo => cos\_prom
- NDVI promedio => ndvi\_prom

Los valores estandarizados quedaron como: Sup\_hum\_o; forestal\_o; cos\_o; ndvi\_o; cebo (Donde se obtiene el rango de valores de 0 a 100 para cada partido)

**Figura 2.** Cálculo de clasificación puntaje omega

$$\Omega = \left( \frac{x_i - x_m}{x_M - x_m} \right) \times 100$$

Fuente. Buzai (2013)

En la figura 2, se observan los valores del indicador seleccionado, que dará origen a la MDO, donde  $x_i$  es la medición para la unidad espacial de rango  $i$ ,  $x_m$  es el valor mínimo del conjunto de datos y  $x_M$  es el valor máximo del conjunto de datos, por último, este resultado es multiplicado por cien, para ser llevado sus valores originales entre 0 y 100 y facilitar así su interpretación. Si el puntaje  $\Omega$  (omega) se aplica en variables de beneficio las unidades

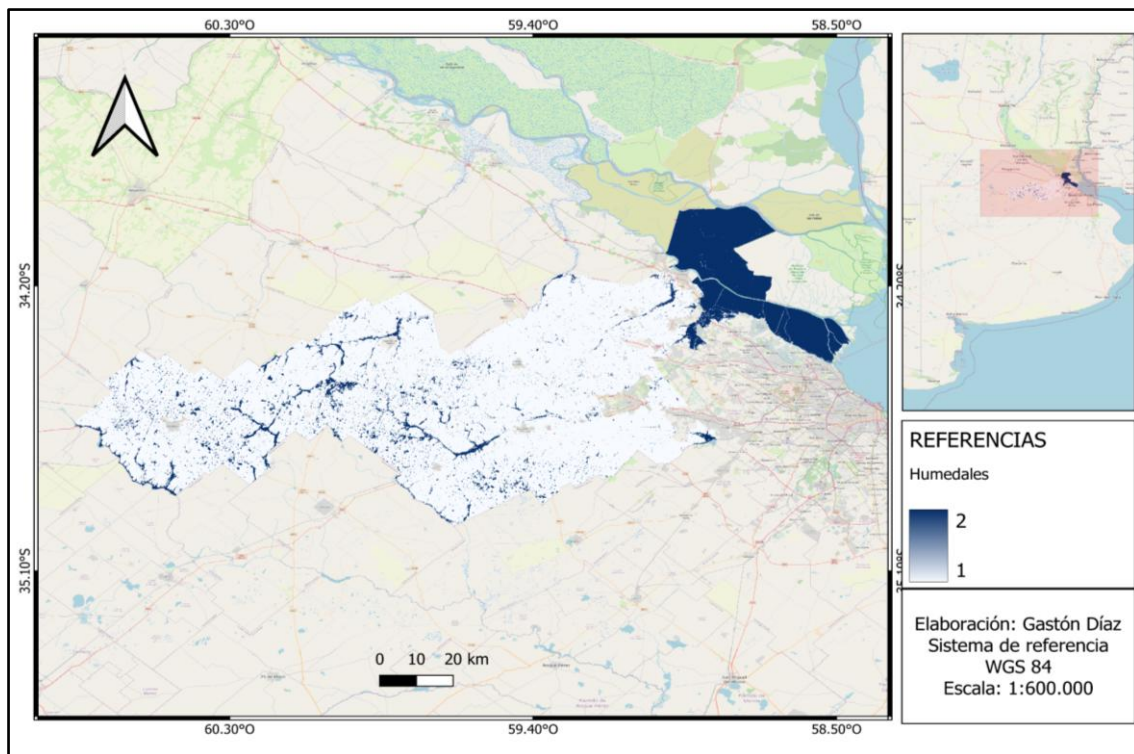
espaciales en mejores situaciones tenderán a 100 y las de peores situaciones tenderán a 0, si se aplica en variables de costo la interpretación será inversa. A partir de esta estandarización se realizan mapas de puntajes de clasificación espacial con variables de beneficio y variables de costo, los cuales presentarán configuraciones espaciales inversas (Buzai y Montes Galbán, 2020).

A partir de los PCE, fueron utilizados intervalos iguales en el tratamiento de los datos geográficos en el Software *QGIS*, lo cual permitió obtener un total de cinco categorías y colores identificatorios para los diferentes rangos de valores, siendo el rango 0-18 el más crítico en cuanto a puntaje, mientras que el rango 70-100 fue el más alto y que mejores condiciones de proveer servicios ecosistémicos presenta.

## RESULTADOS

En la figura 3, se observa la capa en formato *raster* de humedales reclasificada, dando como resultado el área de probabilidad de humedales igual o mayor a 70% con el valor 2, mientras que el valor 1 representa a la probabilidad menor a 70%.

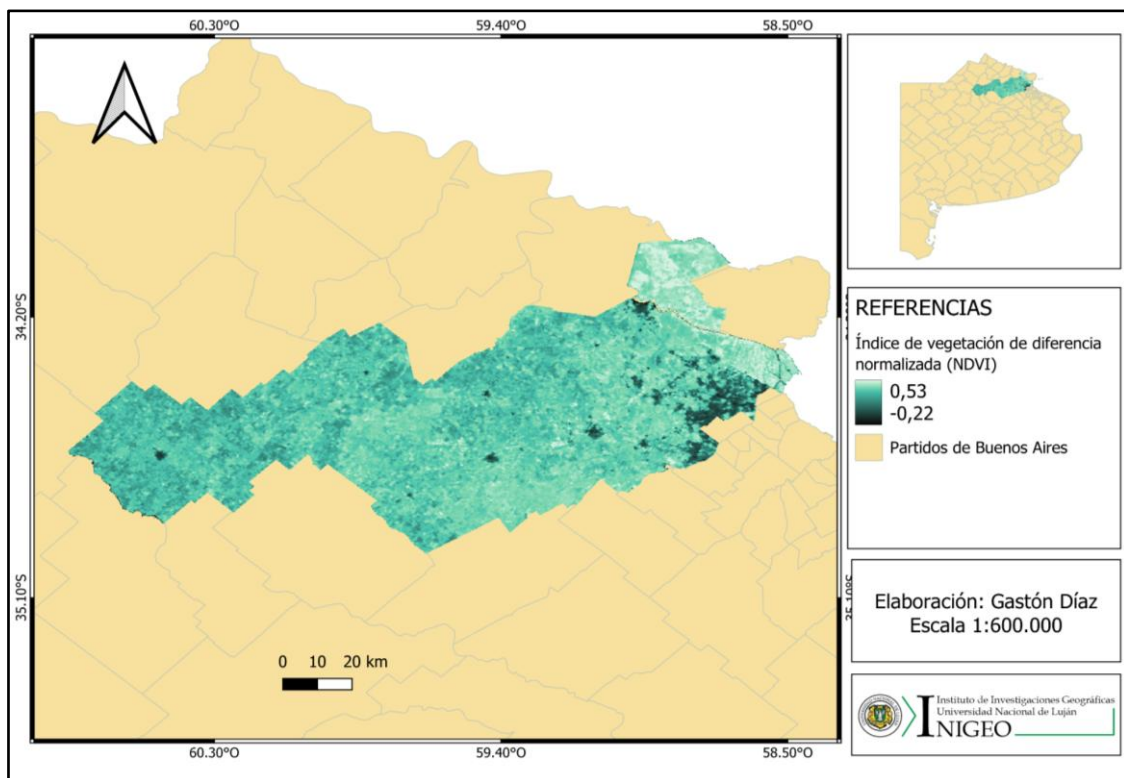
**Figura 3.** Capa raster sobre humedales



Fuente. Elaboración propia

En la figura 4, se observa el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) aplicado a la cuenca del río Luján. El conjunto de datos original brindaba un rango de valores de -1 a 0.80, sin embargo, se tomó el rango -0.22 a 0.54, en donde por el método de cuantil, se lo clasificó en 5 categorías, siendo estas: -0.22; 0.34; 0.37; 0.41 y 0.53.

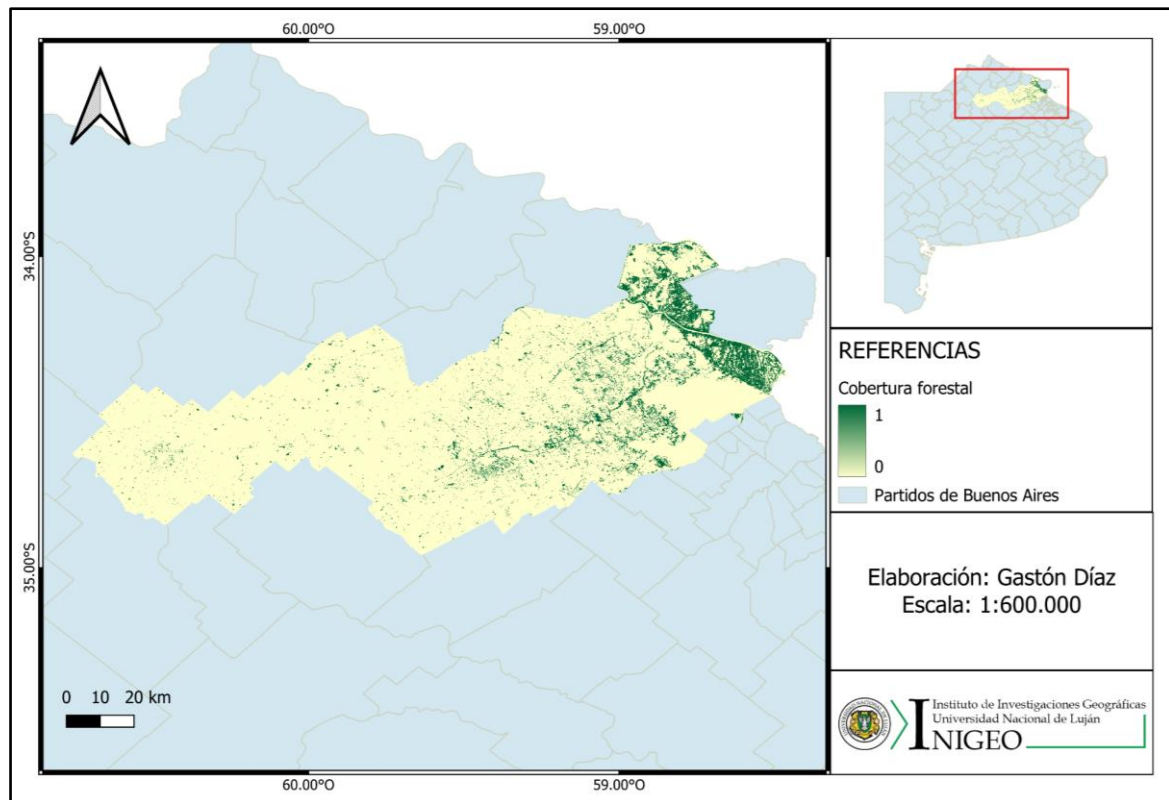
**Figura 4.** Capa raster reclasificada sobre NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada) en la cuenca del río Luján



Fuente. Elaboración propia

La figura 5 presenta la cobertura forestal. Dentro del proceso “*reclasificación por tabla*”, se clasificaron a los valores de existencia de cobertura forestal como 1, mientras que a las demás cubiertas como 0.

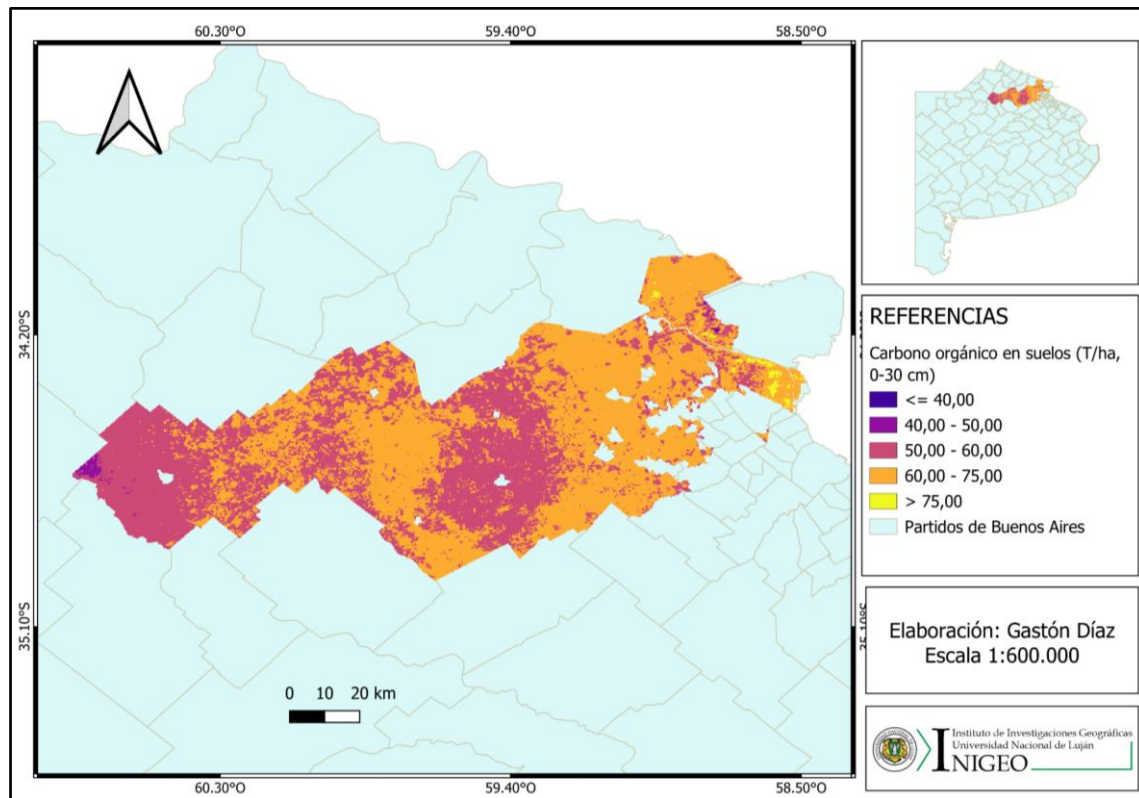
Por otro lado, monitorear la superficie existente de cobertura forestal, como también de usos del suelo, sirve para llevar a cabo acciones de planificación en lo que respecta a conservación y manejo sustentable de los recursos naturales. De dicha planificación, también pueden derivar estudios sobre emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero)

**Figura 5.** Capa raster reclasificada de cobertura forestal

Fuente. Elaboración propia

A la hora de analizar el dato de Carbono Orgánico en Suelo (COS) a 30 cm de profundidad (Figura 6), se realizó la clasificación por el modo cuantil en cinco (5) rangos de valores expresados en Ton/Ha, siendo estos: 35-40, 40-50, 50-60, 60-75 y 75-84. Aumentar las reservas de COS ayuda a mitigar el cambio climático mediante la reducción de CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono) en la atmósfera (FAO, 2017).

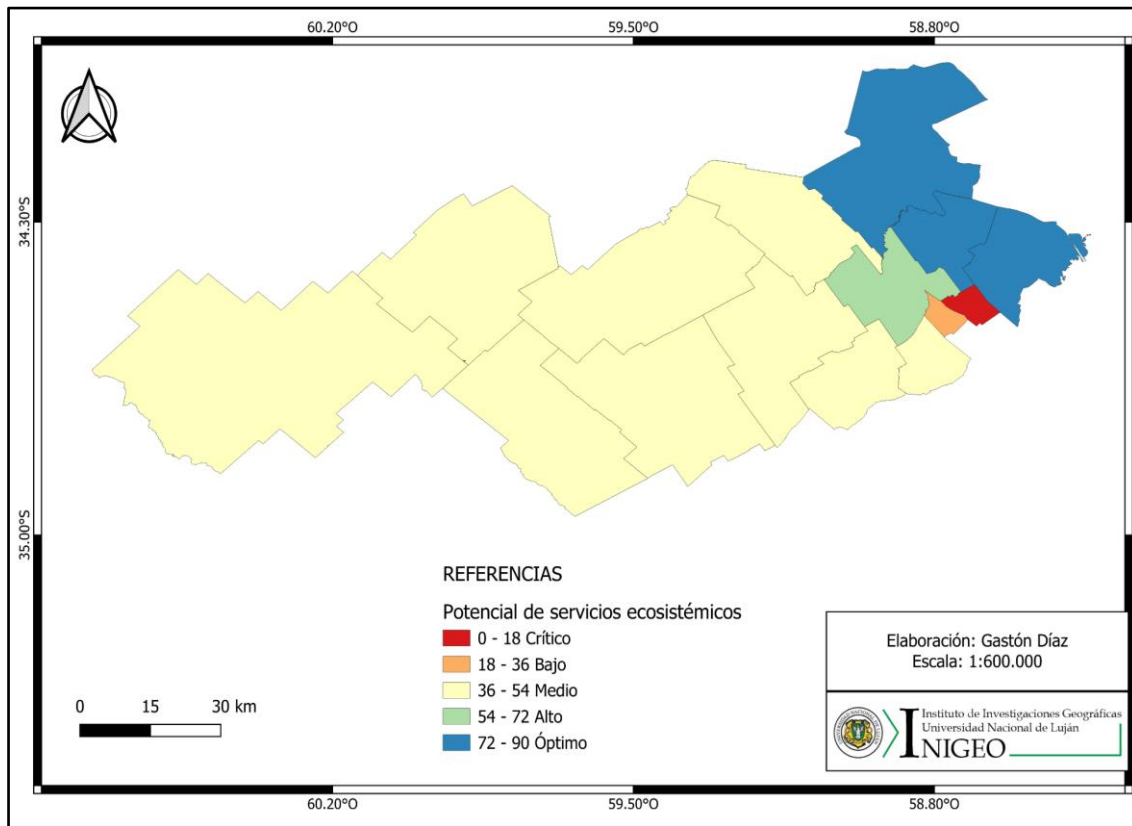
Identificar y mapear los valores de carbono orgánico en suelos sirve como aporte a la toma de decisiones en materia de conservación ambiental, de estrategias de producción de alimentos, como así también a reconocer sitios con potencial de secuestro de carbono.

**Figura 6.** Capa raster reclasificada de carbono orgánico en suelos a 30 cm de profundidad

Fuente. Elaboración propia

En la figura 7, se puede observar el Índice de potencial de servicios ecosistémicos en formato Shapefile (.SHP). Sin embargo, para hacer posible su carga al geovisor de la cuenca del río Luján<sup>2</sup>, ésta tuvo que ser convertida al formato GeoJSON con sus estilos en formato SLD. Además, no fue posible la carga de las capas en formato raster (.GeoTIFF), dado que hubo limitaciones técnicas.

<sup>2</sup> El geovisor “Atlas web de Geografía Humana de la Cuenca del Río Luján” está disponible en: <https://cidetic.gitlab.io/atlas-web/>. Fue realizado con apoyo del Centro de Investigación, Docencia y Extensión en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CIDETIC) de la Universidad Nacional de Luján, en el marco de un proyecto de extensión dirigido por la Dra. Noelia Principi y el Dr. Eloy Montes Galbán.

**Figura 7.** Índice de Potencial de Servicios Ecosistémicos en la cuenca del río Luján

Fuente. Elaboración propia

En el índice sintético de servicios ecosistémicos se destacan algunas observaciones como son el potencial medio (Valoración que va de 36-54), presente en gran parte de los municipios de la cuenca del río Luján, el potencial óptimo en los partidos de Tigre, Campana y Escobar, mientras que, la condición crítica (0-18) en Malvinas Argentinas, y el bajo potencial (18-36) por parte de José C. Paz, son otros datos a considerar en el análisis.

## CONSIDERACIONES FINALES

La construcción del índice sintético permitió integrar distintos indicadores ambientales vinculados a la cobertura forestal, presencia de humedales, vigor de la vegetación y carbono orgánico del suelo, posibilitando una aproximación espacial a la provisión potencial de servicios ecosistémicos en los municipios de la cuenca del río Luján. En este sentido, la metodología aplicada facilitó la representación cartográfica de patrones territoriales complejos mediante la aplicación de métodos de análisis espacial multivariados con Sistemas de Información Geográfica.

Los resultados obtenidos evidencian la existencia de diferencias espaciales entre los municipios de la cuenca, asociadas a las dinámicas de urbanización, fragmentación de ambientes naturales y transformación de los usos del suelo. Asimismo, variables como la presencia de humedales, la cobertura forestal y los niveles de carbono orgánico en suelo demostraron ser relevantes para identificar áreas con mayor potencial ecosistémico y sectores sometidos a mayores presiones ambientales. Adentrándonos en los principales hallazgos, podemos concluir que existe una notoria diferencia entre aquellos municipios que poseen una alta aptitud, como los casos de Tigre, Escobar y Campana, que registran valores en el rango de 72-90 de aquellos que presentan un estado crítico, como son José Clemente Paz, con un rango de puntaje 18-36, y Malvinas Argentinas, con un rango de puntaje de 0-18. Dichas diferencias pueden deberse a la superficie y el tamaño de la población y por ende los efectos antrópicos sobre cada partido, otro factor a mencionar es el porcentaje de áreas verdes o entornos naturales.

Finalmente, el trabajo destaca la importancia de las Tecnologías de Información Geográfica como herramientas de apoyo para la gestión ambiental y el ordenamiento territorial. La generación de cartografía temática e índices sintéticos contribuye a simplificar información compleja y aportar insumos para la toma de decisiones orientadas a la conservación de los ecosistemas y al manejo sostenible del territorio. Asimismo, futuras investigaciones podrán incorporar nuevas variables e indicadores que permitan profundizar el análisis de los servicios ecosistémicos en la cuenca.

## BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA ESPACIAL EUROPEA (ESA) (2025) Disponible en: <https://forest-observatory.ec.europa.eu/forest>.

BUZAI, G. (2003) *Mapas sociales urbanos*. Buenos Aires: Lugar Editorial.

BUZAI, G. D., LANZELOTTI, S., PRINCIPI, N. Y MONTES GALBÁN, E. (2019). *Atlas de Geografía Humana de la cuenca del río Luján*. Buenos Aires: IBAE.

BUZAI, G. (2013) *Sistemas de información geográfica SIG: Teoría y aplicación*. Luján: Universidad Nacional de Luján

BUZAI, G., BAXENDALE, C., HUMACATA, L., CACACE, G., DELFINO, H., LANZELOTTI, S. Y PRINCIPI, N. (2016). *Geografía y Análisis Espacial. Aplicaciones urbano-regionales con Sistemas de Información Geográfica*. Luján: Editorial de la Universidad Nacional de Luján.

BUZAI, G. D. Y MONTES GALBÁN, E. (2020). El mapa social de la ciudad de Córdoba (Argentina): Construcción cuantitativa e interpretación modelística. *Cuadernos Geográficos*. 59(1), 299–315. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i1.8463>

BUZAI, G., LANZELOTTI, S., PRINCIPI, N., MONTES GALBÁN, E. Y HUMACATA, L. (2024) Atlas de Geografía Humana de la cuenca del río Luján. *Red Sociales*. 11 (5), 1-22.

COMITÉ DE CUENCA DEL RÍO LUJÁN (COMILU) (2026). Disponible en: <https://www.gba.gob.ar/comilu/mapas>.

ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (FAO) (2017) *Carbono orgánico del suelo: el potencial oculto*. Roma: ONU. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6e5e1fa9-ef55-4198-9160-fa580483f991/content>

PAGOT, M., RODRIGUEZ, M.I., JUANEDA, M., FERREYRA, A., RODRIGUEZ, A. & SMREKAR, M. (2026) *Valoración de índices de clorofila con datos Sentinel-2 en el embalse San Roque, Córdoba, Argentina*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2026-01-10>.

QGIS. (2025). *QGIS Geographic Information System*. QGIS Association (3.40.7). Disponible en: <http://www.qgis.org>.

TEIXEIRA, A. L. A., MORETTI, E. Y A. CRISTOFOLETTI, A. (1992). *Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica*. Rio Claro: do autor.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). (2005). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington: Island Press.

---

Recibido: 10 de mayo de 2026 / Aprobado: 5 de junio de 2026 / Publicado: 22 de junio de 2026

© 2026 Los autores



Esta obra se encuentra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0. Internacional. Reconocimiento - Permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas siempre y cuando reconozca y cite al autor original. No Comercial – Esta obra no puede ser utilizada con fines comerciales, a menos que se obtenga el permiso.