

Artículo de investigación

Crecimiento urbano y cambios de usos del suelo en el municipio de Moreno (1990-2010). Análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica

María Sol Villella y Luis Humacata^{1*}

¹ Grupo de Estudios de la cuenca del río Luján (GECLU. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján.

* E-mail: solvillella@gmail.com

Recibido: 10/04/2022; Aceptado: 22/06/2022; Publicado: 31/07/2022

Resumen

El objetivo de la investigación es analizar la evolución histórica de la dinámica de usos del suelo en el partido de Moreno, en el periodo 1990-2010, y aportar información georreferenciada para la cuantificación de las superficies de cambios de usos del suelo en dicho periodo. Para ello se identificaron y clasificaron los usos del suelo para los años 1990-2000-2010, utilizando Sistemas de Información Geográfica, para generar cartografía dinámica e indicadores cuantitativos que permitan el análisis espacial de los cambios de usos del suelo en el periodo elegido. Como resultado se observa que en el periodo 1990-2010 en el partido de Moreno la urbanización se ha densificado y expandido de manera constante, con un avance en sentido este-oeste, correspondiente con la expansión del Gran Buenos Aires, desplazando a las actividades primarias que se desarrollan en el partido y generando espacios de convergencia de distintas lógicas territoriales.

Palabras clave: Análisis espacial; Expansión urbana; Sistemas de Información Geográfica; Cambios de usos del suelo.

Urban growth and land use changes in the municipality of Moreno (1990-2010). Spatial analysis with Geographic Information Systems

Abstract

The objective of the research is to analyze the historical evolution of the dynamics of land use in the district of Moreno, in the period 1990-2010, and provide georeferenced information for the quantification of the land use change surfaces in that period. For this, land uses were identified and classified for the years 1990-2000-2010, using Geographic Information Systems, to generate dynamic cartography and quantitative indicators that allow spatial analysis of changes in land use in the chosen period. As a result, it is observed that in the period 1990-2010, in the district of Moreno, urbanization has steadily densified and expanded, with an advance in an east-west direction, corresponding to the expansion of the RMBA, displacing the primary activities that they develop in the party and generate spaces of convergence of different territorial logics.

Keywords: Spatial analysis; Urban sprawl; Geographic Information Systems; Land use changes.

1. Introducción

Las actividades humanas han transformado el territorio y modificado severamente el entorno natural, alterando el funcionamiento de los ecosistemas. Los cambios de usos del suelo y de coberturas constituyen la expresión espacial más evidente de estas actividades, convirtiéndose en una de las causas más importantes de la degradación ambiental y la pérdida de las funciones y servicios ambientales en los territorios donde se desarrollan dichos procesos. Dentro de estos cambios, la expansión urbana se configura como la perturbación ambiental más drástica, rápida e irreversible que puede darse sobre el ambiente (Romero *et al.*, 2003; Pauleit *et al.*, 2005).

Las grandes ciudades latinoamericanas no escapan de la dinámica actual de la expansión urbana de las últimas décadas, siendo nuestro caso más cercano, la aglomeración del Gran Buenos Aires. Los territorios de la periferia metropolitana, muchos de los cuales forman parte de la franja urbano-rural (Buzai y Baxendale, 2011), presentan conflictos por la competencia espacial entre usos del suelo, que ante el avance de la urbanización, como el caso de las urbanizaciones cerradas, se convierten en territorios fragmentados, con la pérdida de usos del suelo que sustentan actividades socioeconómicas tradicionales y el impacto ambiental adverso en cuanto a la disminución de los servicios ecosistémicos (Matteucci *et al.*, 2006).

Ante esto, el conocimiento actualizado de la distribución y área ocupada por las distintas coberturas y usos del suelo, así como la disponibilidad de información sobre los cambios producidos en una determinada zona, se tornan cada vez más necesarios para los planificadores. A la hora de llevar a cabo el ordenamiento de un territorio, contar con información georreferenciada aportada por la Teledetección y procesada con Sistemas de Información Geográfica, permite analizar el sistema territorial buscando comprender una situación dada y sentar las bases para la realización de propuestas a implementar. Ante esto la presente investigación se plantea las siguientes preguntas: ¿Cómo se caracteriza la dinámica de ocupación del suelo en el territorio metropolitano del partido de Moreno? ¿Sobre qué coberturas y usos del suelo se expandió más el uso del suelo urbano compacto?

Para lograr responder estas cuestiones, se generó cartografía de los cambios de coberturas y usos del suelo, producto del cruce entre los mapas de usos del suelo para los años 1990, 2000 y 2010, realizados con el software libre QGIS 2.8.1. La cartografía generada se constituye en el insumo sobre el cual se puede observar y analizar la variabilidad espacial, los patrones de distribución de cada una de las categorías de cambio y las posibles tendencias, dejando entrever también, parte del conjunto de relaciones hombre-medio que se operan sobre el espacio e inferir y deducir algunos de los complejos procesos asociados a la dinámica de ocupación del territorio.

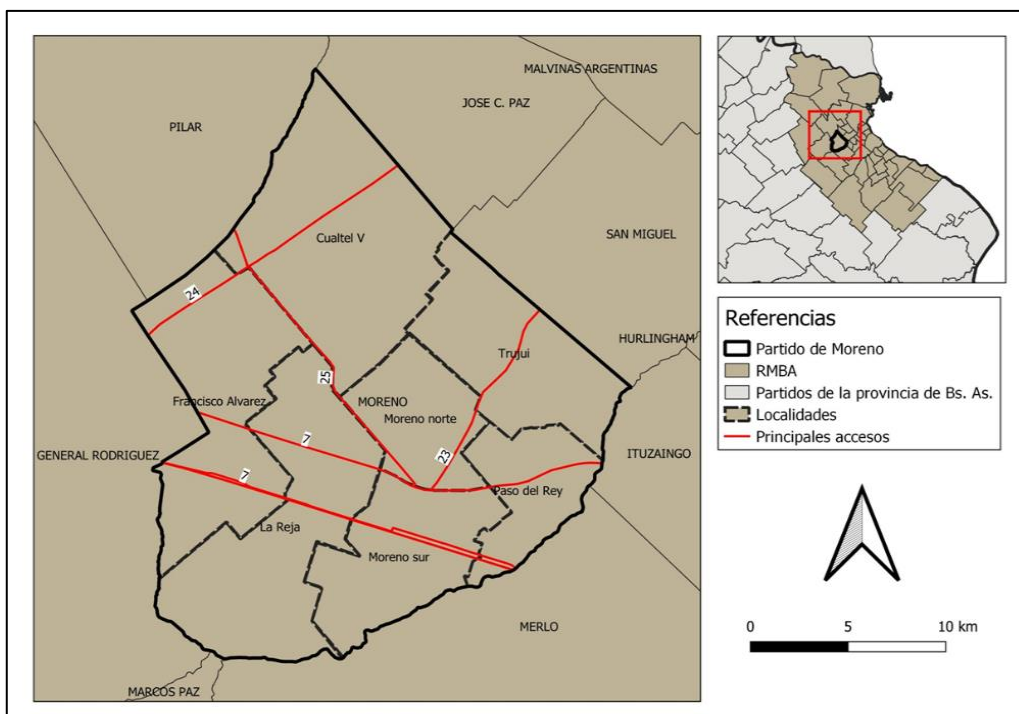
2. Área de estudio

El partido bonaerense de Moreno posee una extensión territorial de 186.13 km² de superficie (Ver Figura 1). Se encuentra ubicado a una distancia de 37 km al oeste de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y limita con el partido de General Rodríguez al oeste, al norte con José C. Paz, Pilar y San Miguel, al este con Ituzaingó, Merlo, y al sur con Marcos Paz.

Generalmente, el partido es considerado como parte de la aglomeración urbana del Gran Buenos Aires y del denominado segundo anillo de la Región Metropolitana de Buenos Aires. Sin embargo, son especialmente las localidades del sector sur las que presentan zonas consolidadas residenciales e industriales (Paso del Rey, Moreno centro, Trujui, La Reja).

La sección norte del partido, por su parte, conformada por Francisco Álvarez en el extremo oeste y Cuartel V, constituye un área de características periurbanas o urbano-rurales, con usos del suelo altamente heterogéneos usuales en este tipo de espacios periféricos: primario-extractivas (hornos de ladrillos y tosqueras); establecimientos industriales dispersos y áreas residenciales discontinuas (*countries*, asentamientos y barrios humildes) y actividades primarias, tanto extensivas, como el cultivo de diversos granos y forrajes y la ganadería, como intensivas, como horticultura y la floricultura.

Figura 1. Partido de Moreno, Buenos Aires, Argentina.



Fuente: Elaboración propia.

3. Materiales y métodos

El presente trabajo tuvo como finalidad realizar un análisis de la dinámica de usos del suelo en el partido de Moreno, en el periodo 1990-2010. Para ello se realizó la construcción de la base de datos geográfica y la aplicación metodológica basada en SIG. En este sentido, se aplicaron procedimientos para la obtención de cartografía de usos del suelo, integrando técnicas de análisis visual y digital de tres imágenes satelitales del satélite Landsat 5 (Sensor TM) de los años 1990, 2000 y 2010, con el apoyo de trabajo de campo. Se procedió a integrar la información generada en un SIG con el objetivo de elaborar cartografía homogénea para los años 1990, 2000 y 2010 a través del método de clasificación digital supervisada, como insumo básico para avanzar hacia la aplicación metodológica de detección de cambios. Los procedimientos para la elaboración de la base de datos geográfica se han presentado en Villella (2020).

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 (Tabla N° 1). 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.

Tabla N° 1. 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:

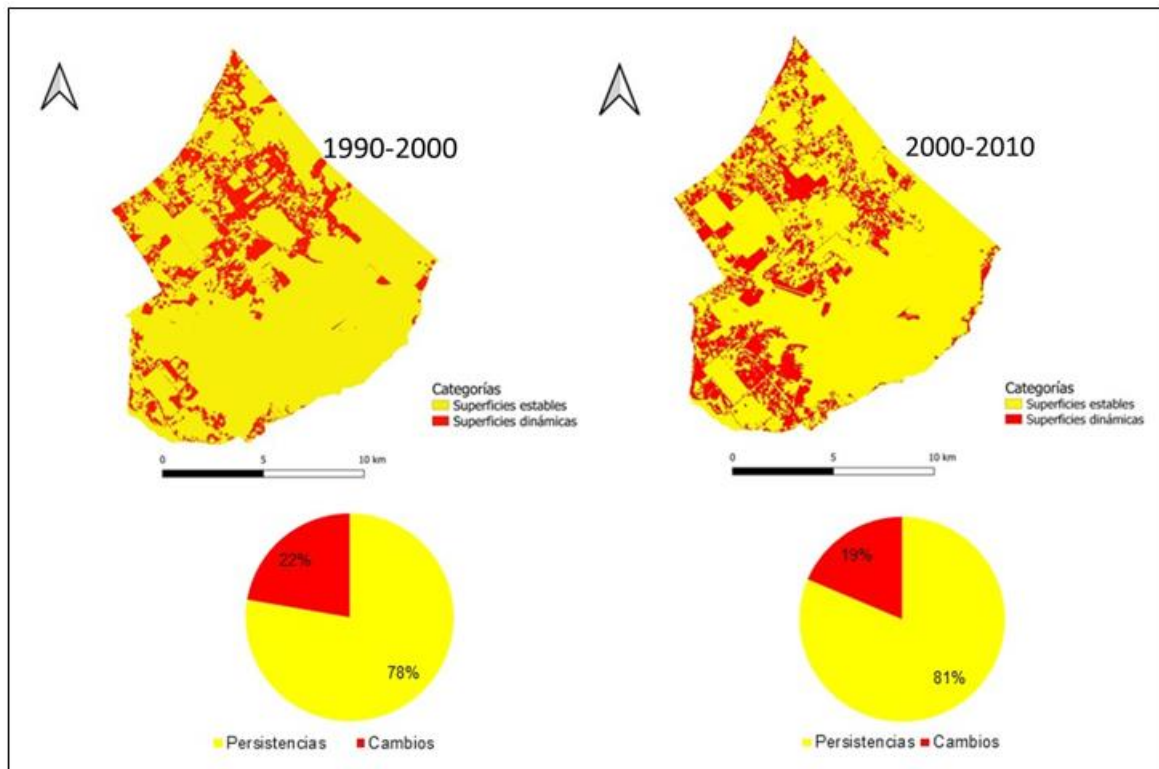
- Ganancias: se obtienen a partir de la diferencia de la suma total del tiempo 2 (T2) y el valor de la diagonal correspondiente a cada categoría.
- Pérdidas: se obtienen a partir de la diferencia de la suma total del tiempo 1 (T1) y el valor de la diagonal correspondiente a cada categoría.
- Cambio neto: 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.

4. Resultados

A continuación, se presenta el análisis de los cambios de usos del suelo a partir de los resultados alcanzados a través de las matrices de cambios de coberturas de usos del suelo entre los periodos 1990-2000 y 2000-2010, y la cartografía dinámica generada a partir de estos.

En primer lugar, las matrices nos permiten identificar aquellas zonas que permanecieron estables, es decir, que no presentaron ningún cambio entre años, y aquellas zonas dinámicas, es decir, que sí presentaron cambios entre coberturas y usos del suelo, siendo estas ganancias o pérdidas. Los mapas de la Figura 2 muestran las superficies estables y dinámicas para el periodo 1990-2000 y para el periodo 2000-2010. Para el primer periodo considerado, las superficies estables conforman el 77,73% (14380,19 ha) del total, mientras que el restante 22,27% (4120,37 ha) pertenece a las dinámicas. En cuanto al periodo 2000-2010, los resultados muestran que el 81,39% (15086,57 ha) del territorio no ha experimentado cambios, mientras que el 18,6% (3447,8 ha) restante sí. Como se observa, en el segundo periodo considerado, las superficies estables crecen, mientras que las dinámicas se reducen.

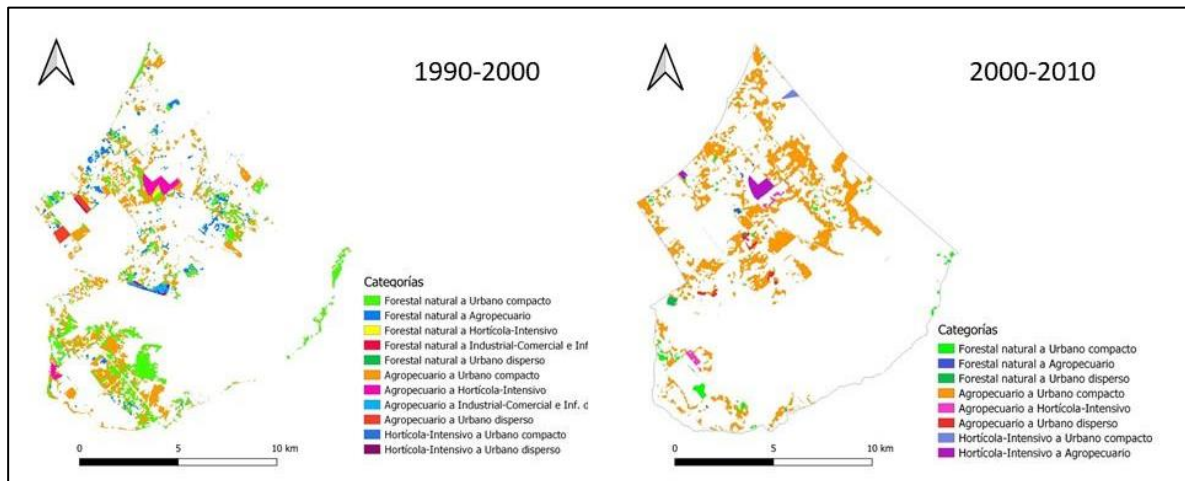
Figura 2. Áreas estables y dinámicas.



Fuente: Elaboración propia.

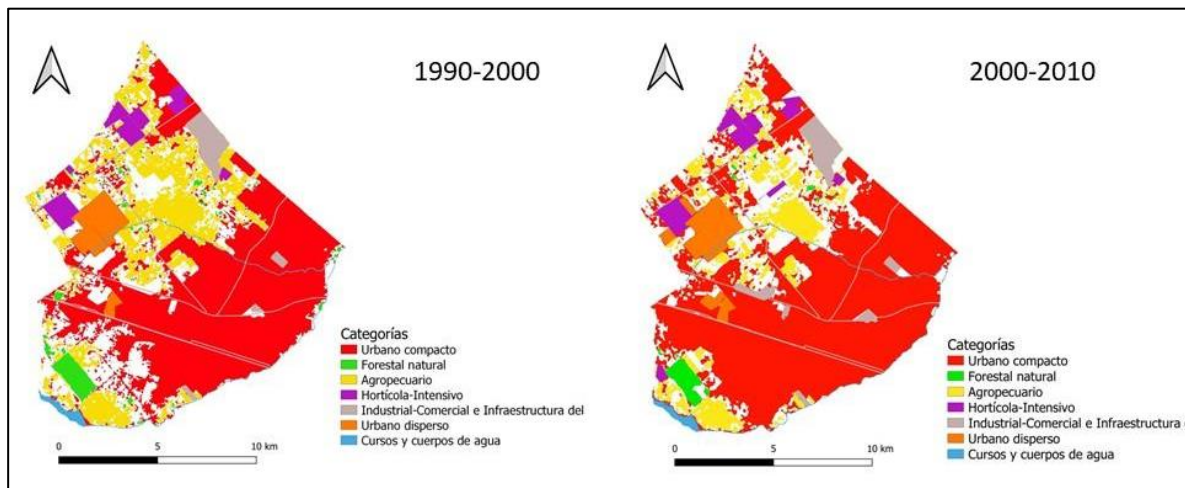
Una vez identificadas las áreas estables y las áreas dinámicas, se avanzó hacia un análisis detallado de estas según las distintas categorías. Los mapas de cambios de usos del suelo (Figura 3) y de persistencias (Figura 4), son el resultado de la superposición de los mapas de usos del suelo de un tiempo 1 y un tiempo 2. En este caso representan los cambios y persistencias en los periodos 1990-2000 y 2000-2010. En el caso de los mapas de cambios de usos del suelo, se observan las áreas dinámicas que representan nuevas categorías, las que indican las transiciones desde las categorías iniciales a las finales. En cuanto a los mapas de persistencias de usos del suelo, quedan representadas las áreas de las categorías originales que para el tiempo 2, continuaron perteneciendo a las mismas.

Figura 3. Cambios de coberturas y usos del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

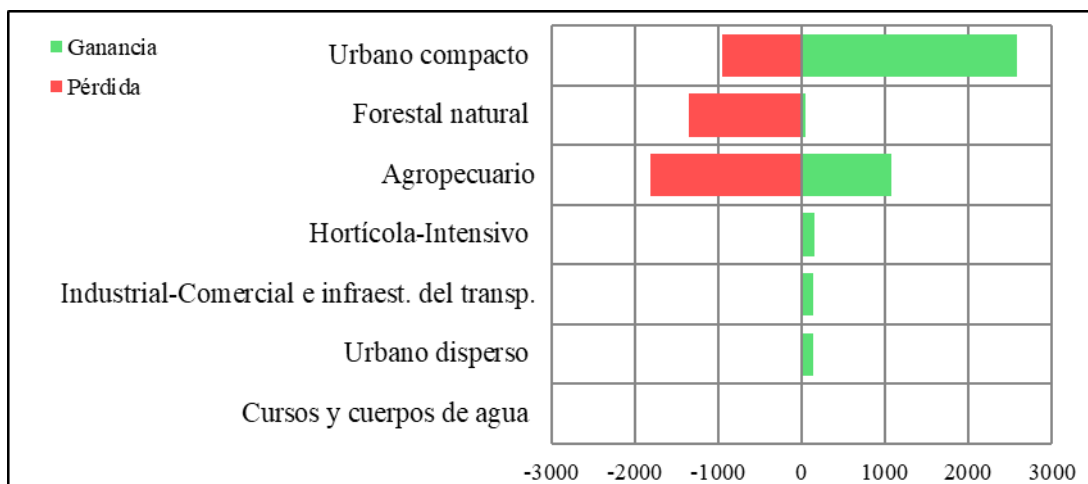
Figura 4. Persistencias de coberturas y usos del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

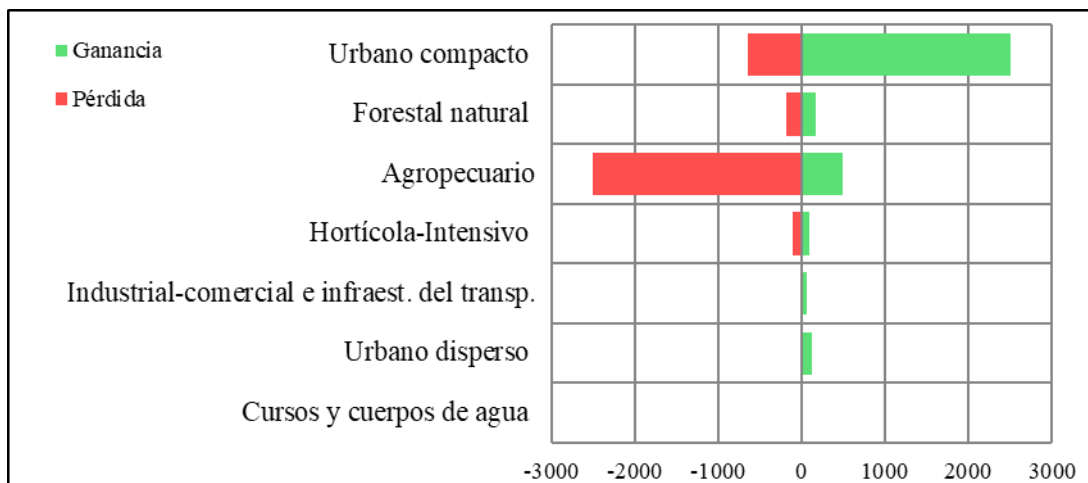
La Figura 5, muestra las ganancias y las pérdidas de cada categoría para el periodo 1990-2000, mientras que la Figura 6, hace referencia al periodo 2000-2010. Las pérdidas se expresan en valores negativos y color rojo, mientras que las ganancias se muestran con valores positivos y en color verde.

Gráfico 5. Ganancias y pérdidas 1990-2000.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6. Ganancias y pérdidas 2000-2010.



Fuente: Elaboración propia.

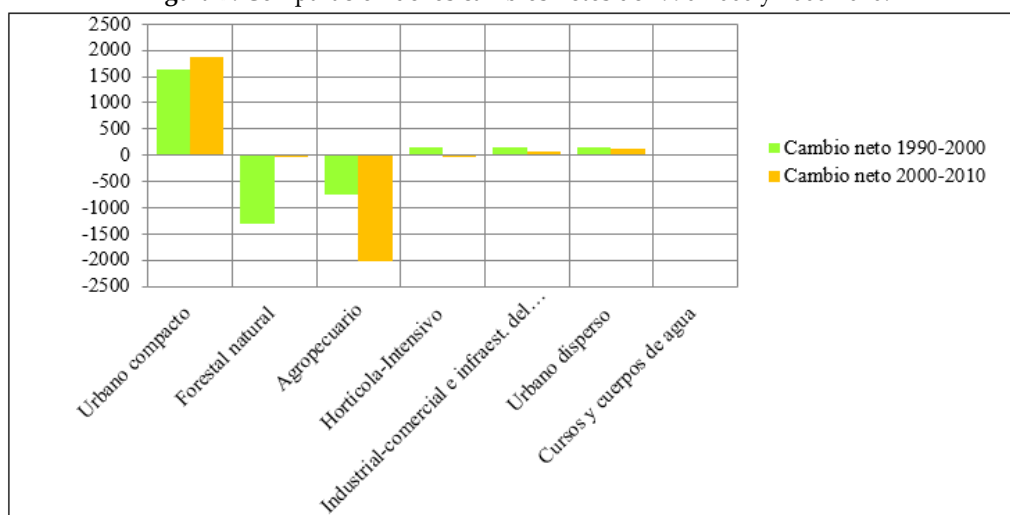
Para el primer periodo, se observa que las categorías que más superficie han ganado para el año 2000 son Urbano compacto (2578,23 ha), seguido de Agropecuario (1069,85 ha), y luego, con valores relativamente bajos, las categorías Hortícola-Intensivo (151,31ha), Industrial-Comercial e Infraestructura del transporte (139,37 ha), Urbano disperso (139,16 ha) y Forestal natural (42,45 ha). La categoría Cursos y cuerpos de agua, no presenta ganancias ni pérdidas, es decir, el total de su superficie ha permanecido estable. En cuanto a las pérdidas, en primer lugar se encuentra el uso Agropecuario, con una disminución de 1816,47 ha, seguido del uso Forestal Natural (1350,13 ha),

Urbano compacto¹ (945,96 ha) y Hortícola-Intensivo (7,64 ha). Los restantes usos del suelo no presentan pérdidas considerables.

Para el segundo periodo, se observan comportamientos similares de las ganancias y pérdidas de cada categoría. El uso del suelo Urbano compacto vuelve a constituirse en el que más superficie ha ganado (2508,28 ha), seguido del Agropecuario (494,09 ha), Forestal natural (169,63 ha), Urbano disperso (115,75 ha), Hortícola-Intensivo (98,5 ha) e Industrial-Comercial e Infraestructura del transporte (61,55 ha). La superficie de Cursos y cuerpos de agua se mantiene estable también en este periodo. Sobre las superficies perdidas por cada categoría, se observa que en primer lugar está el uso Agropecuario, con 2506,94 ha, seguido de Urbano compacto (646,45 ha), Forestal natural (180,76 ha) y Hortícola-Intensivo (111,35 ha). Las restantes categorías no presentan valores de pérdida considerables.

La Figura 7, pretende sintetizar los cambios netos de ambos periodos expuestos anteriormente. El uso Urbano compacto fue el que en ambos periodos presentó mayor cambio neto positivo. El gráfico permite observar que este fue mayor en el periodo 2000-2010. Para el uso Forestal natural, el cambio neto negativo fue muy importante en el primer periodo, destacándose en este sentido de las demás categorías, mientras que este indicador presentó valores mínimos para el segundo periodo. En el caso del uso Agropecuario, el cambio neto fue negativo en ambos casos, pero siendo mucho mayor entre 2000 y 2010, con -2012,85 ha, mientras que en 1990-2000 ha sido de -746,62 ha. Las restantes categorías han mostrado cambios netos positivos, en superficies mucho más reducidas, con valores más altos en 1990-2000 que en 2000-2010.

Figura 7. Comparación de los cambios netos de 1990-2000 y 2000-2010.



Fuente: Elaboración propia.

¹ Resulta necesario aclarar que las pérdidas de la categoría Urbano compacto que figuran en los presentes y posteriores gráficos y tablas, corresponden a errores esperados dentro del proceso de clasificación supervisada. No son considerados como verdaderas pérdidas de superficie para dicha categoría, ya que esta no suele ser una categoría que en la realidad es reemplazada por otros usos del suelo.

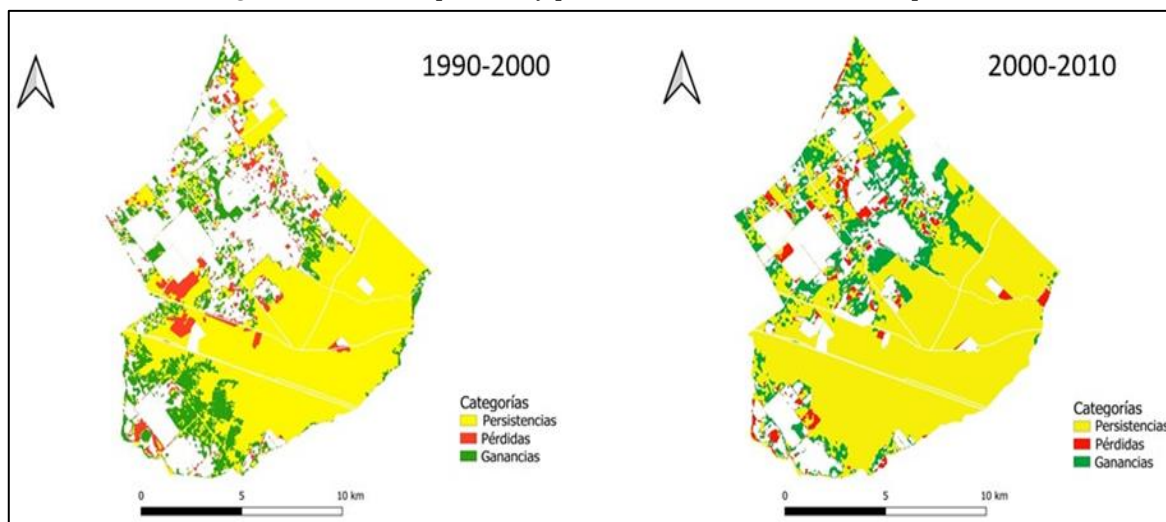
A continuación, se presenta un análisis más detallado a nivel de cambios de la categoría Urbano compacto. Se consideró una categoría de interés en esta investigación por su dinámica de avance y expansión en el área de estudio y su contexto geográfico. Se analiza en términos de ganancias, pérdidas e intercambios con relación a las restantes categorías, señalando la contribución que tuvo cada categoría en el cambio neto de la superficie Urbano compacto.

El uso Urbano compacto es el que mayores cambios ha experimentado en ambos periodos, ganando un total de 3494,1 ha para el año 2010. La superficie ganada fue mayor en el periodo 1990-2000, siendo 229,56 ha más que en el periodo 2000-2010. Para el año 2000, el uso Urbano compacto ocupa el 61,64% (11403,68 ha) de la superficie del partido de Moreno, mientras que para el año 2010, la ocupación crece hasta el 71,76% (13299,73 ha).

Los mapas de la Figura 8 muestra las áreas de ganancias, pérdidas y persistencias de la categoría Urbano compacto para el periodo 1990-2000 y el periodo 2000-2010. Sobre el primer periodo, se puede apreciar una gran zona amarilla al este representando las persistencias de la categoría en el área que corresponde al centro urbano del partido, específicamente en las localidades de Moreno y Paso del Rey, continuando más al norte en la localidad de Trujui. Se trata de 8825,45 ha estables. En cuanto a las superficies ganadas, se observa el avance de la urbanización al sur del partido, en la localidad de La Reja.

En cuanto a las ganancias, pérdidas y persistencias del uso del suelo Urbano compacto para el segundo periodo analizado, se puede observar que el área de persistencias es mayor que la anterior (10791,45 ha), y se localiza en la misma zona de las localidades de Moreno, Paso del Rey, Trujui y en esta ocasión con mayor consistencia en La Reja y Francisco Álvarez. En cuanto a las ganancias, en este caso se observa que se encuentran en la zona perteneciente a la localidad de Cuartel V, avanzando en un sentido este-oeste.

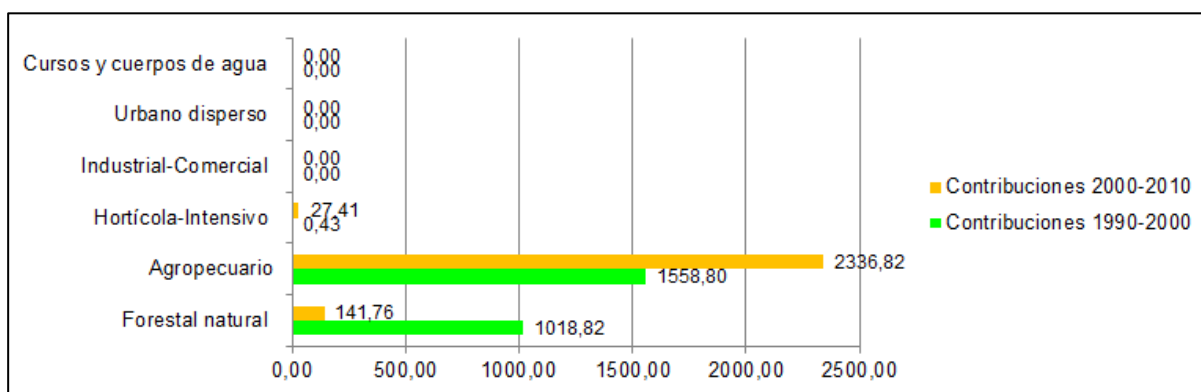
Figura 8. Ganancias, pérdidas y persistencias del uso Urbano compacto.



Fuente: Elaboración propia.

La expansión del uso Urbano compacto se generó sobre áreas anteriormente dedicadas a los usos Agropecuario, Hortícola-Intensivo y Forestal natural, con 1558,80 ha, 0,43 ha y 1018,82 ha reemplazadas en el primer periodo, y 2336,82 ha, 27,41 ha y 141,76 ha, reemplazadas en el segundo periodo, respectivamente. La Figura 9, muestra los aportes de las distintas categorías a las ganancias de la categoría Urbano compacto en el periodo 1990-2000 y para el periodo 2000-2010. Queda claramente demostrado que, para el primer periodo, la contribución mayor la realizan las categorías Agropecuario, en primer lugar y Forestal natural en segundo, mientras que para el periodo 2000-2010 se destaca la contribución del uso Agropecuario y, con mucha menor superficie, el Forestal natural.

Figura 9. Contribuciones a la categoría Urbano compacto.



Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar el análisis, en términos porcentuales, la superficie ocupada por el uso Urbano compacto pasó de ser del 52,82% en 1990, al 61,64% en el 2000, para finalizar con el 71,76% en 2010, denotando un crecimiento global del 36,10%. La tasa de cambio anual en el primer periodo es de 163 ha/año, y de 186 ha/año en el segundo.

5. Conclusiones

Se concluye que el partido de Moreno presenta las características que definen la dinámica actual de las ciudades latinoamericanas. En el periodo 1990-2010, la urbanización se ha densificado y expandido de manera constante, avanzando en sentido este-oeste, correspondiente con la expansión del aglomerado Gran Buenos Aires. El hecho de que la urbanización desplace a las actividades primarias que se desarrollan en el partido, genera espacios de convergencia de distintas lógicas territoriales, al coexistir usos urbanos junto con usos primarios del suelo.

La incorporación de la dimensión temporal permitió estudiar la variación espacio-temporal de los distintos usos del suelo, y al modelarlos cartográficamente, se logró cuantificar la magnitud y distribución espacial de las categorías, lo que permitió proceder a la evaluación de los cambios a partir de insumos estadísticos y cartográficos, contando con los valores específicos de las superficies de ganancias, pérdidas, cambio neto y total e intercambios.

En las últimas décadas, generalmente los procesos territoriales y socioeconómicos son conducidos a la urbanización. Contar con esta información espacial del área de estudio, denota la potencialidad de los SIG como herramienta metodológica para generar aportes a los procesos de Ordenamiento

Territorial en la búsqueda de solucionar problemas prácticos o modificar la realidad a escalas urbano-regionales.

Referencias bibliográficas

- Buzai, G.; Baxendale, C. (2011). Dinámica de crecimiento urbano y pérdida de suelos productivos en el Gran Buenos Aires (Argentina), 1869-2011. Análisis espacial basado en Sistemas de Información Geográfica. *Serie Geográfica*, 17, págs. 77-95.
- 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.
- Humacata, L. (2017). Elaboración de cartografía temática de usos del suelo con Tecnologías de la Información Geográfica. *Vientos del Norte*. Departamento Geografía. Fac. Humanidades. UNCA.
- Humacata, L. (2020). *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones para el análisis de clasificación espacial y cambios de usos del suelo*. Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján.
- Matteucci, S.; Morello, J.; Buzai, G.; Baxendale, C.; Silva, M.; Mendoza, N.; Pengue, W.; Rodriguez, A. (2006). *Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural. El caso de la ecorregión pampeana*. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires.
- Pauleit, S., Ennos, R. y Golding, Y. (2005). Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change: a study in Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*, 71: 295-310.
- 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.
- Romero, H., Ordenes, F. y Vásquez, A. (2003). Ordenamiento territorial y desarrollo sustentable a escala regional, ciudades intermedias en Chile. En: Figueroa, E. y Simonetti, J. *Globalización y biodiversidad: oportunidades y desafíos para la sociedad chilena* (pp. 167-224). Santiago: Universidad de Chile.
- Villella, M.S. (2020). Elaboración de cartografía temática de usos del suelo con Sistemas de Información Geográfica. Partido de Moreno, Buenos Aires, Argentina. Periodo 1990-2010. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*. 12(18)



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.