ISSN 1011-484X • e-ISSN 2215-2563
Número 76(1) • Enero-junio 2026
Doi: http://dx.doi.org/10.15359/rgac.76-1.6
Páginas de la 1 a la 26
Recibido: 12/03/2024 • Aceptado: 29/11/25
URL: www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/

Hacia una expansión urbana sostenible en Luján (Argentina): análisis de aptitud mediante evaluación multicriterio

Towards sustainable urban expansion in Luján (Argentina): suitability analysis using multi-criteria assessment

Rumo à expansão urbana sustentável em Luján (Argentina): análise de adequação por meio de avaliação multicritério

Noelia Principi[1]
Universidad Nacional de Luján - CONICET

Matías Costante[2]
Universidad Nacional de Luján

Resumen

El trabajo tiene como objetivo determinar las áreas más aptas para el crecimiento o desarrollo urbano en el partido de Luján, Argentina, utilizando técnicas de evaluación multicriterio (EMC). Para ello, se empleó una metodología que integró el proceso de análisis jerárquico (AHP) y la suma lineal ponderada (WLC), aplicados en un sistema de información geográfica (SIG). Las variables consideradas incluyeron factores ambientales, hidrológicos y socioeconómicos, como la accesibilidad y la infraestructura.

1 Doctora en Geografía, Instituto de Investigaciones Geográficas - Universidad Nacional de Luján / Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), nprincipi@unlu.edu.ar / noeliaprincipi@conicet.gov.ar, https://orcid.org/0000-0002-8819-6743

2 Matías Costante, Licenciado en Información Ambiental, Universidad Nacional de Luján, costantematias@hotmail.com, https://orcid.org/0009-0008-0754-9801

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Los principales resultados mostraron una clasificación del territorio según su aptitud para la expansión urbana; se identificaron 6 sectores prioritarios. El análisis reveló que algunas áreas cercanas al río Luján, vulnerables a inundaciones, no son adecuadas para el desarrollo urbano. En cambio, las zonas alejadas del cauce del río y con buena conectividad vial presentan la mayor aptitud. Las conclusiones resaltan la necesidad de orientar la expansión urbana de manera sostenible, evitando sitios de alto riesgo y fomentando el crecimiento compacto.

Palabras clave: expansión urbana, evaluación multicriterio, sistemas de información geográfica, planificación territorial.

Abstract

The purpose of this study is to determine the most suitable areas for urban growth or development in the Luján district, Argentina, using multicriteria evaluation (MCE) techniques. A methodology integrating the analytic hierarchy process (AHP) and weighted linear combination (WLC), applied within a geographic information system (GIS), was employed. The variables considered included environmental, hydrological, and socioeconomic factors, such as accessibility and infrastructure.
The main results provide a classification of the territory based on its suitability for urban expansion, identifying 6 priority sectors. The analysis revealed that areas near the Luján River, vulnerable to flooding, are not suitable for urban development. In contrast, zones farther from the river and with good road connectivity show higher suitability. The conclusions emphasize the need to guide urban expansion sustainably, avoiding high-risk sector and promoting compact growth.

Keywords: urban growth, multicriteria evaluation, geographic information systems, territorial planning.

Resumo

Este estudo tem como objetivo determinar as áreas mais adequadas para o crescimento ou desenvolvimento urbano no distrito de Luján, Argentina, utilizando técnicas de avaliação multicritério (AMC). Para tanto, utilizou-se uma metodologia que integrou o processo de análise hierárquica (AHP) e a soma linear ponderada (WLC), aplicada em um sistema de informação geográfica (SIG). As variáveis consideradas incluíram fatores ambientais, hidrológicos e socioeconômicos, como acessibilidade e infraestrutura.
Os principais resultados mostraram uma classificação do território de acordo com sua aptidão para expansão urbana; seis setores prioritários foram identificados. A análise revelou que algumas áreas próximas ao rio Luján, vulneráveis a inundações, não são adequadas para o desenvolvimento urbano. Em contrapartida, áreas distantes do leito do rio e com boa conectividade rodoviária são as mais adequadas. As conclusões destacam a necessidade de orientar a expansão urbana de forma sustentável, evitando locais de alto risco e promovendo o crescimento compacto.

Palavras-chave: expansão urbana, avaliação multicritério, sistemas de informação geográfica, planejamento territorial.

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

INTRODUCCIÓN

Los cambios en la cobertura y el uso de la tierra se presentan como expresiones espaciales que permiten comprender las modificaciones generadas por la sociedad en el espacio geográfico, hecho que afecta la dinámica de los sistemas territoriales. En este contexto, la expansión urbana se ha convertido en un proceso que se acelera constantemente, lo que no solo intensifica los conflictos entre diferentes manejos del suelo, sino que también crea nuevas tensiones, especialmente en zonas donde los usos agrícolas, de conservación y urbanos compiten por el espacio. Por ello, resulta fundamental llevar a cabo un análisis espacial de los sistemas territoriales en transformación, para posibilitar que se identifiquen las estructuras espaciales y, de esta forma, orientar el crecimiento urbano de manera que se minimicen sus impactos negativos sobre otras dimensiones del territorio, como las áreas agrícolas, los ecosistemas naturales y las zonas de riesgo. La temática está presente en las medidas adoptadas por la "Agenda 2030" de la Organización de las Naciones Unidas. En el marco de la agenda, se plantearon 17 "Objetivos de Desarrollo Sostenible" (ODS) entre los que se encuentra lograr "ciudades y comunidades sostenibles"[3], resaltando la importancia de abordar la problemática del crecimiento urbano incontrolado, especialmente en los países en desarrollo, en áreas con infraestructuras y servicios inadecuados o sobrecargados.

Este trabajo se enfoca en determinar las áreas más aptas y, en contraposición, las más críticas para la expansión urbana en el partido de Luján (Buenos Aires, Argentina). El objetivo principal es proporcionar un insumo cartográfico valioso para una planificación territorial íntegra y sostenible. En el examen de la aptitud urbana, se otorga especial importancia a las variables ambientales, con un énfasis particular en las dinámicas hidrológicas, debido a las características determinadas del área de estudio. La frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos, como inundaciones, subraya la necesidad de incluir estos factores en la planificación urbana. Así, el análisis busca abordar las complejidades inherentes al territorio de Luján y ofrecer una herramienta útil para la toma de decisiones, tanto en términos de expansión urbana como de preservación de zonas críticas.

3 Resolución 70/1. Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Asamblea General de las Naciones Unidas. 21 de octubre del 2015.

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

La metodología aplicada se basa en técnicas de evaluación multicriterio (EMC), integrando el proceso de análisis jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés), para ponderar los criterios espaciales seleccionados, y la suma lineal ponderada (WLC, por sus siglas en inglés), para sintetizar los resultados. Esta combinación metodológica permite evaluar integralmente diferentes variables que influyen en la aptitud del suelo para el desarrollo urbano. Los criterios considerados incluyen no solo aspectos físicos y ambientales, sino también factores socioeconómicos y tecnológicos.

Como resultado de lo establecido, se genera una cartografía detallada que facilita comprender la estructura espacial del partido de Luján. Se clasifica el territorio en distintos niveles de aptitud continua para la expansión urbana, tras identificar 6 sectores prioritarios donde se recomienda aplicar un tratamiento diferencial, conforme a los escenarios de crecimiento urbano proyectados en el nivel local. Además, se lleva a cabo un análisis pormenorizado de estos sectores; este revela que algunas áreas, las cuales experimentan una incipiente expansión urbana, presentan limitaciones significativas para su desarrollo. Estas limitaciones se deben, principalmente, a su vulnerabilidad ante inundaciones, lo que podría comprometer la sostenibilidad de futuras urbanizaciones, si no se toman medidas adecuadas de planificación y mitigación.

Área de estudio

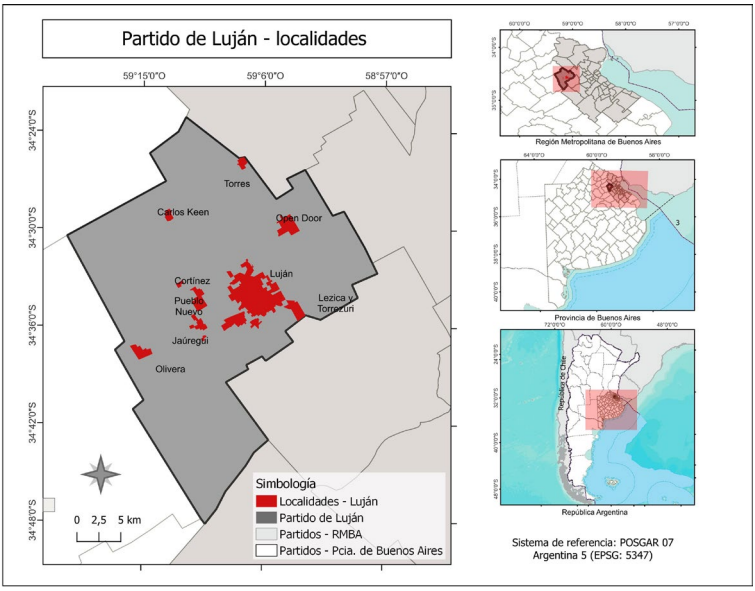
El partido de Luján (figura 1) se encuentra en la provincia de Buenos Aires, en el último anillo de la Región Metropolitana de Buenos Aires, a 68 km de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Posee una superficie de 777 km^2, limita al norte con el partido de Exaltación de la Cruz, al este y noreste con el de Pilar y al este y sudeste con el de General Rodríguez. Lo integran las localidades de Luján, Jáuregui, Pueblo Nuevo, Cortínez, Carlos Keen, Lezica y Torrezuri, Open Door, Torres y Olivera. La ciudad cabecera concentra, históricamente, alrededor del 75 % de la población urbana total del partido.

La cantidad y densidad de población es media y baja, respectivamente. Según los datos del último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, del 2022, el total de habitantes es de 111 008 (INDEC, 2023), con una variación relativa del 4,5 % respecto al censo anterior, del 2010.

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

El partido posee una dinámica urbana de gran interés. La localidad cabecera es una ciudad de tamaño intermedio que ha crecido tradicionalmente de manera compacta, aunque, en las últimas décadas, se viene desarrollando una serie de nuevas urbanizaciones privadas (*countries*, barrios cerrados, clubes de campo) que fragmentan el espacio geográfico. Estas últimas se ligan, principalmente, al Gran Buenos Aires, como un proceso de suburbanización de clases sociales altas que enfatizan un modelo de ciudad difusa, lo cual genera una convivencia de patrones espaciales de características diferentes (Buzai, 2018).

Figura 1. Área de estudio



Elaboración propia.

1. El estudio de lo urbano como un sistema complejo

En el contexto de la expansión urbana, la complejidad se manifiesta al interactuar diversos factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las ciudades. La geografía aplicada, a través la teoría de los sistemas complejos (TSC) y del análisis espacial cuantitativo, proporciona herramientas tanto teóricas como metodológicas para abordar esa complejidad de forma sistémica. Se consideran las interacciones entre los diferentes

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

subsistemas y su impacto en el entorno urbano y rural, identificando patrones, relaciones y tendencias en las coberturas y usos del suelo urbano; integrando datos de múltiples fuentes, para ofrecer una visión integral del proceso expansivo.

La TSC, propuesta por García (2006), parte de la premisa de que problemáticas actuales, como las condiciones insalubres de vida en grandes ciudades, el deterioro del medio biofísico y la realidad de vida en extensas regiones, no pueden ser comprendidas integralmente, por medio de una simple adición de investigaciones disciplinares. Estas problemáticas son complicadas y abarcan múltiples dimensiones, incluyendo el medio físico-biológico, la producción, la tecnología, la organización social y la economía.

La complejidad de los sistemas mencionados no solo deriva de lo heterogéneo de sus componentes o subsistemas, sino de la interdefinibilidad y la mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos en el sistema total. La interdefinibilidad se refiere a que las propiedades y comportamientos de cada elemento solo pueden ser definidos en relación con el resto de los constituyentes del sistema (García, 2006).

El marco general de la TSC proviene de la teoría general de los sistemas (TGS), formulada por Bertalanffy (1986), una construcción intelectual globalizada que avanza empíricamente en la investigación de componentes e interconexiones, con el objetivo de descubrir las analogías estructurales entre diversos sistemas. Esta teoría permite integrar piezas segregadas, las cuales resultan de la especialización científica y ofrecen posibilidades completas de análisis, que facilitan un avance posterior en la búsqueda de especificidades.

La TGS se centra en aspectos generales mientras que la TSC se enfoca en los específicos, lo que permite, en ambos casos, estudiar los hechos como una totalidad en sus múltiples dimensiones y detalles (Buzai y Principi, 2017). En este contexto, la geografía aplicada, se centra en la búsqueda de soluciones espaciales a problemáticas territoriales, basada en el análisis espacial cuantitativo con el uso de SIG. Se parte de la premisa de que 1) la realidad existe —realismo—; 2) esta puede ser estudiada a partir de sus elementos materiales —materialismo—; 3) a su vez, estos elementos se relacionan y conforman sistemas — sistemismo—; y 4) la manera

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

más eficiente de comprender y abordar estas problemáticas es mediante la investigación científica —cientificismo— (Bunge, 2012).

METODOLOGÍA

Se aplicaron procedimientos de modelado cartográfico, a través de la EMC, en QGIS 3.28.

La EMC se enmarca en la teoría de la decisión, encargada de analizar cómo se elige una acción que, en un conjunto de acciones posibles, conduce al mejor resultado, según determinadas preferencias (Malczewski y Rinner, 2015). En este caso, la aplicación de técnicas de EMC permite profundizar el análisis espacial; evalúa factores y restricciones en el nivel locacional y facilita el proceso de toma de decisiones, a partir de analizar el espacio geográfico con fines de apoyo a su planificación. A partir de las técnicas de EMC, se analiza un número de alternativas entre múltiples criterios y objetivos de conflicto, para generar configuraciones espaciales alternativas, entre una amplia variedad de posibilidades (Gómez Delgado y Barredo Cano, 2006).

El análisis comienza con información básica compuesta por variables en formaxto cartográfico, que sirven como criterios para realizar los procedimientos de evaluación. Como señalan Eastman et al. (1993), un criterio es la base para la toma de una decisión y debe ser tanto medible como evaluado, ya que es la evidencia sobre la cual se funda tal decisión. Se distinguen 2 tipos: los factores, aquellos que presentan valores continuos de aptitud locacional en cada variable, y los limitantes, también denominados restricciones, que actúan con la finalidad de asignar resultados en un sector delimitado del área de estudio, con fin restrictivo.

Una vez definidos los criterios espaciales, se deben ponderar según la relevancia que presentan con el objetivo planteado —en este caso, para el crecimiento o desarrollo urbano—. Para ello, se aplica el proceso de análisis jerárquico (*analytical hierarchy process* —AHP—) propuesto por Saaty (1980), conocido como método AHP, que posibilita la modelización del problema de toma de decisiones mediante una estructura jerárquica, utilizando comparaciones entre pares de criterios para incorporar las preferencias del investigador o el tomador de decisiones. Los criterios se organizan en una matriz cuadrada cuyo tamaño está determinado por el número de los que se ponderen. Así, se crea una matriz de comparación por

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

pares de criterios, mediante la cual se evalúa la importancia de cada uno en relación con los demás, a través de juicios de valor, considerando la escala de medida desde 1/9 hasta 9, de menor a mayor importancia, respectivamente. Estos juicios pueden fundamentarse teóricamente, ser prácticos o derivar de consultas a expertos, según el objetivo de la toma de decisiones.

La matriz AHP es recíproca, lo que significa que los valores a ambos lados de la diagonal son inversos. Una vez que se establecen los valores en la matriz de comparación por pares, se calcula el vector de prioridad (wj), que ordena los criterios de acuerdo con su relevancia. Para obtener este vector, se normalizan los valores de la matriz, tras dividir cada celda por la suma de su columna. Luego, se suman los valores por fila y se normalizan, al dividirlos por el número de criterios. Así, se obtienen los pesos normalizados (wj_nor), que reflejan la consistencia de los juicios. El método AHP evalúa la consistencia en la asignación de pesos, por medio del valor máximo del vector de prioridad (λMAX), que se calcula al multiplicar el vector de prioridad normalizado por la matriz de comparación, y se usa para evaluar la proporcionalidad de las preferencias. El promedio de los resultados obtenidos al dividir los valores calculados por sus respectivos pesos da el λMAX.

Para complementar, se calcula la razón de consistencia (RC) como la relación entre el índice de consistencia (IC) y el índice aleatorio medio (IAM). El IC se obtiene mediante la fórmula:

$$IC = (\lambda máx - n) / (n - 1)$$

Los valores del IAM dependen del número de criterios, según una tabla propuesta por Saaty (1987). Si la RC es menor a 0,10, los juicios son consistentes y el proceso puede continuar. Si es igual o mayor a 0,10, se deben revisar los juicios, ya que no son lo suficientemente consistentes (Gómez Delgado y Barredo Cano, 2006).

Finalmente, una vez obtenidos los pesos, se realiza la combinación lineal ponderada (WLC), un procedimiento clásico para la EMC, en el cual los criterios continuos estandarizados se combinan mediante una suma ponderada. Es de los métodos más empleados por su sencillez y por ser fácil de implementar (Malczewski, 2000), se calcula sumando el

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

resultado de la multiplicación del valor de cada criterio por su peso, según la siguiente fórmula:

$$r_i = \sum_{j=i}^{n} w_j v_{ij}$$

Donde:

: es la variable ponderada definida como objetivo.

: es el peso del criterio o factor *j*.

es el valor ponderado de la alternativa *i* en el criterio o factor *j*.

Los valores resultantes varían entre 1 (máxima aptitud) y 0 (sin aptitud). Por último, se procede a multiplicar la capa booleana de áreas restrictivas, con el propósito de excluirlas del análisis. De esta manera, se obtiene el mapa de aptitud potencial para el crecimiento o desarrollo urbano del área de estudio.

APLICACIÓN Y RESULTADOS

Las definiciones preliminares implicaron evaluar capas temáticas con información relevante para incluirlas en el análisis de la aptitud urbana del área de estudio. Para definir los criterios espaciales por tener en cuenta en la evaluación, se consideraron diversas fuentes informativas. Se solicitaron datos al Municipio de Luján y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); además, se obtuvieron otros de las bases de organismos públicos provinciales y nacionales, como el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el Instituto Nacional del Agua (INA), el Programa de Docencia e Investigación con Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Nacional de Luján (PRODISIG), y de organizaciones internacionales como la Agencia Espacial Europea (*European Space Agency* —ESA—).

A continuación (tabla 1), se detallan los diferentes recursos indagados y sus fuentes:

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Tabla 1. Información cartográfica indagada

Recurso	Descripción	Fuente
Código de Ordenamiento Urbano del partido de Luján, 2019	Capa temática con la zonificación del partido de Luján.	Municipio de Luján
Centros de Salud	Capa de puntos con los centros de salud de la provincia de Buenos Aires.	IGN - https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG
Centros educativos	Capa de puntos con los centros educativos de la provincia de Buenos Aires.	IGN - https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG
Red vial	Capa temática compuesta por las rutas nacionales, rutas provinciales y complementada con los principales accesos viales.	IGN - complementación propia con Google Satélite - https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG
Basural a cielo abierto y nuevo Centro Ambiental Luján	Capa temática con la ubicación del basural a cielo abierto y el Centro Ambiental Luján.	Elaboración propia, a partir de un estudio de impacto ambiental del Centro Ambiental (GIRSU, 2021).
Cursos de agua perenne	Capa temática con los principales cursos de agua perenne de la provincia de Buenos Aires.	IGN - https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG
Mapa de humedales	Imagen *raster* con la probabilidad de presencia de humedales de la Pampa húmeda.	INTA - https://intahumedales.users.earthengine.app/view/mapahumedalesargentina
Mapa de usos del suelo, 2020	Imagen *raster* categorizada por diferentes coberturas del suelo.	ESA World Cover - https://worldcover2021.esa.int/viewer
Imagen satelital	Imagen satelital Sentinel-2.	ESA - https://browser.dataspace.copernicus.eu/
Mancha de inundación	Capa temática con la mancha de inundación del río Luján, de una recurrencia de 100 años.	INA
Termoeléctrica	Capa temática del predio donde se encuentra ubicada la termoeléctrica del partido de Luján.	Elaboración propia.

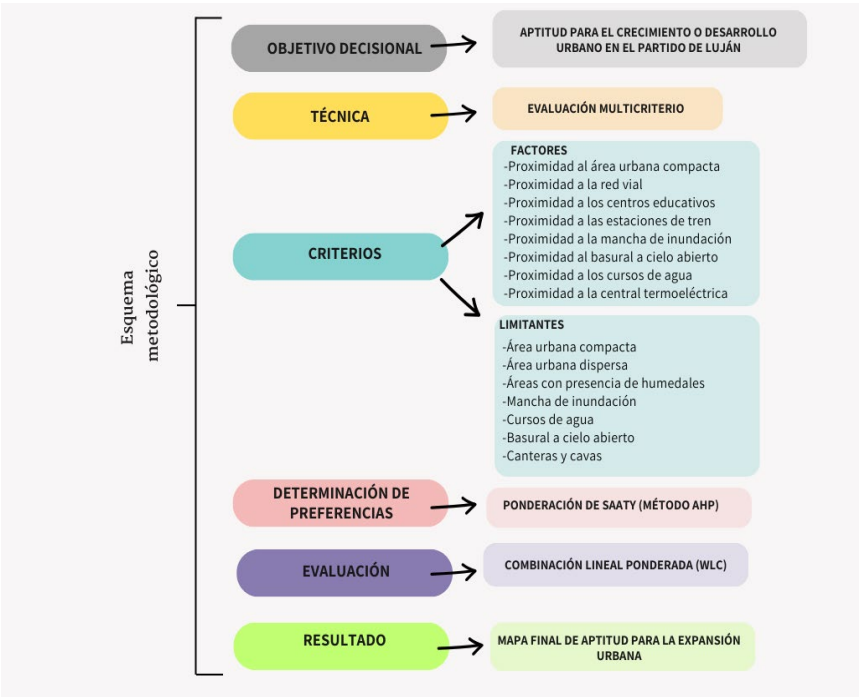
Elaboración propia.

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

A partir de la información disponible y de la revisión bibliográfica, se decidió considerar 15 criterios (8 factores y 7 restricciones) para la EMC. Con el afán de determinar las distancias de influencia de estos criterios contemplados, se utilizaron, a modo de referencia bibliográfica, los trabajos de Principi (2017) y Giménez-García et al (2023), igual que se efectuó una adecuación de estas distancias, según la escala de trabajo.

En este proceso, la intervención del investigador-decisor es crucial, al determinar qué variables se incluyen, qué peso se le otorga a cada una, tomando en cuenta su importancia para el objetivo de expansión o desarrollo urbano. Seguidamente, se presenta el esquema metodológico utilizado (figura 2) y se explicitan tanto factores como limitantes espaciales considerados para la EMC (figuras 3 y 4).

Figura 2. Esquema metodológico



Elaboración propia.

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Proximidad al área urbana compacta (a). Contempla las áreas urbanas actuales y considera las cercanas al núcleo urbano como las de mayor aptitud para la expansión, de manera que se favorece la expansión urbana compacta. Esta valorización se debe, principalmente, a factores urbanísticos, de infraestructura y de paisaje. En el nivel de la infraestructura, la expansión urbana de manera compacta, no difusa, implica un menor costo económico para ampliación de las redes de servicios básicos actuales (electricidad, gas natural, cloacas, etc.). También, en cuestiones de accesibilidad y transporte, dicho tipo de expansión implica un menor costo económico para la adecuación de los vehículos. Otro factor que propicia esa ampliación es el impacto visual generado a la hora de modificar el paisaje; pues, al cambiarlo permanentemente, se considera que impacta en menor medida en las zonas no urbanizadas (Castelli y Spallasso, 2007).

Proximidad a la red vial (b). Este criterio de accesibilidad se evaluó a partir de la cercanía a la red vial existente, en búsqueda de fomentar el crecimiento compacto y promover la reducción tanto de las distancias como de los tiempos de transporte. Se consideraron los accesos principales del partido de Luján, las rutas nacionales y las provinciales, que concentran la mayor parte del tránsito interno, incluyendo caminos que conectan localidades al interior del área de estudio e ingresos secundarios a la ciudad. La conectividad del sitio es un factor relevante a la hora de valorar la aptitud para la expansión urbana, se consideran las zonas más aptas aquellas cercanas a la red vial (los 2500 metros contiguos a las redes viales son los más propicios para la expansión urbana; la valorización se reduce de manera gradual a medida hay alejamiento de la red vial).

Proximidad a los centros educativos (c). La proximidad a los centros educativos se tiene en cuenta en busca de favorecer la cercanía a este servicio básico de formación inicial, primaria, secundaria y superior. Para definir este criterio, se determinaron las zonas de influencia de las instituciones, a través de *buffers* de 1500 metros de distancia; decreció gradualmente la aptitud, a medida que hay alejamiento del centro. Cabe mencionar que también se evaluó contemplar la variable de centros de salud, pero, al analizar la información disponible y al analizar la asociación espacial entre aquellos y los centros educativos, se observó que estos últimos abarcaban las mismas áreas que los primeros. Por lo tanto, como se identificaron

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

variables espaciales redundantes, se consideró únicamente las instituciones educativas.

Proximidad a las estaciones de tren (d). Este factor valoró la cercanía de las estaciones a las áreas urbanas, en línea con la reducción de distancias y tiempos del transporte público masivo. Se considera un criterio relevante a la hora de pensar el modelo territorial deseado. Se contemplan como zonas más aptas aquellas más cercanas al tren (los 2500 metros contiguos a las estaciones son los más propicios para la expansión urbana; la valorización se reduce de manera gradual a medida hay alejamiento de la red vial).

Proximidad a la mancha de inundación (e). Para construir este criterio, se consideraron las áreas con peligro de inundación determinadas por el INA, a través de un modelo hidrológico-hidráulico (Reyna et al., 2007), con recurrencias de 2, 5 y 100 años. A la hora de determinar qué recurrencia es la más indicada para la evaluación de la aptitud que posibilite expandirse urbanamente, se pensó tomar la que corresponde a 100 años (RC-100). Esta abarca un área de 181 km^2, donde la altura registrada del cauce del río Luján, para determinar el área de influencia, coincide con lo observado *in situ* por los bomberos voluntarios de la ciudad de Luján en la inundación del 2015, una de las más relevantes de estos últimos años. Se determinó que las zonas con peligro de inundación RC-100 y los 1000 metros contiguos son restrictivos para la urbanización. La aptitud para la expansión urbana aumenta a medida que existe alejamiento de la zona con peligro de inundarse.

Proximidad al basural a cielo abierto (f). El partido de Luján posee uno de los basurales a cielo abierto más grandes de la región. Si bien existe un plan para reconvertirlo, su estudio de impacto ambiental (GIRSU, 2021) considera que la ubicación y los tratamientos que allí se planean realizar (para transformarlo de basural a cielo abierto a repositorio final) no son favorables para las urbanizaciones próximas. Al ser un terreno inundable y al haberse arrojado residuos sólidos urbanos (RSU) en el predio donde antiguamente funcionaba una cantera, los desechos entraron en contacto con la napa y esta se encuentra con niveles altos de contaminación. Obsérvese lo estipulado por el principio Precautorio de la Ley Nacional 25 675, Ley General del Ambiente del 2002: “cuando haya peligro de daño grave o irreversible la ausencia de información o certeza científica no deberá

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

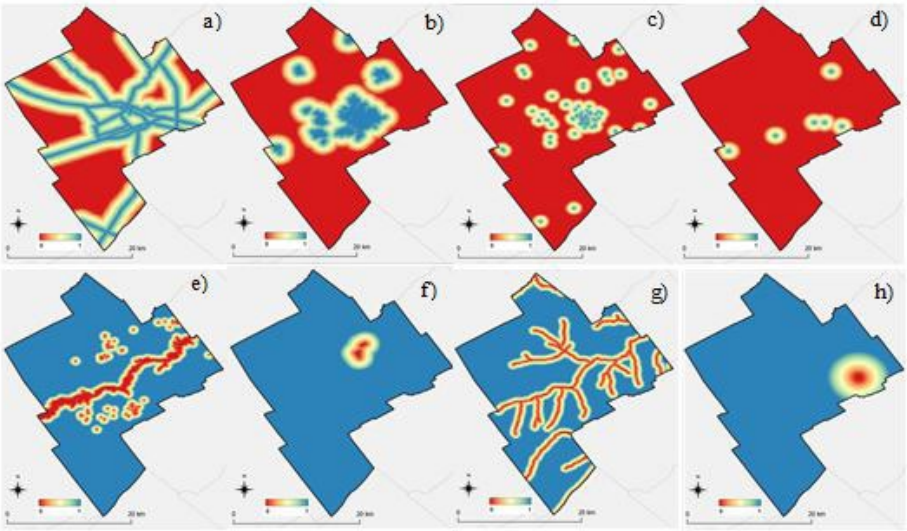
utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente". Con base en esa legislación, se definió como zona de impacto del basural los 2500 metros lineales adyacentes a este (incluyendo el lugar actual y el predio donde se plantea la construcción del nuevo).

Proximidad a los cursos de agua (g). Los cursos de agua perenne representan la hidrografía superficial permanente como ríos, arroyos y canales. Con base en el caso de estudio, al tratarse de un partido con vastas áreas inundables, se considera una distancia de 1000 metros lineales a los cursos de agua como zonas con baja aptitud para la expansión urbana. Lo anterior, al considerar que el ciclo hídrico es modificado constantemente por las alteraciones antrópicas, tanto a lo largo de la cuenca como en el nivel local (Paparás, 2018). La aptitud decrece de forma gradual desde los 1000 metros.

Proximidad a la central termoeléctrica (h). En el partido de Luján, en el 2017, se instaló una central termoeléctrica de la empresa Araucaria Energy S. A., en la intersección de las rutas provinciales n.° 6 y n.° 34. Esta obra comenzó sin la aprobación de los estudios correspondientes, tanto en lo municipal como en lo provincial, hecho que llevó a un reclamo de la sociedad. El Código de Ordenamiento Urbano (COU) municipal establece la zona no apta para ese tipo de industria, lo que fue modificado por una ordenanza y permitió la instalación de la central termoeléctrica. Ante esta situación y el desconocimiento existente sobre los impactos generados por la central termoeléctrica en la actualidad (así como en el caso del basural, considerando los principios de precaución y prevención de la Ley Nacional 25 675, Ley General del Ambiente del 2002), se visualizan las cercanías a la empresa como áreas de baja aptitud para la expansión urbana, de forma gradual hasta los 5000 metros de distancia.

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Figura 3. Factores espaciales considerados para la EMC



Elaboración propia.

A continuación, se detallan las limitantes consideradas. En todos los casos, se construye un mapa booleano restrictivo, con valores de 0 (restricción) y 1 (resto del área de estudio):

Áreas urbanas compactas (a) y áreas urbanas dispersas (b). Se considera área no apta para la expansión urbana las zonas urbanas compactas y dispersas actuales, ya que el uso urbano compacto se cree de difícil reversibilidad.

Áreas con presencia de humedales (c). Se consideran no aptas para la expansión urbana las áreas con presencia de humedales, ya que aquella modificaría la actual dinámica hidrológica. Estas zonas se determinaron a partir de información proporcionada por el INTA y la ESA. Se utilizó la sección Pampa húmeda del mapa de humedales que elaboró el INTA, con base en el análisis de imágenes multitemporales de Landsat 5 y 8, a lo largo de 20 años (Navarro et al., 2022). Se recortó el área de estudio y, a través del proceso para reclasificar, se seleccionaron los valores de 70 a 100, los determinados según el INTA como los sitios con presencia de humedales. Cabe destacar que el proyecto de INTA excluye el área urbana del partido, abarca un territorio más extenso de lo que efectivamente

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

corresponde a zonas urbanas; por ello, se complementa dicho vacío informativo con la capa temática de usos del suelo de ESA World Cover. De tal modo, se suman datos de la clase herbáceo humedal, que incluye coberturas con una respuesta espectral asociada a terreno denominado por vegetación herbácea natural (inundada permanente o regularmente) y la clase cuerpos de agua permanente, las áreas cubiertas durante la mayor parte del año (más de 9 meses) por cuerpos acuáticos: lagos, embalses y ríos. Posteriormente, se asociaron espacialmente las 2 fuentes, tras adecuar el tamaño de píxel a 30 m, reclasificando los valores de los pixeles con presencia de humedales (con valor "1") y aquellos sin presencia de humedales (con valor "0"); así se generó el mapa booleano de presencia de humedales del partido de Luján.

Mancha de inundación (d) y cursos de agua (e). Se establece como área no apta la mancha de inundación de recurrencia de 100 años del INA; también las zonas definidas como cursos aguas según el IGN.

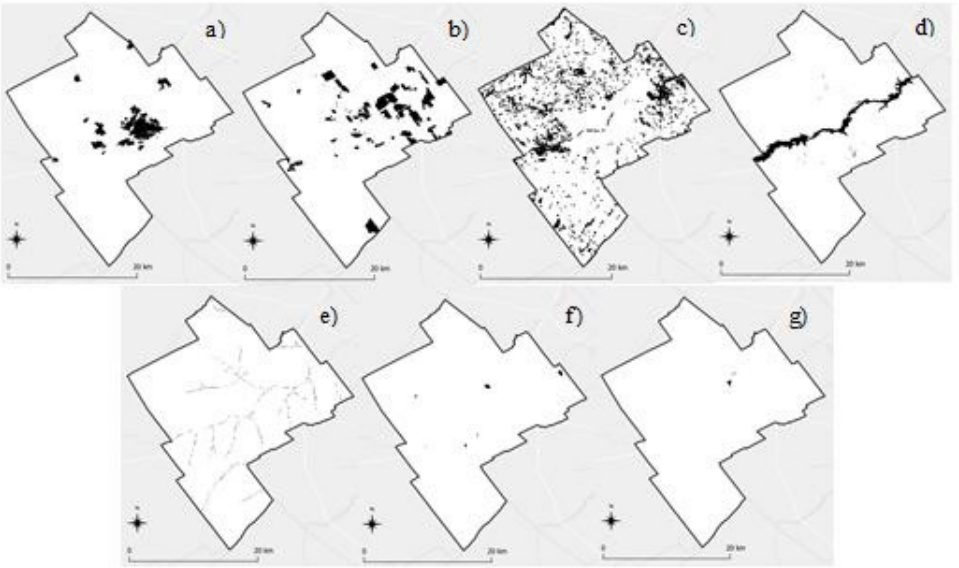
Cantera y cavas (f). En el partido de Luján, se encuentran ubicadas en proximidades a las vías de acceso principal canteras a cielo abierto, utilizadas en el pasado para la extracción de materia prima dirigida a la construcción de las autovías. Las canteras y cavas se generan como un resultado de esa actividad extractiva de suelos; en muchos casos, luego de ser explotadas se inundan, por afloramiento de la capa freática y la caída de agua de lluvia. Son sitios peligrosos, ya sea por su profundidad (en ocasiones, mayor a 20 m) o por sus paredes, las cuales pueden desmoronarse y contener residuos peligrosos. El municipio de Luján ha realizado relevamiento y señalización de canteras y cavas[4], junto con el director provincial de riesgos y emergencia; en esta actividad, se marcaron las canteras linderas al basural y las ubicadas en los kilómetros 71 y 79 de la ruta nacional n.° 5. Tomando en cuenta las modificaciones del suelo que existen en estos predios y la dificultad que posee este tipo de explotación para regenerar el terreno, se consideran estas áreas restrictivas para la expansión urbana.

Basural a cielo abierto (g). Se establece como área restrictiva el basural a cielo abierto, ya que se considera de difícil reversibilidad.

4 Municipio de Luján: https://lujan.gob.ar/?q=content/gestion-riesgos-relevamiento-y-senalizacion-cavas-y-canteras

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Figura 4. Limitantes espaciales consideradas para la EMC



Elaboración propia.

Para determinar las preferencias de los criterios espaciales evaluados, es decir, con el objetivo de establecer la importancia de cada factor, se contemplaron el conocimiento teórico y la particularidad de la dinámica territorial que presenta la expansión urbana en el partido de Luján. Además, se valoró la notoria extensión urbana hacia el cauce, asociada al fuerte proceso urbanístico que experimentó toda la región en los últimos años (Giordano et al, 2016). De seguido, se presenta la matriz comparativa utilizada por pares (tabla 2).

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Tabla 2. Matriz de comparación por pares de Saaty

	Próx. mancha de inundación	Próx. áreas urbanas	Próx. al basural	Próx. a red vial	Próx. a cursos de agua	Próx. a termoeléctrica	Próx. a estaciones de tren	Próx. a centros educativos
Próx. a mancha de inundación	1	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0	6.0	6.0
Prox. áreas urbanas	0.5	1	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0	5.0
Próx. al basural	0.333	0.5	1	3.0	4.0	4.0	5.0	5.0
Próx. a red vial	0.25	0.333	0.333	1	3.0	4.0	5.0	5.0
Próx. a cursos de agua	0.2	0.25	0.25	0.333	1	3.0	4.0	4.0
Próx. a termoeléctrica	0.2	0.2	0.25	0.25	0.333	1	4.0	4.0
Próx. a estaciones de tren	0.167	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	1	2.0
Próx. a centros educativos	0.167	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	0.5	1

Elaboración propia.

A partir de la matriz y luego de corroborar la consistencia del resultado (RC: 0,089), las ponderaciones de cada factor quedan establecidas y se puede avanzar en el proceso final de la EMC. Luego de comprobar la consistencia, se obtuvieron los pesos para cada factor (tabla 3):

Tabla 3. Pesos ponderados con el método AHP

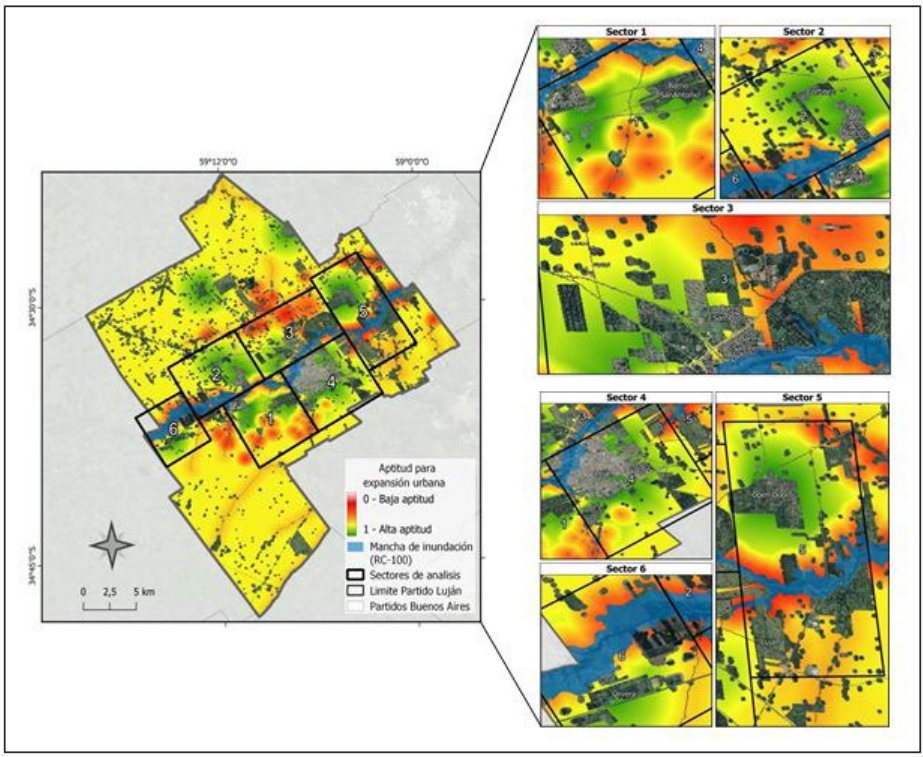
Criterio	Peso
Distancia a mancha de inundación	0,302
Distancia a áreas urbanas	0,211
Distancia a basural	0,167
Distancia a vías de comunicación	0,119
Distancia a la hidrografía	0,079
Distancia a la termoeléctrica	0,061
Distancia a estaciones de ferrocarril	0,034
Distancia a centros educativos	0,027

Elaboración propia.

Finalmente, se ejecutó el procedimiento de suma lineal ponderada con la calculadora de *raster* de QGIS 3.28. Así, fue posible sumar cada uno de los criterios con su respectivo peso, con el fin de llegar al resultado cartográfico que representa la aptitud del suelo para la expansión urbana y la identificación de 6 sectores críticos por considerar (figura 5).

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Figura 5. Mapa de aptitud del suelo para expansión urbana e identificación de sectores críticos



Elaboración propia.

DISCUSIÓN

De forma general, luego de la aplicación de la EMC, se puede observar, en relación con los criterios espaciales considerados en el análisis, la manera con la que se valorizaron las zonas próximas a los núcleos urbanos como las áreas más aptas para la expansión urbana. En contraste, los espacios cercanos tanto a la mancha de inundación como a los cursos de agua se representan como los de menor aptitud, así que se priorizan las zonas más altas del territorio estudiado. Se excluyeron del análisis las áreas restrictivas, como las urbanas compactas y dispersas actuales; las canteras a cielo abierto; la superficie del basural y del nuevo complejo de separación

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

de residuos; el terreno con peligro de inundación según el INA; los cursos de agua; y las zonas de humedales.

Dentro de las zonas determinadas como aptitud media, se observan regiones lejanas a la urbana actual y a la red vial, así como se destacan sectores de transición entre las áreas de aptitud baja y alta. Las determinadas de baja aptitud, se caracterizan, principalmente, por ser próximas a la mancha de inundación y al basural. Es posible apreciar en el mapa que también se encuentran zonas de baja aptitud lejos de las márgenes río Luján, área inundable primordial, y del basural. Esto se debe, sobre todo, a que la mancha de inundación determinada por el INA se extiende no solo al cauce del río Luján, sino también a los cursos de agua tributarios, lo cual coincide con áreas de humedales, en la mayoría de los casos, y determina, en estas zonas periféricas, la existencia de riesgo a inundación.

Las áreas de aptitud alta se encuentran principalmente próximas a las urbanas y a la red vial, exceptuando las zonas próximas a la mancha de inundación. Aquellas de mayor aptitud más extensas las observamos entre las localidades de Pueblo Nuevo, Cortínez y el oeste de la ciudad Luján, orientadas hacia el norte, próximas a la ruta nacional n.° 7. También, se observan importantes extensiones de territorio con una aptitud alta, tanto al noreste como al sudeste de la ciudad de Luján; asimismo, en la zona entre la localidad de Jáuregui y el Barrio San Antonio, cercanas a la ruta nacional n.° 5, en los alrededores de Carlos Keen, Open Door y Torres. La localidad de Olivera presenta áreas de alta aptitud al sur de la ciudad, próximas a la ruta nacional n.° 5 y distantes del río Luján.

Además de las cuestiones generales observadas en el mapa con áreas de aptitud para la expansión urbana, fue posible identificar 6 sectores del partido donde aparecen situaciones que deben ser analizadas con detalle, principalmente pensando en el desarrollo urbano futuro. En el sector 1, se observa hacia el oeste la localidad de Jáuregui, donde se identifican como áreas de mayor aptitud las zonas este, sur y sureste, contiguas al sector urbano. Esta valorización, por un lado, se debe a la cercanía tanto a la red vial como al núcleo urbano, dada su lejanía al cauce del río Luján y a la mancha de inundación; por otro, las regiones oeste y norte de Jáuregui son las más propensas a inundarse[5]. Esta área que ha sufrido inundaciones

5 Diario La voz: https://www.lavoz.com.ar/deportes/futbol/impactante-asi-quedo-el-estadio-de-flandria-por-las-inundaciones/ Diario El Civismo: https://www.elcivismo.com.ar/notas/23374/

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

en los últimos registros se considera de menor aptitud para la expansión urbana. Se aprecia una zona de mayor aptitud alrededor del barrio Loreto, sitio urbano próximo a la ruta nacional n.° 5; también, se ve una región de alta aptitud tanto al sur como al oeste del barrio San Antonio, se encuentra lejos del cauce del río Luján y cerca de la ruta nacional n.° 5.

En el sector 2, se observa la localidad de Pueblo Nuevo, al norte del río Luján y, si se continúa hacia el norte, se ubica Cortínez. En lo que respecta a los sectores aledaños a Pueblo Nuevo, se valorizaron positivamente para la expansión urbana las zonas más alejadas del cauce del río Luján, ya que esta área es la más propensa a sufrir inundaciones, como ha ocurrido en los últimos años[6]. Por otra parte, hacia el oeste resaltan zonas más aptas pero próximas a áreas con presencias de humedales y hacia el este de la ciudad se detectan territorios más altos y cercanos a los accesos a la ciudad de Luján, lo que posibilita considerar este último lugar como el más apto para la expansión urbana de la localidad. Algo similar sucede en Cortínez, donde hacia el oeste están las áreas con presencia de humedales, por lo que se considera más adecuada la expansión urbana hacia el noroeste, en dirección a la ruta nacional n.° 7, y hacia el este, en dirección a la ciudad de Luján. Por último, se cree apta para la expansión urbana la región comprendida entre ambas localidades, la cual favorece la ampliación hacia el este, por la mayor cercanía a Luján y la lejanía a las áreas de humedales.

En lo que respecta al sector 3, se observa que las zonas de alta aptitud se encuentran hacia al oeste de Luján, próximas a la ruta nacional n.° 7. Dentro de estas áreas, se presentan 2 escenarios diferentes: en el primero, hacia el norte de la ruta nacional n.° 7, los sectores de alta aptitud se superponen con los de humedales; en el segundo, la sección de mayor aptitud es está ubicada hacia el sur de la ruta nacional n.° 7 y al norte del camino nuevo, el trayecto vecinal que une Pueblo Nuevo con Luján, así que se considera esta segunda zona como de mayor aptitud que la primera para la expansión urbana. Otra región de alta aptitud se halla hacia el oeste del barrio San Pedro; su complejidad es que se encuentra próxima tanto a humedales como al basural, por lo que se considera de mayor aptitud el área descripta anteriormente. El basural se observa en el centro del sector, al norte del barrio San Pedro, representado por un espacio de color

6 Diario El Civismo: https://www.elcivismo.com.ar/notas/21426/

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

negro (el más significativo del sector). Al norte del basural, se localizan zonas de baja aptitud, más que todo por ser inundables; la proximidad a los cursos de agua y la existencia de humedales son 2 criterios directamente relacionados. Las modificaciones en esta área alteran, en mayor medida, el ciclo hídrico.

En el sector 4, se encuentra gran parte de Luján, con sus barrios periféricos ubicados hacia el sur, este y noreste de la ciudad cabecera. Las zonas valorizadas de mayor aptitud se concentran alrededor del barrio Parque Lasa y al noreste de Luján, en las periferias del barrio Ameghino. Este último escenario posee una mayor complejidad que el primero, ya que, al este, se ubica el arroyo Verde, tributario del río Luján, por lo que existe propensión a inundaciones y se cree de menor aptitud para la expansión urbana. En resumen, entre las zonas categorizadas de mayor aptitud para la expansión urbana, se considera que la situada en las periferias del Parque Lasa presenta un menor riesgo a inundarse que al norte del barrio Ameghino. Otra área de alta aptitud que se pone en valor aquí corresponde a las periferias de Lezica y Torrezuri. Esto se debe, en gran medida, a la cercanía a los accesos y el bajo riesgo a la inundación.

En el centro este del sector 5, se puede observar un área significativa de humedales, en comparación con las observadas en el partido de Luján. Igualmente, se ve en estos territorios de humedales áreas urbanas dispersas correspondientes a barrios cerrados, clubes de campo, etc. Las modificaciones del terreno de estos desarrollos (paredes linderas, canalizaciones de arroyos, levantamiento del terreno, etc.), en ocasiones, cambian la condición inundable del suelo y, sin una debida planificación, pueden terminar alterando el ciclo hídrico. La localidad de Open Door presenta un escenario de buena aptitud para la expansión urbana. Se creen más aptas las zonas ubicadas entre la ciudad y la ruta provincial 6. Asimismo, se aprecia una buena aptitud en las áreas entre la ruta 6 y el acceso que conecta con la ruta provincial 192, hecho que fomenta la expansión urbana hacia el norte.

Hacia el sur de la ciudad, además, existe una zona de alta aptitud, considerada menos favorable que las mencionadas inicialmente, por su lejanía a los accesos y su proximidad tanto al río Luján como a la mancha de inundación.

Por último, en el sector 6, se mira Olivera, un escenario complejo para la expansión urbana, pues la ciudad se encuentra en las cercanías del

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

área inundable y del río Luján; en reiteradas ocasiones, ha sufrido inundaciones urbanas y daños a la sociedad[7]. Se puede observar zonas de buena aptitud al sur, próximas a la ruta nacional n.° 5. Por ello, se recomienda orientar la expansión justo hacia el sur de la localidad, en las periferias de la ruta mencionada; se reitera, allí hay buena accesibilidad y bajo riesgo de inundación.

CONCLUSIONES

El partido de Luján puede presentar múltiples escenarios para la expansión urbana. A partir del análisis sectorial, se logró una primera aproximación de la aptitud del suelo para el crecimiento o desarrollo urbano a escala local, tras reconocer, a grandes rasgos, las zonas más y menos adecuadas o que deberían contemplar mayor cantidad de externalidades, de ser designadas para ese uso. Localidades como Open Door, Carlos Keen, Torres, Cortínez y Lezica y Torrezuri presentan una situación favorable, sin la necesidad de mayores consideraciones por tener en cuenta, más que fomentar una expansión compacta del núcleo urbano y aproximarse a los accesos. Por su parte, en Luján, Olivera, Jáuregui y Pueblo Nuevo, para una debida planificación del territorio, se necesita reconocer y comprender, en mejor medida, la cercanía a las áreas inundables, antes de designar nuevos espacios urbanizables.

Se evidencia que la dinámica territorial existente en el partido requiere un tratamiento diferencial de los escenarios expansivos urbanos en el nivel local. A través de este trabajo, se permite reconocer distintas zonas de aptitud en cada localidad, a modo de orientar futuros estudios sobre usos potenciales del suelo, según el grado de complejidad requerido en el caso. Un análisis de aptitud expansiva urbana local de Pueblo Nuevo no requeriría la misma complejidad, recursos y tiempo que un examen en Carlos Keen, considerando la variable de gran relevancia (las inundaciones) y contemplando su característica temporal (se presenta con magnitudes distintas a lo largo del tiempo), por lo cual responde a un comportamiento recurrente, epocal y cíclico, que requiere más duración y datos para comprender en mejor medida el caso.

7 Nota del diario Clarín: https://www.clarin.com/sociedad/olivera-temporal-inundacion-lluvia-evacuados-lujan_0_SkH2TNFPQe.html

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

El resultado cartográfico principal de esta investigación ofrece una herramienta clave para la gestión territorial, que puede ser utilizada por los planificadores y gestores locales, a la hora de guiar el crecimiento urbano en el partido de Luján, de modo que se reduzcan los riesgos y se promueva un desarrollo más equilibrado y sostenible.

La sostenibilidad de las ciudades no solo depende de la expansión controlada, sino también de un planeamiento que tenga en cuenta la preservación de los recursos naturales, la reducción de la huella ecológica y la resiliencia ante eventos extremos, como las inundaciones. Un crecimiento urbano bien planificado, que se base en los principios mencionados, permitirá que el partido de Luján no solo maximice las oportunidades de desarrollo económico, sino que también garantice la calidad de vida a largo plazo, si se minimizan los impactos negativos sobre el entorno natural y se fomentan ciudades más compactas, conectadas y sustentables. En este sentido, la aplicación de técnicas de EMC resultó óptima para identificar no solo las áreas más aptas para la expansión, sino, además, aquellas que, de no ser correctamente gestionadas, podrían comprometer los objetivos de sostenibilidad a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bertalanffy, L. (1968). *General System theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.

Bunge, M. (2012). *A la caza de la realidad*. Barcelona: Gedisa.

Buzai, G. D. (2018). Crecimiento urbano y potenciales conflictos entre usos del suelo en el municipio de Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Modelado espacial 2016-2030. *Cuadernos Geográficos*, *57*(1), 155-176. https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i1.5656

Buzai, G. D. & Principi, N. (2017). Identification of potential areas of land-use conflict in the Lujan river basin, Argentina. *Revista Geográfica de América Central*, *59*, 125-157. Doi: http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.5

Castelli, L. & Spallasso, V. (2007). *Planificación del paisaje: herramientas para la conservación del patrimonio natural y cultural* (1.ª ed.). Buenos Aires, Argentina: Fundación Naturaleza para el futuro.

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Eastman, J. R., Kyem, P. A. K., Toledano, J. & Jin, W. (1993). *GIS and Decision Making.* Geneva: United Nation Institute for Training and Researh.

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

Giménez-García, R., Marín-Salcedo, J. & García-Marín, R. (2023). Técnicas de Evaluación Multicriterio en la toma de decisiones territoriales: estimación de capacidad acogida urbana en el Área Metropolitana de Murcia. *Ciudad y Territorio - Estudios Territoriales*, *55*(218), 987-1012. Doi: https://doi.org/10.37230/CyTET.2023.218.1

Giordano, L., Ruggerio, C. & Flores, P. (2016). Cosa e' Mandinga. ¿Será que crece lo mismo y se inunda más? Un apunte crítico sobre inundaciones urbanas pampeanas y crecidas ribereñas. En *IFRH 2016 - 3° Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos*. https://www.ina.gob.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_40.pdf

GIRSU. (2021). *Estudio de Impacto Ambiental Construcción, Operación del Centro Ambiental Luján y saneamiento del BCA.* GIRSU-A-122-LPN-0. Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. https://www.ambiente.gba.gob.ar/ParticipacionCiudadana/lujan_EIA-2-500%20(1).pdf

Gómez Delgado, M. & Barredo Cano, J. I. (2006). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio* (2.ª ed.). México: Alfaomega Ra-ma.

INDEC. (2023). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022: resultados definitivos: indicadores demográficos por sexo y edad* (1.ª ed.). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2022_indicadores_demograficos.pdf

Ley General del Ambiente. (2002). Ley Nº 25.675. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, 28/11/2002. Sancionada: 06/11/2002. Promulgada parcialmente Decreto 2413/02: 27/11/2002.

Malczewski, J. (2000). On the use of Weighted Linear Combination Method in GIS. Common and best practice approaches. *Transactions in GIS*, *4*(1), 5-22. Doi: https:/doi.org/10.1111/1467-9671.00035

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Malczewski, J. & Rinner, C. (2015). *Multicriteria Decision Analysis in Geographic Information Sciences.* Nueva York: Springer.

Navarro, M. F., Navarro, C. S., Barrios, R. A., Dieta, V., García Martínez, G. C., Iturralde Elortegui, M. D. R., Kurtz, D. B., Michard, N. J., Paredes, P. N., Saucedo, G. I., Alday Poblete, S. E., Cianfagna, F., Curcio, M., Enríquez, A. S., López, A. E., Miranda, F. W., Pezzola, N. A., Umaña, F. & Calamari, N. C. (2022). *Distribución de los humedales de la República Argentina*. Repositorio institucional INTA DIGITAL. http://hdl.handle.net/20.500.12123/13239

Paparás, M. (2018). Hidrogeología y Vulnerabilidad de la sección epiparaneana en la Cuenca del Río Luján, Buenos Aires. [Tesis de grado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires]. https://hdl.handle.net/20.500.12110/seminario_nGEO001120_Paparas

Principi, N. (2017). Evaluación Multicriterio para la obtención de zonas aptitud para el desarrollo urbano en la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina) con Sistemas de Información Geográfica. *Investigaciones y ensayos geográficos*, *XIV*(14), 78-91. https://revistaunaf.wixsite.com/georevistafermoza/revista-14

Reyna, J.; Spalletti P; y Brea, J. (2007). *Riesgo de Inundaciones en el Río Luján.* Ezeiza: Laboratorio de Hidráulica, Instituto Nacional del Agua.

Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Proces.* London: Mc Graw Hill Press.

Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process: what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, *9*(3-5), 161-176. Doi: 10.1016/0270-0255(87)90473-8

Atribución-NoComercial-Compartirigual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)