



# Análisis espacio-temporal de cambios de coberturas y usos del suelo en la cuenca del río Luján (1990-2010)

Luis Humacata<sup>1</sup>

Universidad Nacional de Luján

@ [ luishumacata@hotmail.com ]

RECIBIDO 08-02-2022  
ACEPTADO 21-03-2022

Cita sugerida: Humacata, L. (2022). Análisis espacio-temporal de cambios de coberturas y usos del suelo en la cuenca del río Luján (1990-2010). Revista *Huellas*, Volumen 26, N° 1, Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa. Recuperado a partir de: <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas>

DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2022-2609>

## Resumen

El presente trabajo realiza un análisis de la dinámica espacio-temporal de coberturas y usos del suelo. El área de estudio corresponde a la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina), y el periodo temporal abarca dos décadas, desde 1990 a 2010. Se procedió a partir del análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica, mediante la metodología de detección de cambios, que se basa en la tabulación cruzada de dos mapas de distintos cortes temporales, y brinda una serie de indicadores que permitieron medir las ganancias, las pérdidas, el cambio neto y total, y los intercambios entre las distintas categorías de análisis definidas para el periodo de estudio. Los resultados obtenidos apuntan a la elaboración de un diagnóstico de la evolución histórica de la ocupación del suelo, como aporte de la Geografía Aplicada al ordenamiento territorial del área de estudio.

**Palabras clave:** Evolución espacial; detección de cambios; Sistemas de Información Geográfica; Cuenca del río Luján

## *Time-space analysis of coverage changes and land use in the Luján River basin (1990-2010)*

## Abstract

This research performs an analysis of the time-space dynamics of coverage and land use. The study area is the Luján river basin (Buenos Aires Province, Argentina), and the time period covers two decades, from 1990 to 2010. It proceeded from the spatial analysis with Geographic Information Systems, using the methodology of change detection, which is based on the cross-tabulation of two maps of different time cuts, and provides a series of indicators that



made it possible to measure gains, losses, net and total change, and exchanges between the different categories of analysis defined for the study period. The results obtained point to the development of a diagnosis of the historical evolution of land occupation, as a contribution of Applied Geography to the land use planning of the study area.

**Keywords:** Spatial evolution; change detection; Geographic Information Systems; Luján river Basin

### ***Análise espaço-temporal de mudanças de coberturas e usos do solo na bacia do Rio Luján (1990-2010)***

#### **Resumo**

Este trabalho realiza uma análise da dinâmica espaço-temporal de coberturas e usos do solo. A área de estudo corresponde à bacia do Rio Luján (província de Buenos Aires, Argentina) durante as décadas de 1990 e 2010. Procedeu-se a partir da análise espacial com Sistemas de Informação Geográfica, a través da metodologia de detecção de mudanças, a qual baseia-se na tabulação cruzada dos mapas de diferentes cortes temporais e oferece uma série de indicadores que permitiram medir os ganhos, as perdas, as mudanças totais e os intercâmbios entre as diferentes categorias de análise definidas para o período de estudo. Os resultados obtidos consideram a elaboração de um diagnóstico da evolução histórica da ocupação do solo, como contribuição da Geografia Aplicada ao ordenamento territorial da área de estudo.

**Palavras-chave:** Evolução espacial; Detecção de mudanças; Sistemas de Informação Geográfica; Bacia do Rio Luján

---

## **Introducción**

**E**n las últimas décadas, el crecimiento acelerado de la urbanización está produciendo conflictos por la competencia espacial entre usos del suelo en espacios que forman parte de la franja urbano-rural (Carter, 1983) de las grandes áreas metropolitanas, generando un impacto negativo en las coberturas naturales y usos del suelo sobre los cuales se expande (Matteucci *et al.*, 2006).

La Geografía se presenta como la disciplina con mayor potencial para el estudio de los patrones de distribución espacio-temporal a través de su postura cuantitativa y racionalista, la cual permite realizar aportes orientados en los conceptos de localización, distribución espacial, asociación espacial, interacción espacial y evolución espacial. La metodología de análisis espacial apoyado en el uso de Sistemas de Información Geográfi-

ca (SIG), en el marco de la Geografía Aplicada, se orienta en la búsqueda de generalidades y regularidades en el comportamiento espacial y permite llegar a modelizaciones con la finalidad de explicar y predecir patrones espaciales (Buzai y Baxendale, 2013).

El enfoque temporal, desde el análisis espacial cuantitativo (Buzai, 2010), pretende captar las variaciones de las distribuciones espaciales en el tiempo. En este sentido, se han realizado interesantes avances orientados al análisis y modelización espacio-temporal (Aguilera Ontiveros, 2002; Batty, 2005; Buzai y Baxendale, 2011), entre los cuales podemos mencionar aquellos enfocados en la dinámica urbana y modelos de cambios de usos del suelo a diferentes escalas espaciales. De esta manera, se puede proceder a partir de un análisis histórico y prospectivo. En el primer caso, se busca conocer la evolución pasada de las configuraciones espaciales actuales. Para ello, se ha propuesto la metodología de detección de cambios de usos del suelo (Pontius *et al.*, 2004), cuya aplicación se encuentra en numerosos trabajos de investigación a nivel nacional e internacional que han obtenido interesantes resultados (Plata Rocha *et al.*, 2009; Ramírez y Pértile, 2013; Lara, 2014; Humacata, 2017).

El diagnóstico territorial de la situación pasada y presente, nos permite avanzar hacia la generación de escenarios a futuro, considerando a la Geografía como una ciencia prospectiva. En este sentido, el avance hacia la modelización espacial permite determinar cuáles son los sitios más aptos para el crecimiento urbano, es decir, aquellos sitios que minimizan el conflicto entre usos del suelo (Malczewski, 1999; Gómez Delgado y Barredo Cano, 2006; Príncipi, 2016), donde es posible que la ciudad se expanda sin comprometer el desarrollo de espacios productivos y ecosistemas naturales (Xie y Sun, 2000; Aguilera Benavente *et al.*, 2009; Gómez Delgado y Rodríguez Espinosa, 2012; Linares, 2015). De esta manera, se plasma uno de los objetivos principales de la Geografía con carácter aplicado, para lograr un desarrollo territorial sostenible en el marco del ordenamiento territorial a escala urbano-regional. En este sentido, el presente trabajo tiene por objetivo realizar un análisis de la dinámica de coberturas y usos del suelo en la cuenca del río Luján, en un periodo temporal que abarca los años 1990 a 2010, a partir de cartografía temática e indicadores cuantitativos que nos permiten obtener un diagnóstico de la evolución histórica de la ocupación del suelo.

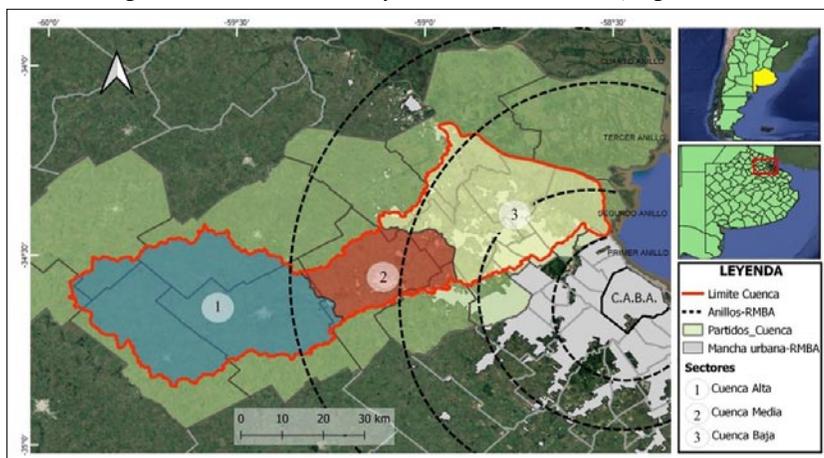
## El área de estudio

El área de estudio (Figura N° 1), corresponde a la cuenca hidrográfica del río Luján, ubicada al noreste de la provincia de Buenos Aires, cuya población total es de 1.925.072 (INDEC, 2013), y tiene una superficie de

3.762 km<sup>2</sup>. La cuenca tiene una orientación suroeste-noreste, cuyo curso principal es el río Luján, con un recorrido de 157 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río de la Plata. Se divide en tres sectores (INA, 2007): cuenca alta, cuenca media y cuenca baja, abarcando de forma parcial dieciséis municipios (Buzai y Lanzelotti, 2019).

Presenta una gran diversidad de coberturas y usos del suelo, bajo un esquema de organización espacial que configura un gradiente urbano-rural, en dirección este-oeste, desde los municipios que forman parte del segundo anillo de la Región Metropolitana de Buenos Aires e integran la mancha urbana del Gran Buenos Aires, con altos niveles de densidad poblacional y ocupación del suelo, disminuyendo a medida que aumenta la distancia a la ciudad de Buenos Aires, como centro urbano de mayor densidad, extendiéndose hacia los municipios que forman parte de la franja urbano-rural, en el tercer y cuarto anillo, que presentan una mayor heterogeneidad de usos del suelo, hasta el sector de la cuenca alta, sujeto a la dinámica rural, donde la actividad agropecuaria ocupa la mayor superficie.

**Figura N° 1.** Cuenca del río Luján (Prov. de Buenos Aires, Argentina).



Fuente: Elaboración propia.

## Base de datos espaciales

El análisis de evolución temporal enfocado en la dinámica urbana y cambios de usos del suelo, requiere de una base de datos geográfica, elaborada a partir de una rigurosa metodología, de modo que pueda ser posible su actualización a partir de integrar información espacial de diversas fuentes. En Humacata (2020), se han desarrollado los principales procedimientos para la obtención de cartografía temática de usos del suelo

de diferentes años, basados en técnicas de SIG y teledetección, cuya finalidad es la de representar la configuración espacial y cuantificar la superficie ocupada por cada categoría de análisis.

Para la presente aplicación, hemos considerado apropiado adoptar la nomenclatura del sistema CORINE Land Cover (*Coordination of Information on the Environment*), incluyendo modificaciones de acuerdo a las especificidades propias del área de estudio. De esta manera, se estableció una clasificación jerárquica de tres niveles (Cuadro N° 1). El primer nivel está compuesto por cinco grandes categorías: superficies artificiales, zonas agropecuarias, zonas forestales y de vegetación natural, zonas húmedas, y superficies de agua. El segundo nivel contiene un total de nueve clases, y el tercer nivel cuenta con doce clases. En este caso, vamos a considerar los cambios producidos entre las categorías que forman parte del nivel 1.

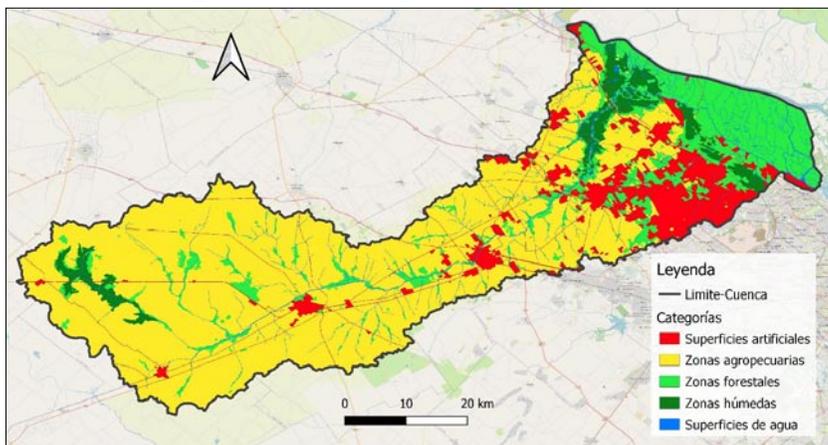
**Cuadro N° 1.** Categorías de análisis.

<b>NIVEL 1</b>	<b>NIVEL 2</b>	<b>NIVEL 3</b>
<b>1. Superficies artificiales</b>	1.1. Zonas urbanas	1.1.1. Urbano compacto
		1.1.2. Urbano disperso
	1.2. Zonas industriales, comercial y de transporte	1.2.1. Zonas industriales y comerciales
		1.2.3. Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados
1.3. Zonas verdes artificiales, no agrícolas	1.3.1. Zonas deportivas y recreativas	
<b>2. Zonas agropecuarias</b>	2.1. Zonas agrícolas	2.1.1. Zonas de cultivo de granos y oleaginosas
		2.1.2. Zonas frutihortícolas
	2.2. Zonas ganaderas	2.2.1. Zonas ganaderas
<b>3. Zonas forestales y de vegetación natural</b>	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque ribereño y zonas forestales implantadas
	3.2. Vegetación natural	3.2.1. Vegetación natural
<b>4. Zonas húmedas</b>	4.1. Zonas húmedas continentales	4.1.1. Humedales y zonas pantanosas
<b>5. Superficies de agua</b>	5.1. Cursos y cuerpos de aguas	5.1.1. Ríos, cauces naturales y cuerpos de agua

Fuente: Elaboración propia.

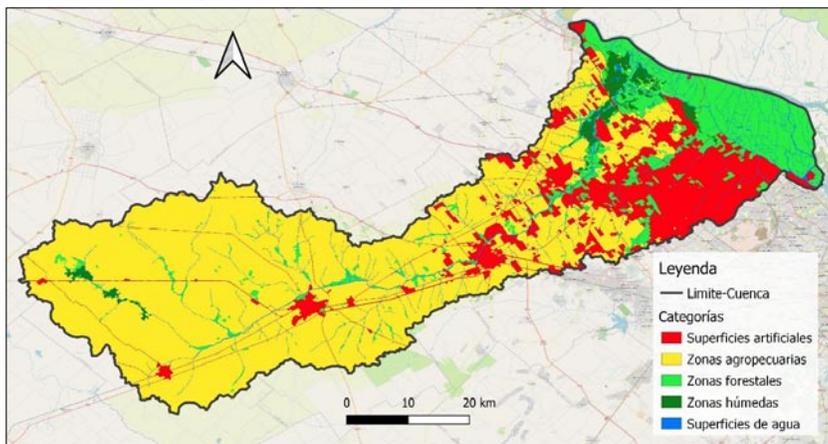
La elaboración de cartografía temática realizada a partir de criterios homogéneos nos permite obtener una serie de mapas tendientes a una superposición cartográfica perfecta. En este sentido, se generaron bases cartográficas en formato SIG vectorial y raster, de modo que es posible contar con una serie de mapas básicos y temáticos tendientes a la generación de cartografía síntesis. Se han elaborado dos mapas de usos del suelo para los años 1990 y 2010.

**Figura N° 2.** Coberturas y usos del suelo. Año: 1990.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura N° 3.** Coberturas y usos del suelo. Año: 2010.



Fuente: Elaboración propia.

## Método de detección de cambios

La superposición cartográfica se constituye en una herramienta para analizar los cambios en las configuraciones espaciales de usos del suelo en un periodo determinado. Esta metodología se orienta al descubrimiento de la evolución de los patrones de distribución espacial de las categorías bajo análisis, cuyos procedimientos de superposición temática logran la definición de correspondencias espaciales desde un enfoque temporal. En este sentido, se procede al cruce de dos mapas de usos del suelo correspondiente a dos cortes temporales, dando como resultado la combinación de categorías que indican cambios y permanencias de usos del suelo (Buzai y Baxendale, 2011). Como hemos mencionado, el método de detección de cambios ha sido desarrollado por Pontius *et al.* (2004). Los procedimientos parten de la tabulación cruzada de dos mapas, lo que genera la denominada matriz de cambios (Cuadro N° 2). La matriz se organiza en filas y columnas. En las filas se encuentran las categorías del mapa con corte temporal 1 (T1), mientras que en las columnas se representan las categorías del último corte temporal (T2). En la diagonal (señalado en color gris) se encuentran representadas las superficies que han permanecido estables, mientras que fuera de dicha diagonal, se registran las superficies de cada categoría que presentan transiciones a otras categorías desde el inicio al final del periodo analizado. Cabe señalar, que las columnas Total T1 y Total T2 representan la suma de cada categoría para cada año. La columna de pérdidas, hace referencia a la disminución de superficie de cada categoría entre los dos años, y la fila de ganancias, indica el aumento de superficie de cada categoría.

**Cuadro N° 2.** Matriz de cambios.

Categorías	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría n	Total T1	Pérdidas
Categoría 1	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	$P_{1n}$	$P_{1+}$	$P_{1+} - P_{11}$
Categoría 2	$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$	$P_{2n}$	$P_{2+}$	$P_{2+} - P_{22}$
Categoría 3	$P_{31}$	$P_{32}$	$P_{33}$	$P_{3n}$	$P_{3+}$	$P_{3+} - P_{33}$
Categoría n	$P_{n1}$	$P_{n2}$	$P_{n3}$	$P_{nn}$	$P_{n+}$	$P_{n+} - P_{nn}$
Total T2	$P_{+1}$	$P_{+2}$	$P_{+3}$	$P_{+n}$	1	
Ganancias	$P_{+1} - P_{11}$	$P_{+2} - P_{22}$	$P_{+3} - P_{33}$	$P_{+n} - P_{nn}$		

**Fuente:** Elaborado en base a Pontius *et al.* (2004).

A partir de la matriz de tabulación cruzada se calculan una serie de indicadores que permiten medir las ganancias, las pérdidas, el cambio neto y total, y los intercambios entre las distintas categorías de coberturas y usos de los suelos definidos para el periodo de estudio. A continuación, se presentan las definiciones de estos parámetros:

- Ganancias: se obtienen a partir de la diferencia de la suma total del tiempo 2 (T2) y el valor de la diagonal correspondiente a cada categoría.
- Pérdidas: se obtienen a partir de la diferencia de la suma total del tiempo 1 (T1) y el valor de la diagonal correspondiente a cada categoría.
- Cambio neto: este valor se obtiene a partir de la diferencia de las pérdidas y las ganancias de cada categoría.
- Intercambio: se define como el doble del valor mínimo de las ganancias o las pérdidas.
- Cambio total: es el resultado de la suma de las ganancias y las pérdidas.

## Análisis de los resultados

La estructura espacial de usos del suelo y de su dinámica de cambio presenta un panorama general a partir de la superficie ocupada por grandes grupos de categorías, que forman parte de la clasificación de coberturas y usos del suelo en el Nivel 1 (Cuadro N° 3). Según los valores calculados para el año 2010, el área de estudio cuenta con una gran proporción de territorio destinado a las actividades agropecuarias, abarcando la mayor superficie con 245.698 ha, siendo el 65 % con respecto a la superficie total. Muy por debajo de este valor, se encuentran las superficies artificiales, con 64.423 ha, representando un 17 %, y las zonas forestales y de vegetación natural con 48.882 ha, es decir un 13 %. Por último, y con valores muy inferiores, de 9.400 ha y de 7.895 ha, se encuentran las superficies de agua y las zonas húmedas, respectivamente, con un poco más del 2 %.

**Cuadro N° 3.** Valores generales de cambios de coberturas y usos del suelo (Nivel 1).

Categorías	Sup. 1990 (Ha)	%	Sup. 2010 (Ha)	%	2010-1990 (Ha)	Incremento sobre 1990 (%)
Superficies artificiales	43.314	11,51	64.423	17,12	21.109	48,73
Zonas agropecuarias	247.150	65,68	245.698	65,29	-1.452	-0,59
Zonas forestales y de vegetación natural	58.671	15,59	48.882	12,99	-9.789	-16,68
Zonas húmedas	17.763	4,72	7.895	2,10	-9.868	-55,55
Superficies de agua	9.400	2,50	9.400	2,50	0	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Un análisis comparativo con los datos del año 1990, es decir en un lapso temporal de dos décadas, muestra que las zonas húmedas es la

categoría que mayor superficie ha disminuido, presentando un marcado decrecimiento del 55 % con respecto al periodo anterior, y de un 2,62 % considerando la superficie total. Las zonas forestales y de vegetación natural, es la segunda categoría que presenta una disminución de superficie, con un 16 % con respecto al suelo destinado a este uso en 1990. Dentro de esta tendencia, las zonas agropecuarias muestran una leve disminución del 0,59 %. Por otra parte, la categoría que ha presentado los mayores incrementos, corresponde a las superficies artificiales, sumando un total de 21.109 ha, siendo un aumento del 48,73 %, con respecto al mismo uso en 1990, y de un 5,61 % con respecto a la superficie total de la cuenca.

Mediante la tabulación cruzada de los datos en el nivel 1, se genera la matriz de cambios (Cuadro N° 4), que nos indica las transiciones experimentadas por las grandes categorías de superficies. Con una superficie total de 376.298 ha, el área de estudio cuenta con una mayor proporción de su territorio que ha permanecido estable, siendo una superficie de 338.167 ha, es decir el 90 %, no ha presentado cambios entre el año 1990 y 2010. Por su parte, la superficie de las zonas dinámicas asciende a un total de 38.131 ha, lo que equivale al 10 %.

**Cuadro N° 4.** Matriz de tabulación cruzada (1990-2010). Nivel 1.

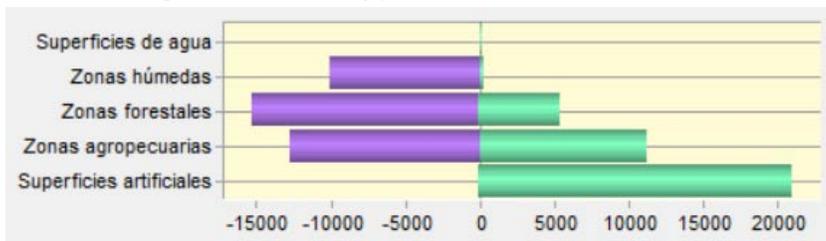
Categorías	1	2	3	4	5	Total T1	Pérdidas
<b>1.Superficies artificiales</b>	43.311	0	0	0	0	43.311	0
<b>2.Zonas agropecuarias</b>	11.012	234.430	1.668	40	0	247.150	12720
<b>3.Zonas forestales y de vegetación natural</b>	7.319	7.785	43.369	198	0	58.671	15302
<b>4.Zonas húmedas</b>	2.781	3.481	3.844	7.657	0	17.763	10106
<b>5.Superficies de agua</b>	0	0	0	0	9.400	9.400	0
<b>Total T2</b>	64.423	245.696	48.881	7.895	9.400	376.298	38.129
<b>Ganancias</b>	21.112	11.266	5.512	238	0	38.129	

**Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto a los cambios en el sentido de ganancias y pérdidas (Figura N° 4), podemos señalar que las superficies artificiales son las que han presentado los valores más altos, es decir, los mayores incrementos, con un total de 21.112 ha, lo que representa el 55 % del total de ganancias registradas por el conjunto de todas las categorías. La siguiente categoría corresponde a las zonas agropecuarias, que con una ganancia de 11.266 ha, representa casi el 30 %. Con porcentajes muy inferiores, se encuen-

tran las zonas forestales, con una ganancia de 5.512 ha (14 %), y las zonas húmedas con tan solo 238 ha (0,63 %).

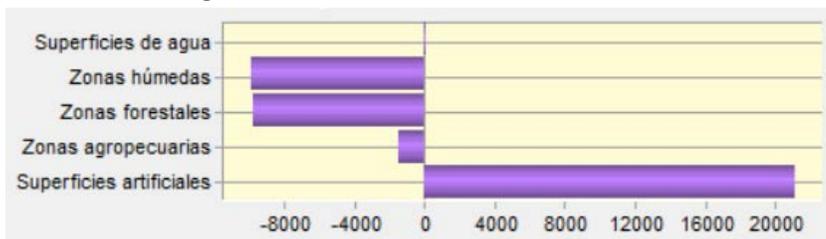
**Figura N° 4.** Ganancias y pérdidas (1990-2010). Hectáreas.



Fuente: Elaboración propia.

Las superficies artificiales son las que registran los mayores valores de cambios netos (Figura N° 5), que representa el 50 %, al contar solo con superficies en el sentido de las ganancias. Por el contrario, las zonas húmedas y forestales, con 9.867 ha y 9.790 ha, respectivamente, presentaron un saldo negativo, al contar con mayores superficies de pérdidas que de ganancias. Con un valor mucho menor, se encuentran las zonas agropecuarias, con una diferencia a partir de las pérdidas, de 1.455 hectáreas.

**Figura N° 5.** Cambio neto (1990-2010). Hectáreas.

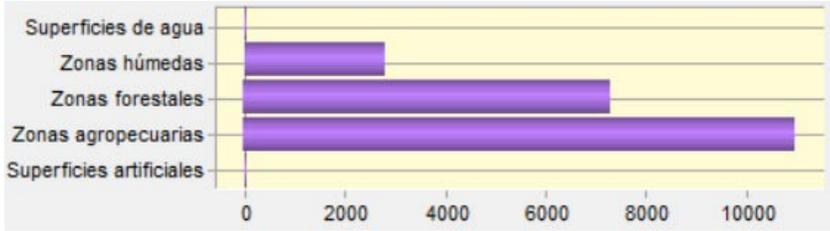


Fuente: Elaboración propia.

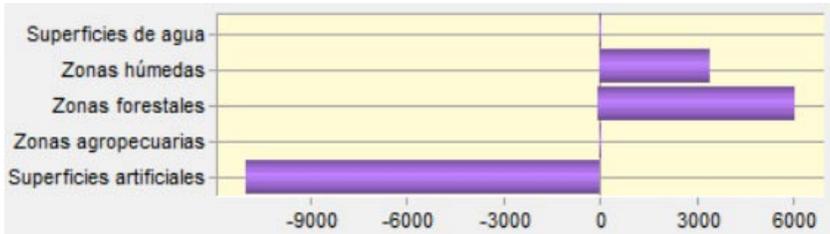
El crecimiento de las superficies artificiales se ha dado, principalmente, a costa de la reducción de las superficies agropecuarias, forestales y húmedas (Figura N°6). En el primer caso, el avance se produjo a partir de 11.012 ha, lo que equivale al 52 % de las ganancias dentro de esta categoría. Por su parte, las superficies forestales y húmedas han experimentado pérdidas de 7.319 ha y de 2.781 ha, respectivamente. Cabe remarcar, que las superficies artificiales no han registrado valores de pérdidas, ya que no presentan tendencias a cambiar a otros usos fuera de esta categoría. En tal sentido, no es esperable el reemplazo de este tipo de superficies por otros ligados al ámbito rural y coberturas naturales.

**Figura N° 6.** Contribuciones al cambio neto por categoría. Hectáreas.

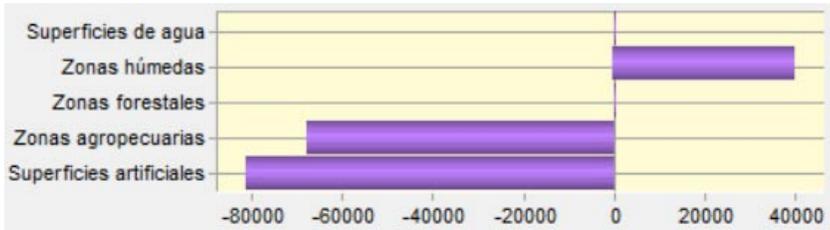
a)-Superficies artificiales



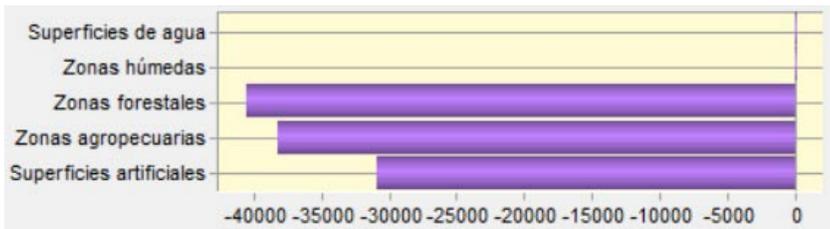
b)-Zonas agropecuarias



c)-Zonas forestales



d)-Zonas húmedas



**Fuente:** Elaboración propia.

Las ganancias de las superficies agropecuarias se han registrado a partir de las pérdidas de zonas forestales y húmedas, que pasaron a formar parte de esta categoría, con un aporte de 7.785 ha y 3.481 ha, respectivamente. Por su parte, las zonas forestales han avanzado sobre 3.844 ha de zonas húmedas y de 1.668 ha de superficies agropecuarias.

El Cuadro N° 5, nos presenta el conjunto de indicadores de cambios. En cuanto al cambio total, las zonas agropecuarias, artificiales y forestales, son las que registran los valores más altos, superando cada una las 20.000 ha, seguido de las zonas húmedas con 10.344 ha. Con un total de 34.000 ha de intercambios, son las zonas agropecuarias y forestales las que presentan los valores más altos, contabilizando un total de 22.531 ha y 11.025 ha, respectivamente. Si bien, al comparar la superficie total de zonas agropecuarias para ambos años, el porcentaje puede ser muy similar, lo cual puede llevar a considerar que han presentado cierta estabilidad, es la categoría con mayores transiciones, al contar con valores considerables de ganancias y de pérdidas.

**Cuadro N° 5.** Indicadores de cambios (1990-2010). Nivel 1.

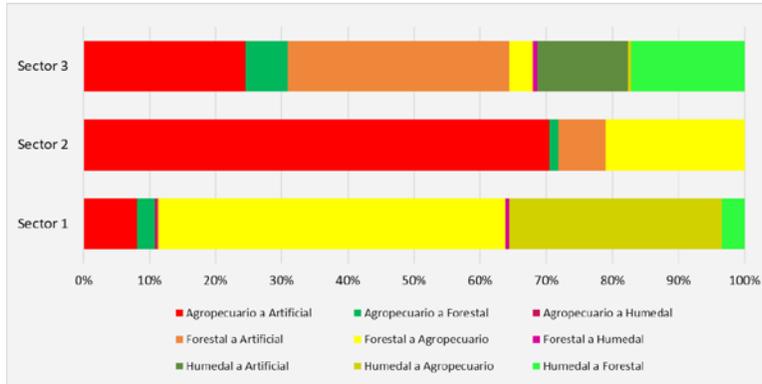
	Ganancias	Persistencias	Pérdidas	Cambio neto	Cambio total	Intercambio
<b>1.Superficies artificiales</b>	21.112	43.311	0	21.112	21.112	0
<b>2.Zonas agropecuarias</b>	11.266	234.430	12.720	1.455	23.986	22.531
<b>3.Zonas forestales y de vegetación natural</b>	5.512	43.369	15.302	9.790	20.815	11.025
<b>4.Zonas húmedas</b>	238	7.657	10.106	9.867	10.344	477
<b>5.Superficies de agua</b>	0	9.400	0	0	0	0

**Fuente:** Elaboración propia.

La combinación de categorías de cambios se presenta con un patrón diferenciado a partir de los sectores de la cuenca (Figura N° 7). Las superficies dinámicas del Sector 1 (Cuenca alta), registran un total de 10.529 ha, que se agrupan en ocho categorías. La de mayor proporción, con un 52 %, y con un total de 5.520 ha, es la referida a la transición de zonas forestales a agropecuarias, seguidas por las de zonas húmedas a agropecuarias con 3.395 ha, y de agropecuario a artificial (855 ha).

En el Sector 2 (Cuenca media), se registran cuatro categorías de cambios, que contabilizan un total de 7.338 ha. Predominan las transiciones desde zonas agropecuarias a artificiales con 5.566 ha, lo que representa el 70 % de los cambios en el sector. Luego, las de zonas forestales a agropecuarias con 1.549 ha, con el 21 %. Muy por debajo de este valor, se encuentran las zonas forestales que cedieron terreno a las superficies artificiales, con 519 ha.

**Figura N° 7.** Transiciones de grandes categorías según sectores. Nivel 1 (1990-2010).

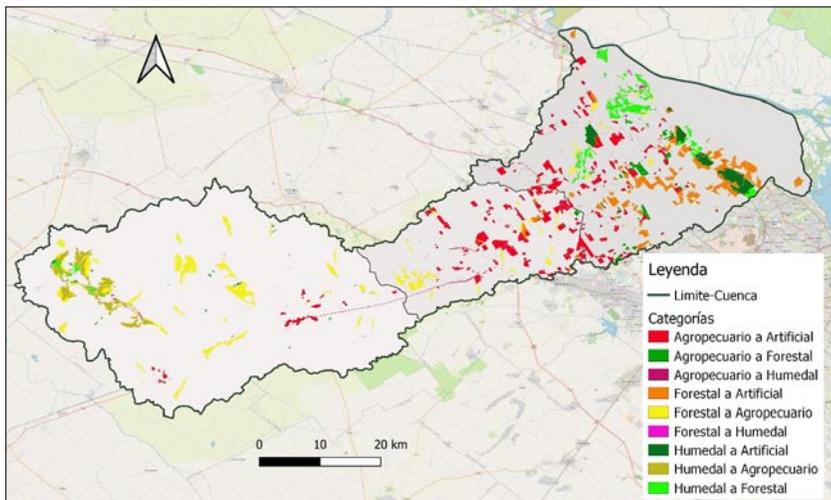


**Fuente:** Elaboración propia.

Finalmente, en el Sector 3 (Cuenca baja), se registra un total de 20.553 ha de superficies de cambios, que se agrupan en nueve categorías. En este caso, predominan las transiciones de zonas forestales a artificiales, con un total de 6.788 ha (34 %), seguido de agropecuario a artificial, con 4.983 ha (25 %); zonas húmedas a forestales (3.484 ha) y a artificiales (2.781 ha).

La distribución espacial de las categorías de cambios (Figura N° 8), muestra que la mayor dinámica de evolución espacial, se produce a partir del crecimiento de las superficies artificiales en reemplazo de usos agropecuarios, zonas forestales y húmedas.

**Figura N° 8.** Cambios de usos del suelo (1990-2010). Nivel 1.



**Fuente:** Elaboración propia.

El sector de la cuenca baja registra la mayor diversidad de cambios, cuyas transiciones, principalmente, se producen por el avance urbano, en sus distintas modalidades, que se expande sobre usos rurales y cubiertas naturales, como indicador del proceso de urbanización que transita este sector desde las últimas décadas, y que se hace más pronunciado en el sector medio, casi exclusivamente a partir del reemplazo de superficies agropecuarias. Por su parte, en el sector de la cuenca alta, se produce una mayor transformación a partir de la expansión de la agricultura y el reemplazo de zonas forestales y húmedas, como indicador del proceso de agriculturización que viene transitando este sector.

## Consideraciones finales

La descripción y análisis de los principales cambios de coberturas y usos del suelo aportan valiosas herramientas orientadas a la cuantificación de su magnitud y distribución espacial. La aplicación de la metodología de detección de cambios, que procede a partir de la tabulación cruzada de dos mapas de distintos cortes temporales, ha brindado una serie de indicadores que permitieron medir las ganancias, las pérdidas, el cambio neto y total, y los intercambios entre las distintas categorías de análisis definidas para el periodo de estudio. De esta manera, se obtuvieron resultados numéricos y cartográficos como insumos básicos para el análisis estadístico y espacial respectivamente. Fue posible contar con un panorama general de las principales transiciones e intercambios entre categorías. Con la finalidad de llegar a un análisis más pormenorizado, en futuras aplicaciones se pretende avanzar hacia el nivel de mayor detalle, que está integrado por 12 categorías. De esta manera, será posible dar cuenta de una diversidad de coberturas y usos del suelo de mayor amplitud temática, vinculadas a las áreas urbanas y los usos agropecuarios, cuya combinación permitirá llegar a la identificación de las principales transiciones al interior de las grandes categorías.

## Referencias bibliográficas

Aguilera Benavente, F.; Plata Rocha, W.; Bosque Sendra, J.; Gómez Delgado, M. (2009). Diseño y simulación de escenarios de demanda de suelo urbano en ámbitos metropolitanos. *Revista Internacional Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*. 4. pp 57-80.

Aguilera Ontiveros, A. (2002). *Ciudades como tableros de ajedrez. Introducción al*

*modelado de dinámicas urbanas con autómatas celulares*. San Luis Potosí: El Colegio de San Luis.

Batty, M. (2005). Approaches to Modelling in GIS: Spatial Representation and Temporal Dynamics. En Maguire, D.J.; Batty, M.; Goodchild, M.F. (eds.). 2005. *GIS, Spatial Analysis, and Modelling*. ESRI Press. Redlands. pp. 41-61.

- Buzai, G.D. (Ed.) (2010). *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y metodológicos*. Universidad Nacional de Luján. Luján.
- Buzai, G.D.; Baxendale, C.A. (2011). *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Tomo 1: Perspectiva científica/Temáticas de base raster*. Lugar Editorial. Buenos Aires.
- Buzai, G.D.; Baxendale, C.A. (2013). Aportes del análisis geográfico con Sistemas de Información Geográfica como herramienta teórica, metodológica y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial. *Persona y Sociedad*. 27(2): 113-141.
- Buzai, G.D.; Lanzelotti, S. (2019). *Atlas de Geografía Humana de la cuenca del río Luján*. Instituto de Investigaciones Geográficas. Luján.
- Carter, H. (1983). *El estudio de la Geografía Urbana*. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid.
- Gómez Delgado, M.; Barredo Cano, J.I. (2006). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Alfaomega-Ra-Ma. México.
- Gómez Delgado, M.; Rodríguez Espinosa, V.M. (2012). *Análisis de la Dinámica Urbana y Simulación de Escenarios de Desarrollo Futuro con Tecnologías de la Información Geográfica*. Ra-Ma. Madrid.
- Henríquez Ruíz, C. (2014). *Modelando el crecimiento de las Ciudades Medias*. Ediciones UC. Santiago.
- Humacata, L. (2017). Análisis espacial de los cambios de usos del suelo en partidos de interfase urbano-rural de la Región Metropolitana de Buenos Aires, en el periodo 2000-2010, mediante la aplicación de Tecnologías de la Información Geográfica. *Tesis de Maestría en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Azul.
- Humacata, L.; Cantarelo, C.; Villella, S. (2020). Cartografía de áreas urbanas de la cuenca del río Luján (1990-2010). *Revista Posición*. 3:1-16.
- Instituto Nacional del Agua. (2007). *Diagnóstico del funcionamiento hidrológico hídrico de la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires)*. Disponible en: <http://www.delriolujan.com.ar/estudioina.html>
- INDEC. (2013). Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010. *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Buenos Aires.
- Lara, B. (2014). Fragmentación de pastizales en el centro de la provincia de Buenos Aires mediante imágenes LANDSAT. *Tesis de Maestría en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Azul.
- Linares, S. (2015). Aplicación de modelos de simulación de crecimiento urbano. En Buzai, G.D.; Cacace, G.; Humacata, L.; Lanzelotti, S.L. (Comp.). (2015). *Teoría y métodos de la Geografía Cuantitativa. Libro 1: Por una Geo-grafía de lo real*. MCA Libros. Mercedes.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley & Sons. New York.
- Matteucci, S.; Morello, J.; Buzai, G.; Baxendale, C.; Silva, M.; Mendoza, N.; Pengue, W.; Rodríguez, A. (2006). *Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural. El caso de la ecorregión pampeana*. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires.
- Plata Rocha, W.; Gómez Delgado, M.; Bosque Sendra, J. (2009). Cambios de usos del suelo y expansión urbana en la comunidad de Madrid (1990-2000). *Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona.
- Pontius, R.G., Shusas, E.; McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 101: 251-268.
- Príncipi, N. (2016). Evaluación Multicriterio para la identificación de áreas con potencial

conflicto entre usos del suelo en la cuenca del río Luján (Buenos Aires, Argentina). *Tesis de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección*. Universidad de Costa Rica y Universidad Nacional. Costa Rica.

Ramírez, L.; Pértile, V.C. (2013). Cambio de uso de suelo y tendencias de la expansión urbana entre 1990 y 2030 en Juan José Castelli y Villa Ángela, Chaco, Argentina. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*. 5 (5): 1: 194-216. On-line: <https://revistageosig.wixsite.com/geosig>

Tsai, Y. H. (2005). Quantifying Urban Form: Compactness versus 'Sprawl' *UrbanStudies*. 42(1):141–161.

Xie, Y.; Sun, Z. (2000). *Dynamic Urban Evolution Model Base don Cellular Automata*. Igre. Ypsilanti.

## Notas

---

- 1 Magíster en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Doctorando en Geografía (UNS). Integrante del Instituto de Investigaciones Geográficas (UNLu). Director del Grupo de Estudios de la cuenca del río Luján (GECLU).