

Transformación espacio temporal de la cobertura de la tierra entre el período 1979-2019, y su proyección al 2038, para la Gran Área Metropolitana (GAM), Costa Rica

Spatial-temporal transformation of land cover between the period 1979-2019, and its projection to 2038, for the Metropolitan Area (GAM), Costa Rica

Francisco Rodríguez Soto

Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional
Investigador del PROGOT
francisco.rodriguez.soto@una.ac.cr
<https://orcid.org/0000-0003-2005-7429>

Guillermo Calderón Ramírez

Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Costa Rica; Centro de Estudios de Geografía y Ordenamiento del Territorio, Universidad de Coimbra, Portugal
gcalderon@una.ac.cr
<https://orcid.org/0000-0003-0830-316>

Luis Fernando Sandoval Murillo

Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional
luis.sandoval.murillo@una.ac.cr
<https://orcid.org/0000-0002-8325-1117>

Artigo recebido a 09 de junho de 2022 e aprovado a 11 de novembro de 2022

Resumen

Los procesos de cambio en las coberturas de usos de la tierra en Costa Rica son descritos según la dinámica urbano regional mediante la aplicación de sistemas de información geográfica como herramientas para el análisis espacial. A pesar de que la ciudad regional de la Gran Área Metropolitana ha tenido varios análisis en problemáticas asociadas al modelo urbano pocos trabajos describen dinámicas asociadas a las coberturas y cambios en los usos de la tierra que permitan proyectar tendencias futuras. El propósito del estudio describe el comportamiento en los cambios de las coberturas urbanas entre los años 1979, 2000 y 2019 y proyecta al 2038 el comportamiento esperado bajo supuestos de crecimiento tendencial del modelo actual. Los datos cartográficos empleados en las coberturas de uso de la tierra presentan categorías de ocupación humana que permiten determinar actividades comparables en el tiempo mediante un Sistema de Información Geográfico. Los datos reflejan que la región en estudio crece constantemente en términos de infraestructura y huella urbana producto del incremento poblacional. Esto representa una transformación espacio temporal dentro del límite de contención urbana implementado como política de control territorial desde 1982. Se identifican los cambios sufridos en los usos de la tierra de forma acelerada donde la expansión urbana se consolida y los otros tipos de cobertura seden terreno con forme pasa el tiempo. Bajo la tendencia determinada se visualiza un escenario aún más intensivo en ocupación urbana y detrimento de las otras categorías de uso para el 2038. El análisis no abarca distinciones a lo interno de categoría urbano y las diferentes tipologías presentes en la región GAM, sin embargo, según los datos descritos en las imágenes utilizadas e indicadores de crecimiento constructivo la ocupación residencial es la principal actividad presente y proyectada como mancha urbana. Para concluir el trabajo de investigación se realiza una proyección esperada de la ciudad regional GAM en su dimensión espacial y derivado de esta condición, algunas de las consecuencias ambientales y territoriales que se podrían presentar.

Palabras clave: cobertura de la tierra, crecimiento urbano, cambios de la cobertura, planificación urbana, Gran Área Metropolitana.

Abstract

The processes of change in land use coverage in Costa Rica are described according to regional urban dynamics through the application of geographic information systems as tools for spatial analysis. Despite the fact that the regional city of the Greater Metropolitan Area has had several analyzes on problems associated with the urban model, few works describe dynamics associated with coverage and changes in land use that allow

projecting future trends. The purpose of the study describes the behavior in the changes of urban coverage between the years 1979, 2000 and 2019 and projects to 2038 the expected behavior under assumptions of trend growth of the current model. The cartographic data used in the coverage of land use present categories of human occupation that allow determining comparable activities over time through a Geographic Information System.

The data reflects that the region under study is constantly growing in terms of infrastructure and urban footprint as a result of population growth. This represents a temporal space transformation within the urban containment limit implemented as a territorial control policy since 1982. The changes suffered in the uses of the land are identified in an accelerated way where the urban expansion is consolidated and the other types of cover give way to land as time passes. Under the determined trend, an even more intensive scenario in urban occupation and detriment of the other categories of use is visualized for 2038. The analysis does not cover distinctions within the urban category and the different typologies present in the GAM region, however, according to the data described in the images used and indicators of constructive growth, residential occupation is the main activity present and projected as an urban sprawl. To conclude the research work, an expected projection of the GAM regional city is carried out in its spatial dimension and derived from this condition, some of the environmental and territorial consequences that could arise.

Keywords: land cover, urban growth, changes in coverage, urban planning, Greater Metropolitan Area.

1. Introducción

A partir de la Revolución Industrial se produjo una transformación de los espacios, principalmente, debido al crecimiento exponencial de la población y las consecuencias del impacto en ese crecimiento sobre las tres dimensiones del desarrollo humano: economía, sociedad y ambiente. En el caso de Costa Rica las principales ciudades se encuentran situadas en el centro del país llamada Gran Área Metropolitana conformada por las principales ciudades de las provincias de Alajuela, Heredia, San José y Cartago, teniendo la caracterización de un acelerado y descontrolado incremento en las actividades urbanas y cambios en las zonas adyacentes. Tal situación provoca desequilibrios importantes en la ubicación de actividades económicas, concentración de comercios y servicios en la capital, expulsión habitacional y problemas de abandono progresivo en los cascos históricos, además de una contaminación ambiental que afecta la salud de su población.

Como política pública implementada para atender el problema del crecimiento sin planificación y los efectos causados en las cuatro principales ciudades del país, en el año 1982, se inicia un proceso de planificación urbana y regional en Costa Rica con un enfoque centrado en la articulación de políticas sectoriales, locales y regionales para la contención urbana. Esa política trataba de impulsar un crecimiento poblacional en los principales cascos urbanos, restringiendo el crecimiento para la ocupación humana en las áreas de influencia fuera de los perímetros históricos. Surge así la primera

experiencia, desde una política de Estado con el Plan Regional Urbano de la Gran Área Metropolitana (Plan GAM) el cual tenía como objetivo el orientar la ocupación y el ordenamiento para la ciudad conurbada y entorno regional para el centro del país.

Llanos (2010) considera que el territorio “ayuda en la interpretación y comprensión de las relaciones sociales vinculadas con la dimensión espacial” (p. 208). Se detalla el concepto de territorio, el cual dentro de la visión de ordenamiento territorial menciona Haesbaert, (2009) es primordial considerar dos ejes centrales: uno enfocado en su carácter político sustentado en el juego de lo que el llama los “macropoderes” políticos y los “micropoderes” en donde estos últimos son producidos en el diario de la población; como segundo eje una función integradora en donde el Estado funge como gestor y la población como los capaces de reconocer el espacio social en su dimensión múltiple. Para este autor el territorio “(...) se define ante todo con referencia a las relaciones sociales (o culturales, en sentido amplio) y al contexto histórico en el que está inserto” (Haesbaert, 2009, p. 67).

Otros conceptos básicos para entender el proceso del fenómeno urbano incluyen a la regeneración urbana, la cual, para Klotchkov (2013) se entiende como “revalorizar la ciudad y, en concreto, detener y revertir el deterioro existente mediante un mejor uso y reúso de todos sus componentes” (p. 6). Aunado a lo anterior “La regeneración tiene un alcance que va más allá de la simple transformación espacial y remite a la

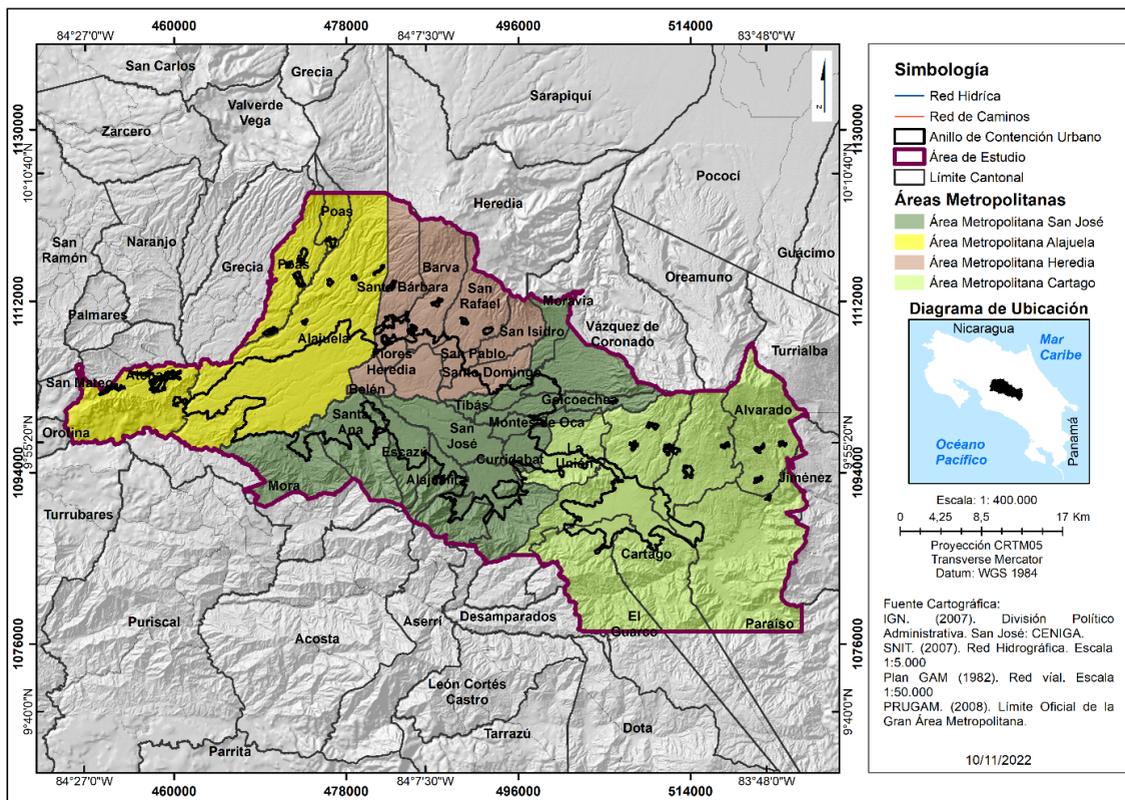


Figura 1
Delimitación oficial de la Gran Área Metropolitana, Costa Rica.

reorganización de las relaciones sociales y de poder” (Sevilla, Castrillo, Matesanz & Sánchez, 2014, p.130).

Para el caso costarricense debe visualizarse la ciudad desde los gobiernos locales por medio de estrategias que incentiven el mejoramiento social y natural en donde la participación ciudadana sea un actor determinante en las decisiones políticas de su territorio. Klotchkov (2013) hace mención del establecimiento en el centro de la región GAM de inversiones públicas y privadas debido a condiciones presentes que favorecen este tipo de dinámicas económicas.

El objetivo principal de la investigación es evaluar la transformación espacio temporal mediante las coberturas de la tierra entre los años 1979-2019, para la identificación del crecimiento urbano actual y su proyección al año 2038, en la GAM. Para el análisis se parte del recuento cualitativo según las categorías de usos seleccionadas como lo son urbano, cuerpos de agua, agropecuario y bosque y, en términos cuantitativos se toma el área construida y el comportamiento espacial de las coberturas de la tierra. El enfoque de trabajo está centrado en el

análisis comparativo de las coberturas anteriormente mencionadas.

Área de estudio

La zona de estudio corresponde a la GAM de Costa Rica la cual representa el principal núcleo urbano del país no solo por la población que alberga, sino por la dinámica económica, herencia histórica, nivel político e influencia cultural. La planificación del territorio en la GAM inicia en los años 1980 con la creación del Plan Regional de Desarrollo Urbano de la Gran Área Metropolitana (Plan GAM 1982)¹. Al pasar más de tres décadas desde su puesta en operación y estar diseñado para atender una región dinámica en cuanto al crecimiento en infraestructura, la expansión urbana horizontal, el crecimiento poblacional y la consecuente modificación de las actividades económicas se torna necesario el proceso de actualización de los instrumentos de planificación,

¹ Legalizado como Decreto Ejecutivo N° 13583 VAH OFIPLAN del 3 de mayo de 1982, documento elaborado por la Oficina de Planeamiento del Área Metropolitana de San José, siendo órgano anexo a la Dirección de Urbanismo del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU).

los cuales se adaptan y contextualicen a la realidad regional. Luego del Plan GAM original el país intentó actualizar el instrumento urbano regional de planificación y, mediante el Decreto 38145 publicado el 30 de abril de 2014, se oficializó el Plan Regional de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana, PLAN GAM-2013-2030. En este nuevo instrumento de planificación se tiene como principal objetivo orientar la planificación urbana de manera eficiente y funcional, según las necesidades del mercado y en equilibrio con el ambiente.

En la figura 1 se muestra la delimitación de la región según las coordenadas geográficas extremas 9°44'38.6" y 10°9'39.1" latitud norte; -84° 28'16.1" y -83°45'42.7", longitud oeste y las coordenadas métricas 448338 - 1123541 y 526109 - 1077438. Una extensión de 1 779 km² como región urbana correspondiente a la unidad geomorfológica Valle Central Occidental (26 cantones) y el Valle de El Guarco (5 cantones). Representa un 3.73% del territorio nacional según el Plan GAM 2013 (extensión terrestre de Costa Rica es 51 100 Km²), y una población según el Censo del 2011 de 2 268 248 personas lo que representaba un 52.7% del total nacional, para un total de 31 cantones distribuidas en cuatro provincias de la siguiente manera, tal como se observa en la Figura 1:

- a. Área Metropolitana San José corresponde a los cantones de Alajuelita, Aserrí (parcial), Curridabat, Desamparados (parcial), Escazú, Goicoechea, Montes de Oca, Mora (parcial), Moravia, San José, Santa Ana, Tibás y Vásquez de Coronado (parcial), representando 46 737 ha (un 9.4% de la provincia de San José).
- b. Área Metropolitana de Heredia corresponde a Barva, Belén, Flores, Heredia (excluyendo al distrito de Vara Blanca), San Isidro, San Pablo, San Rafael, Santa Bárbara, Santo Domingo con una superficie de 26 038 ha (9.78% de la provincia de Heredia).
- c. Área Metropolitana de Alajuela corresponde a Alajuela (parcial), Atenas (parcial) y Poás. Abarcando 83 195 ha (8.51% de la provincia de Alajuela).
- d. Área Metropolitana de Cartago corresponde a Alvarado (parcial), Cartago (parcial), El Guarco (parcial), La Unión, Paraíso (parcial) y Oreamuno (parcial). Con 57796 ha (18.68% de la provincia de Cartago).

La GAM está conformada por los principales centros urbanos de las cuatro provincias señaladas anteriormente, y se considera importantes conurbaciones entre ellas.

2. Método

Datos

Para la discusión, inicialmente se desarrolla una descripción de las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) definidas como el "Espacio geográfico definido, declarado oficialmente y designado con una categoría de manejo en virtud de su importancia natural, cultural y/o socioeconómica, para cumplir con determinados objetivos de conservación y de gestión". (DE-34433, Reglamento Ley Biodiversidad, Art.3, inc.a) que conforma la GAM, debido a la importancia que representan para Costa Rica, teniendo el país 127 ASP, las cuales representan 25,22% de la superficie terrestre costarricense, esto según el Pavlotzky-Blank (2017) en el Informe Anual Estadísticas SEMEC 2016.

Además, se utilizó imágenes sensor LandSat para los años 1979, 2000 y 2019, las cuales fueron descargadas del USGS (United States Geological Survey) EarthExplorer plataforma en la cual se accesa al mayor registro de recolección de datos de satélite de forma gratuita. Con la obtención de la información se elaboraron procesos de corrección atmosférica y radiométrica, ambos necesarios para la modelación adecuada de parámetros físicos realistas y consistentes, al abordar estudios multitemporales, mismos que facilitan el proceso de clasificación supervisada y de fotointerpretación, (Martínez, Palá & Arbiol, 2004).

Posteriormente se procede a identificar las coberturas de la tierra como: bosque, cuerpos de agua, agropecuario y urbano, categorías establecidas en el manual de interpretación de imágenes y sensores remotos de las principales coberturas y usos de la tierra de Costa Rica (MAG, 2013). Subsiguientemente las categorías se generaron a partir de una clasificación supervisada, donde se tomaron 20 muestras por cada categoría significando un total de 80 puntos para cada año en estudio. Con la obtención de las categorías a partir de la clasificación supervisada se evidenció que no representaban una precisión del 85% en el proceso de clasificación entre las categorías, procedimiento que se realizó utilizando el *software* Qgis 3.16.10

Cuadro 1

Matriz de pesos para los cambios de la cobertura de la tierra

Año 1979	Categoría	Año 2000	Bosque (B)	Cuerpo de agua (C)	Agropecuario (A)	Urbano (U)
		Peso	10	20	30	40
	Bosque (B)	1	11BB	21BC	31BA	41BU
	Cuerpo de agua(C)	2	12CB	22CC	32CA	42CU
	Agropecuario (A)	3	13AB	23AC	33AA	43AU
	Urbano (U)	4	14UB	24UC	34UA	44UU

Año 2000	Categoría	Año 2019	Bosque (B)	Cuerpo de agua (C)	Agropecuario (A)	Urbano (U)
		Peso	1	2	3	4
	Bosque (B)	10	11BB	21BC	31BA	41BU
	Cuerpo de agua(C)	20	12CB	22CC	32CA	42CU
	Agropecuario(A)	30	13AB	23AC	33AA	43AU
	Urbano(U)	40	14UB	24UC	34UA	44UU

Año 2019	Categoría	Año 2019	Bosque (B)	Cuerpo de agua (C)	Agropecuario (A)	Urbano (U)
		Peso	10	20	30	40
	Bosque(B)	1	11BB	21BC	31BA	41BU
	Cuerpo de agua(C)	2	12CB	22CC	32CA	42CU
	Agropecuario(A)	3	13AB	23AC	33AC	43AU
	Urbano(U)	4	14UB	24UC	34UA	44UU

Sin Cambio

Con Cambio

posteriormente se realiza el proceso de vectorización donde se realiza la conversión de raster a vector para cada uno de los años en estudio.

Seguidamente se realizaron análisis multiespaciales para los años 1979, 2000 y 2019, utilizando sistemas de información geográfica donde se relacionó la cobertura de la tierra con la delimitación de las áreas silvestres protegidas generada por Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) a nivel vectorial para determinar la superficie en hectáreas y porcentaje de la cobertura de la tierra para los años indicados en cada área protegida. El procedimiento se replica para las áreas consideradas dentro y fuera del anillo de contención urbano aprobado en el año 1982, el cual es una línea imaginaria de la GAM, donde su función es delimitar las áreas urbanas en contraposición de las áreas no urbanas fuera del límite. Es importante recordar que el uso prioritario dentro del límite es urbano y fuera del límite preferentemente rural.

Para la estimación multitemporal de cambios en la cobertura de la tierra, se generó a partir de la asignación de pesos o códigos (Cuadro 1), que

permiten identificar y facilitar el registro del cambio de cobertura en el tiempo del periodo abordado. Por ejemplo, una cobertura de uso agropecuario para el año 1979 se le asigna un código de 3A y a la cobertura de uso urbano para el año 2019, se le asigna un código de 40U. Cuando se produce un cambio en la cobertura de uso en la cual se relacionan las dos categorías por medio de una suma algebraica de mapas y concatenando los campos referentes a sus respectivas letras, se obtiene un valor de 43AU, lo que indica que la cobertura para el año 1979 correspondía a una actividad agropecuaria, pero se ha convertido en urbano para el año 2019.

Finalmente, sobre la línea multitemporal se realizó la probabilidad de cambio a futuro a partir de las cadenas de Markov estimación basada en la tendencia pasada de la cobertura de uso de la tierra año 2000 y tendencia más reciente al año 2019, se proyectó al año 2038. Para el caso y para el cumplimiento del objetivo propuesto se utilizó la aplicación Modeling / Environmental / Simulation / Markov del programa Idrisi, donde se ingresa los dos escenarios y el software generar una matriz con las

probabilidades para cada categoría, permitiendo identificar cuáles son las coberturas de uso que presentan una mayor probabilidad de cambio o mantenerse en el tiempo siempre y cuando las condiciones del contexto que prevalecieron entre el año 2000 y el año 2019 se mantengan en el tiempo. Como lo indica Rincón (2012) es un proceso estocástico discreto que cumple con la propiedad, es decir si se conoce la historia del sistema hasta su instante actual, su estado presente resume toda la información relevante para describir en probabilidad su estado futuro.

3. Resultados

El contexto urbano-territorial GAM presente en el año 1979, cuando inició el primer proceso de planeamiento regional como política de Estado, concentraba las principales áreas urbanas existentes en las cabeceras de provincia: Alajuela, Cartago, Heredia y San José. Estas cuatro ciudades corresponden a las cuadrículas históricas centrales y donde se situaban las principales actividades urbano-funcionales como: Centros de poder para el Gobierno Nacional, sucursales institucionales, campus universitarios, concentración de centros de educación pública primaria y secundaria, hospitales de primer orden, principales industrias, actividades comerciales y viviendas con un modelo horizontal y de baja densidad, como actividades predominantes.

En las afueras de las manchas urbanas centrales y sus áreas periféricas se ubicaban actividades agrícolas, principalmente cultivos de café, hortalizas y pastos. La mayor zona conurbada era el Área Metropolitana de San José, que no estaba conectada todavía con las otras 3 cabeceras de provincia, existiendo límites muy marcados entre cada zona urbana provincial. En esa época no se encontraban registros de establecimientos con espacios urbano-marginales en la región y, además, existía un importante programa para la consolidación y desarrollo de viviendas populares, como política pública, atendida por el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU). El uso urbano correspondía a un 24.2% del total de la GAM y se encontraba bajo un modelo de crecimiento horizontal, de baja a muy baja densidad con forme se alejaba del centro urbano histórico y con muchos espacios agrícolas y verdes. La actividad industrial era poca, comparado con otras ciudades latinoamericanas o a nivel mundial, debido

a que la economía del país estaba centrada más en monocultivos de producción para exportación y agricultura para el consumo interno.

Las categorías de manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica pueden clasificarse en restrictivas incluyendo los Parques Nacionales, Reservas Biológicas y Refugios de Vida Silvestre; menos restrictivas, siendo estas Reservas Forestales y Zonas Protectoras; y por último las menos conocidas que estarían los Monumentos Nacionales, Reserva Nacional Absoluta, Estaciones Biológicas y Humedales. Antes de crearse la GAM establecida en el Plan Regional de la Gran Área Metropolitana, ya existían Áreas Silvestres Protegidas incluidas de forma parcial o completa dentro de esta área, siendo estas, Parques Nacionales, Reservas Forestales y Zonas Protectoras, cuyo fin es establecer un sistema de áreas para la conservación de bosques y ecosistemas. Se puede observar en la figura dos, la representación en hectáreas según año de creación de dichas áreas silvestres protegidas, en donde los datos indican que la cantidad de hectáreas dentro de la GAM es de 24 549.18 lo que representa un 12.21% del total de las áreas silvestres en discusión, las cuales se detallan a continuación en función de su localización.

Correspondiendo al Parque Nacional Irazú su creación en el año de 1955 y abarcando un 53.6% (1 070.2 ha) de su superficie dentro de la GAM correspondiente al sector noreste de la GAM, cantón de Cartago, parques nacionales como el Braulio Carrillo (localizado en el norte de la GAM, Barva) creado en el año 1978, Macizo de la Muerte (ubicado en el sureste de la GAM, cantón Paraíso) creado en el año 2000 y el P.N volcán Poas (Norte de la GAM, Poás) creado en 1971 representan menos del 5% de su superficie dentro de la GAM.

Otra de las categorías de conservación presentes corresponde a las reservas forestales (RF), donde sobresale la RF Cordillera Volcánica Central (norte de la GAM, Santa Barbará y Barva) y RF Grecia (norte de la GAM, Poás) abarcando una superficie de 5.6% (3 505 ha) y 16% (378.5 ha) respectivamente dentro de la GAM. Finalmente se evidencia la presencia de siete zonas protectoras, de las cuales tres abarcan el 100% de su superficie en el área de estudio siendo estas ZP Atenas (sector noroeste de la GAM), ZP Cerros la Carpintera (centro de la GAM) y ZP Río Tiribi (noreste de la GAM). Las ZP de: El Rodeo, Quitirrisi, Cerros Escazú estas localizadas en el suroeste de la GAM y Grecia (norte de la GAM,

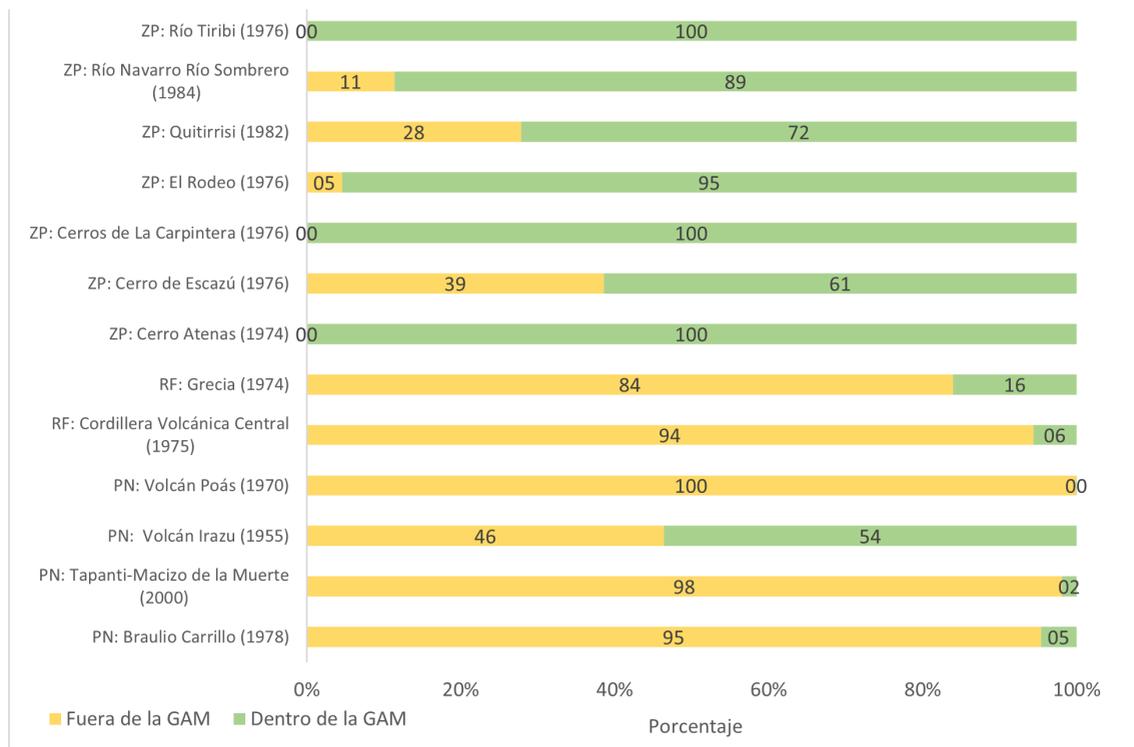


Figura 2
Áreas Silvestres Protegidas con su extensión y año de creación.

Poás) ocupan una superficie de 95%, 72%, 61.4% y 16% respectivamente. De acuerdo con Morales y Rey (1996) en este periodo se crearon la mayor cantidad de áreas protegidas con el fin proteger estas áreas del avance de la frontera agrícola y urbana.

En temas de cobertura de usos los datos destacan que de las ASP en estudio entre el período del año 1979 al 2019 en relación con bosque en los Parques Nacionales dentro de la GAM pasó de 14.02% a 17.52% lo que representa un incremento de 840.9 hectáreas, situación similar se presenta en las Zonas Protectoras, las cuales aumentaron en 3 403.4 hectáreas, concentrando una variación de 42.10% al 56.21%. En el caso de Reserva Forestal el bosque presentó una baja de 827.8 hectáreas, lo cual indica una disminución de 3.29%. Con respecto a la cobertura agropecuaria, reflejo una disminución dentro de la Zona Protectora en 3 988.8 hectáreas y en la actividad urbana un aumento en 371.4 hectáreas. Es destacable que el uso urbano en el Parque Nacional tuvo una baja de 34.8 a 1.5 hectáreas. Finalmente, la cobertura agropecuaria presentó un incremento de 3 988.8 ha en la categoría de Zona Protectora.

Comportamiento de la cobertura de la tierra entre los años 1979, 2000 y 2019

El mosaico paisajístico de la GAM se divide en dos contextos, el primero asociado al desarrollo de actividades antrópicas fuera del anillo de contención urbano, el cual representa un 70% (133 742 ha) del área en estudio y el segundo se enfoca a las actividades dentro del anillo de contención urbano el cual abarca un 30% (44 732 ha). El primer sector se caracterizaba para el año 1979 por un predominio de actividades agropecuarias con un 48.5% (64 855 ha) de su superficie, seguidas de la categoría de bosque con 49.2 % (65 736 ha), cuerpo de agua con 0.8% (1 098 ha) y la cobertura urbana representaba un 1.5% (2 052 ha) (mapa 2). Con respecto a la distribución de la cobertura de la tierra dentro del anillo de contención para el año 1979 se evidencia que prevalecía un 63.6% (28 460 ha) de la ocupación agropecuaria, seguida por la cobertura urbana con un 22.7 % (10 144.3 ha), bosque con 12% (5 387 ha) y el cuerpo de agua con 1.7% (740 ha).

El comportamiento y contextualización territorial descrita se enmarca con el inicio de los estudios del primer Plan Regional Urbano del país,

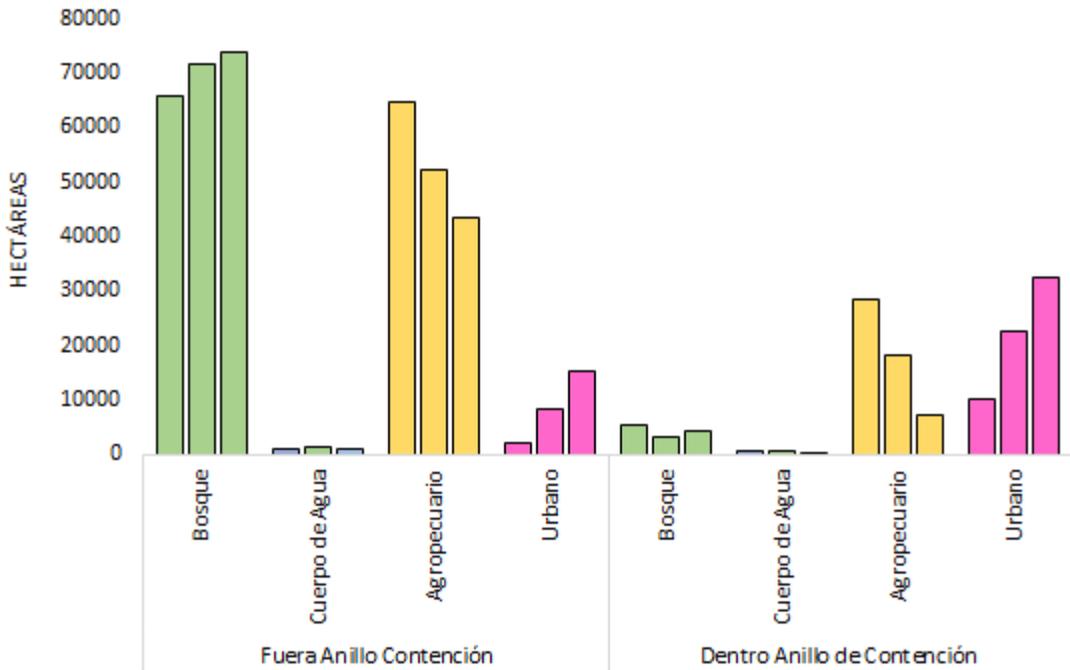


Figura 3 Cobertura de la tierra dentro y fuera del anillo de contención 1979, 2000 y 2019.

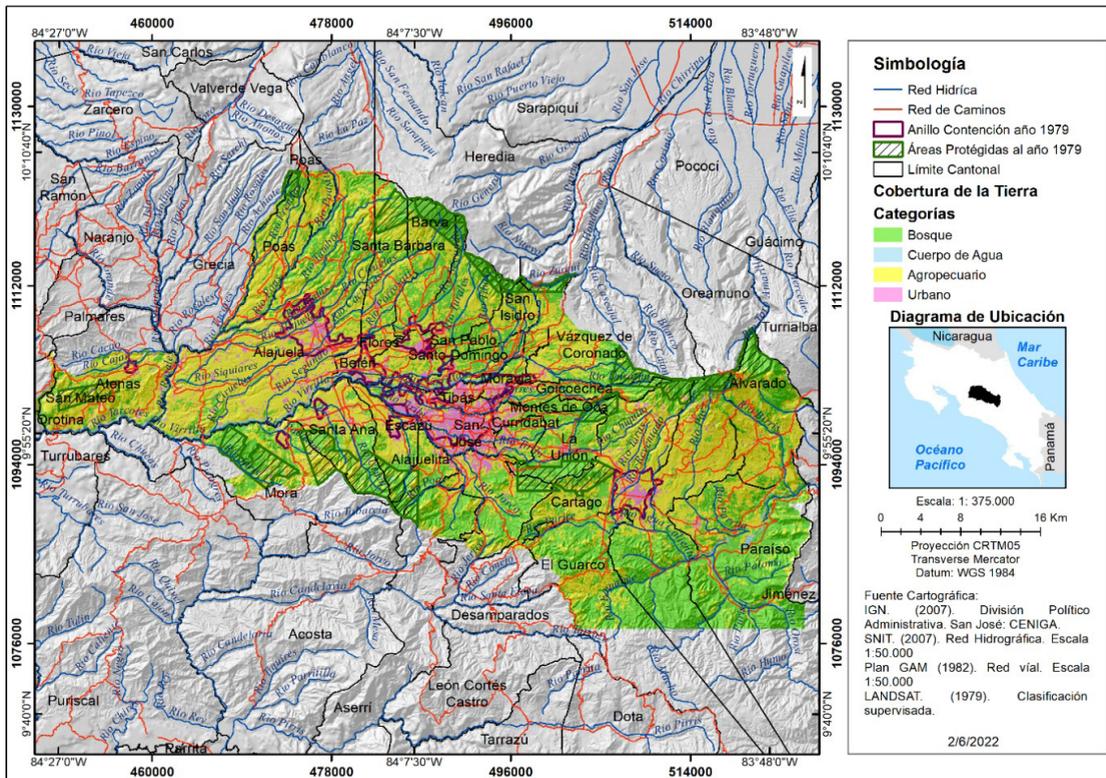


Figura 4 Cobertura de la tierra de la Gran Área Metropolitana, año 1979.

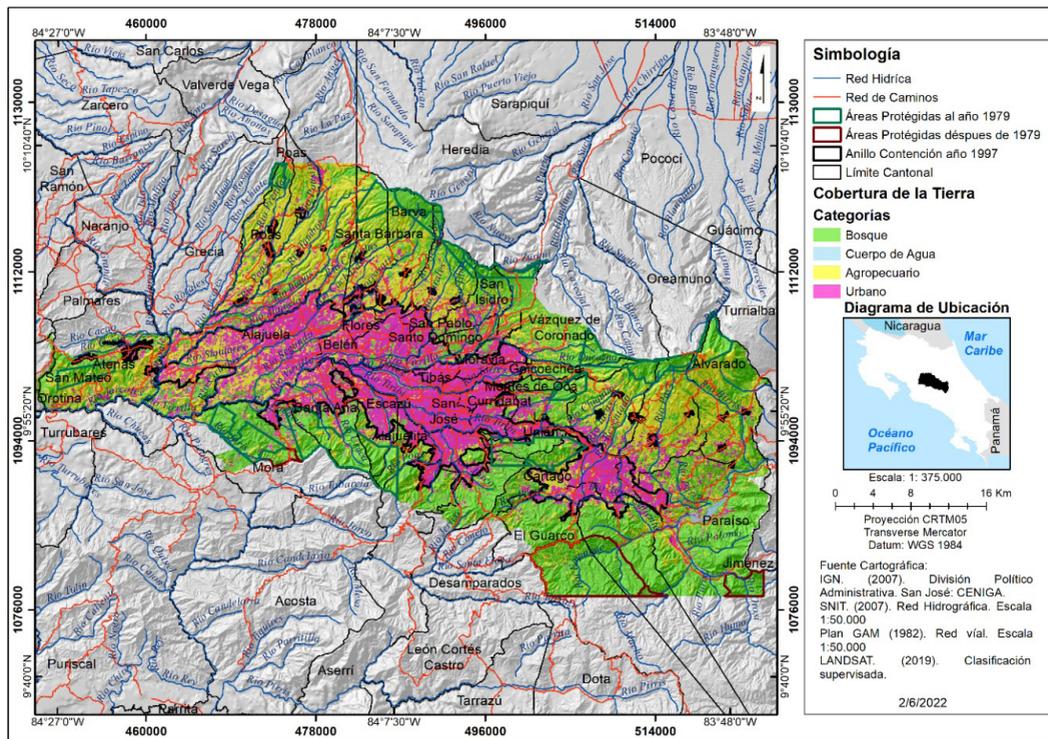


Figura 5
Cobertura de la tierra de la Gran Área Metropolitana, año 2000.

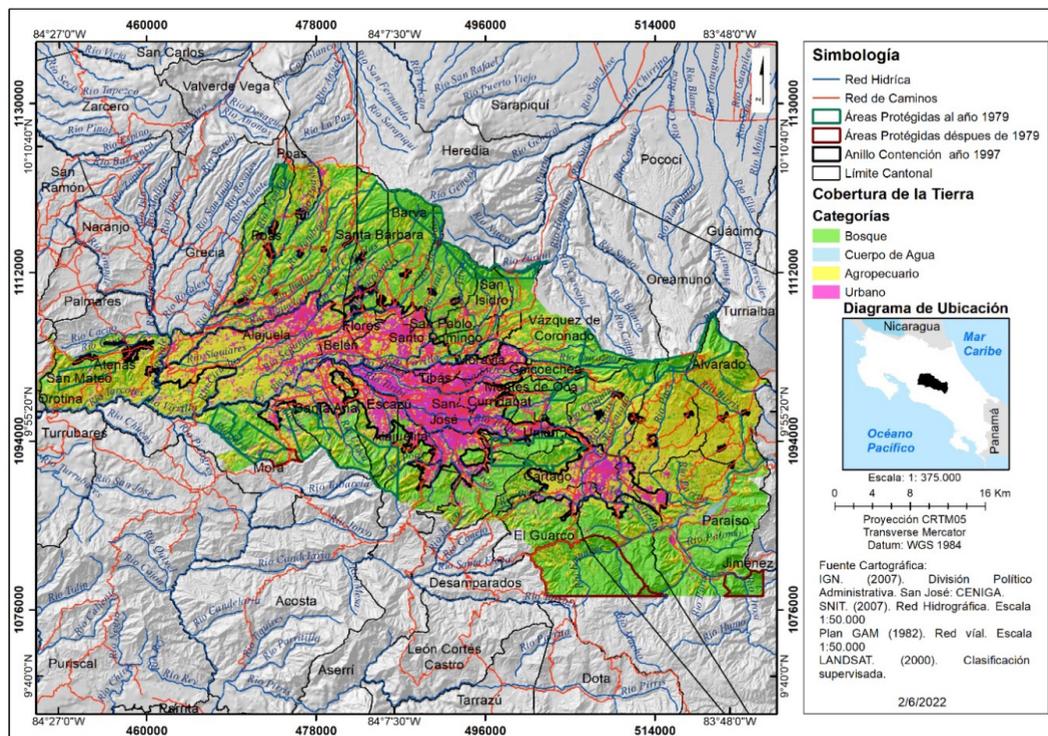
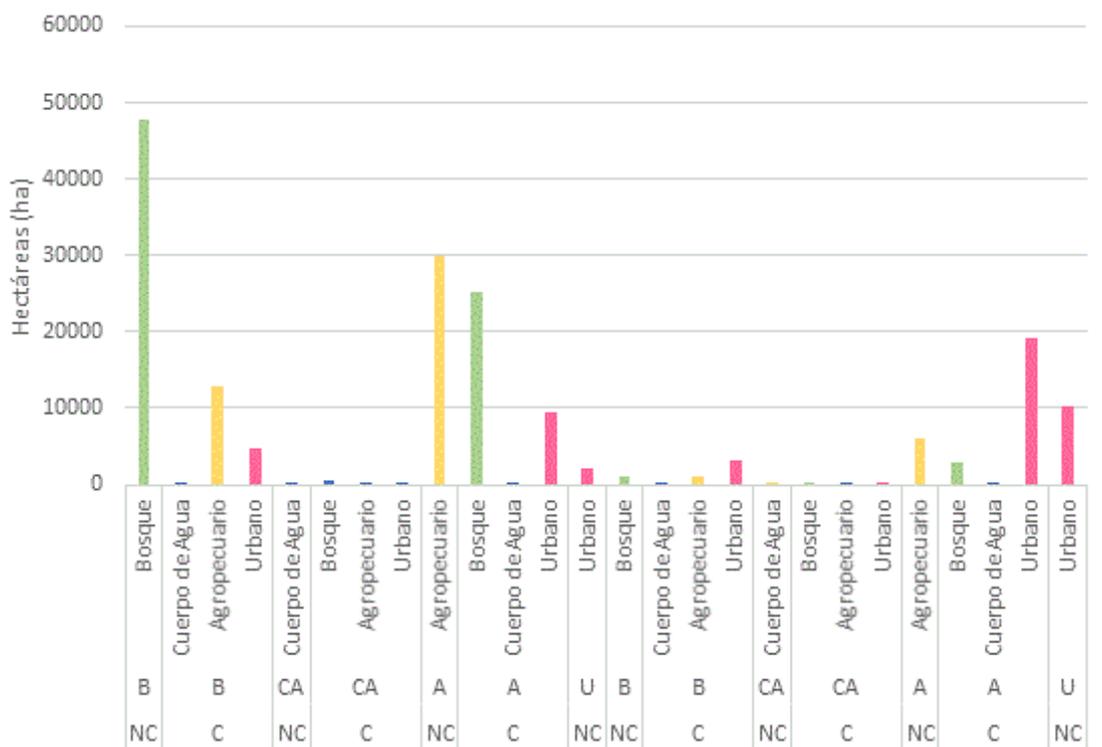


Figura 6
Cobertura de la tierra de la Gran Área Metropolitana, año 2019.



Nota: NC - No Cambio el uso; C - Cambio de uso; B - Bosque; CA - Cuerpo de Agua; A - Agropecuario; U - Urbano.

Figura 7

Cambios de la cobertura de la tierra entre el año 1979 al 2019.

porción donde se concentra la mayoría de las actividades urbanas principalmente en las cabeceras de los cantones de Alajuela, Cartago, Heredia y San José; que además correspondían a las cabeceras provinciales presentes como unidades político-administrativas. Mismas que conciernen con las cuadrículas históricas centrales que eran los espacios donde se situaban las principales actividades funcionales de índole urbano como: Centros de Gobierno Nacional, sucursales institucionales, centros educativos, centros de salud, industrias, funciones comerciales y viviendas con un modelo horizontal y de baja densidad sobresalían entre las principales actividades (Plan GAM, 1982).

Posteriormente, para el año 2000 se evidencia un crecimiento paulatino de las coberturas boscosa fuera del anillo de contención al pasar de un 49.2% en 1979 a un 53.7% (17 812 ha) para el año 2000, recuperación asociada de acuerdo al Estado de la Nación (sf) es producto de la disminución de los mercados internacionales de carne y el impacto positivo del pago de servicios ambientales (PSA). Con respecto a la mancha urbana creció en un 4.8% con respecto a 1979. Además, la cobertura agropecuaria

reflejo una disminución en su superficie de 9.4% representando un 39.1 (52 244 ha) de su actividad para el 2000. Con respecto a las actividades humanas dentro del anillo de contención, se evidencia un crecimiento de la mancha urbana al incrementar su superficie de un 22.7% con respecto al año 1979 a un 50.5% (22 598 ha) en el año 2000, este crecimiento en superficie se refleja con la reducción de la cobertura agropecuaria la cual disminuyó su área en un 22.8% para el año 2000 (40.8%). Además, la mancha de bosque perdió un 5% de superficie con respecto al año 1979. Comportamiento asociado con los acelerados procesos de urbanización que presentan estos cantones, los cuales generan cambios en su cobertura eliminando las condiciones naturales y agropecuarias para ser remplazadas por actividades urbanas (Morera & Sandoval, 2018).

El comportamiento reflejado entre el periodo 1979 y 2000 de las coberturas de la tierra, dentro del anillo de contención urbano, se mantiene para el siguiente 2000-2019. Principalmente en la cobertura urbana, la cual presenta una tendencia al crecimiento con un 25.3% con respecto al año 2000 evidenciando una superficie de 72.8% (32 542 ha) en el año 2019.

Este crecimiento se refleja en la reducción de la cobertura agropecuaria la cual redujo su superficie de un 40.8% en el año 2000 a 16.4% (7 339 ha) para el 2019. La dinámica de la cobertura de la tierra fuera del anillo de contención urbano evidencia igualmente un crecimiento de la mancha urbana menos acelerada ya que paso de un 6.3% para el año 2000 a 11.5% para el año 2019, crecimiento que se refleja en la reducción de la cobertura agropecuaria la cual disminuyo su superficie en un 6.6% para el 2019.

Con respecto a la cobertura boscosa durante el periodo 2000 - 2019 reflejo un crecimiento de su superficie tanto fuera como dentro del anillo de contención urbano, recuperación asociada principalmente a el abandono de pastizales, como resultado, entre otras cosas, de la reducción de políticas de incentivos a la ganadería en la década de los ochenta, ha favorecido el proceso de regeneración de sitios (Quesada, 2002).

Cambios de la cobertura de la tierra entre el año 1979 al 2019

Los cambios en la cobertura de la tierra entre el año 1979 al 2019 señalan que fuera del anillo de contención el 72.7% (65736 ha) del bosque no tuvo ningún cambio es decir este se mantuvo y las dos coberturas más significativas que sufrieron una modificación fueron urbano junto agropecuario pasaron a bosque, siendo de 4 656 y 12 952 hectáreas respectivamente. Para el caso de la cobertura de cuerpo de agua 248 hectáreas se mantuvieron y 849.9 se

modificaron pasando a bosque, agropecuario y urbano. Por otro parte de las 64 855.1 hectáreas de cobertura agropecuaria un 46.1% se mantuvo y 38.9% pasó a bosque seguido de urbano con 14.6%. En el caso de cobertura urbana el 100% se mantuvo para el año 2019 con relación al período analizado.

Por otra parte, dentro del anillo de contención de las 5 387.7 hectáreas un 22% se mantuvo en bosque (B) y 58% pasó a urbano (U). Importante hay que señalar que para la cobertura de cuerpo de agua de las 740.5 hectáreas un 48% se transformó en urbano. Y en el caso de cobertura agropecuaria de las 28 460.3 hectáreas un 21.6% se mantuvo en este uso, un 10.4% en bosque y 67.3% en urbano. Por último, la cobertura urbana al igual que fuera del anillo de contención no tuvo cambios y por lo tanto se mantuvo lo que estaba en el año 1979 al año 2019.

Expansión de la cobertura urbana para los años 1979, 2000 y 2019

Según datos el crecimiento urbano de Costa Rica ha ido en aumento, y esto lo afirma Sergovia (2018) apuntando a que el país tuvo un aumento de su población urbana pasando en el año 2000 de 59% al 72.8% en el año 2011. Misma autora hace insiste a que el 94% de la población de la GAM era urbana. Basado en lo anterior y con los datos generados en este artículo se evidencia que la transformación de la cobertura urbana en cantidad de hectáreas ha ido en aumento. Por ejemplo, si se analiza la siguiente figura los datos indican que para la GAM entre el año 1979 al 2019 hubo un incremento de la cobertura

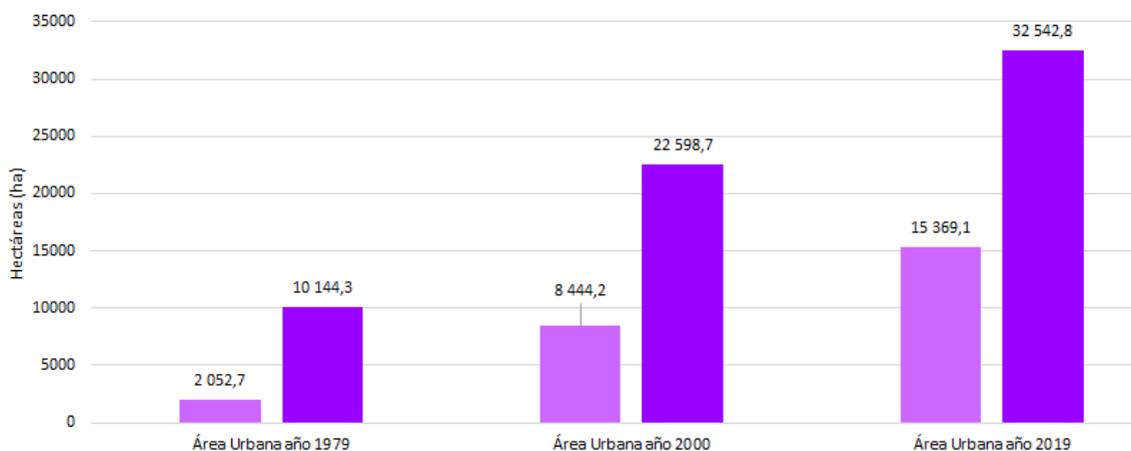


Figura 8
Expansión de la cobertura urbana para los años 1979, 2000 y 2019.

urbana de 35 714.8 ha, lo que representa un aumento del 74.5% en este período. Por otra parte los datos indican que tanto dentro como fuera del anillo de contención se generó un aumento de la cobertura urbana, no obstante, importante destacar que dentro del anillo de contención el incremento fue del 68.8% y fuera de este, según años en estudio fue del 86.6%. Esto se puede evidenciar gráficamente en la siguiente figura que muestra esa transformación territorial:

Probabilidad de cambio al año 2038 de acuerdo con la tendencia pasada del periodo entre el año 2000 al 2019

Importante recordar que para analizar la disminución o aumento de la cobertura urbana fue necesario considerar la cobertura agropecuaria, bosque y cuerpos de agua, establecidas en el manual de interpretación de imágenes y sensores remotos de las principales coberturas y usos de la tierra de Costa Rica, (MAG, 2013). Los datos de la tendencia a futuro de la probabilidad de cambio de la cobertura de la tierra para el año 2038 indican que entre los más sobresalientes fuera del anillo de contención la cobertura agropecuaria tiene una probabilidad de

mantenerse del 53.97% y que este mismo podría tener un cambio hacia bosque del 32.44%, situación que podría ser positiva para temas de conservación. Otra cobertura que destaca es el bosque presentando una tendencia a mantenerse del 76%. En esta área el cambio de la cobertura no es tan drástica comparada a lo representado dentro del anillo de contención. Se puede observar que la probabilidad de cambios de las diferentes coberturas de la tierra es bastante significativa, por ejemplo, el agropecuario, bosque y cuerpos de agua presentan una tendencia de pasar a urbano con porcentajes de 51.27%, 30.66 y 47.6% respectivamente. Con lo anterior se aprecia que tanto el uso agropecuario como el bosque su probabilidad de mantenerse es del 34.84% y del 44.41% según cada caso, dado por la transformación a cobertura urbana del área analizada.

4. Discusión

La región GAM representa casi el 60% de la población del país, localizando aproximadamente el 70% de las actividades económicas. En un territorio menor al 5% de Costa Rica se concentran las

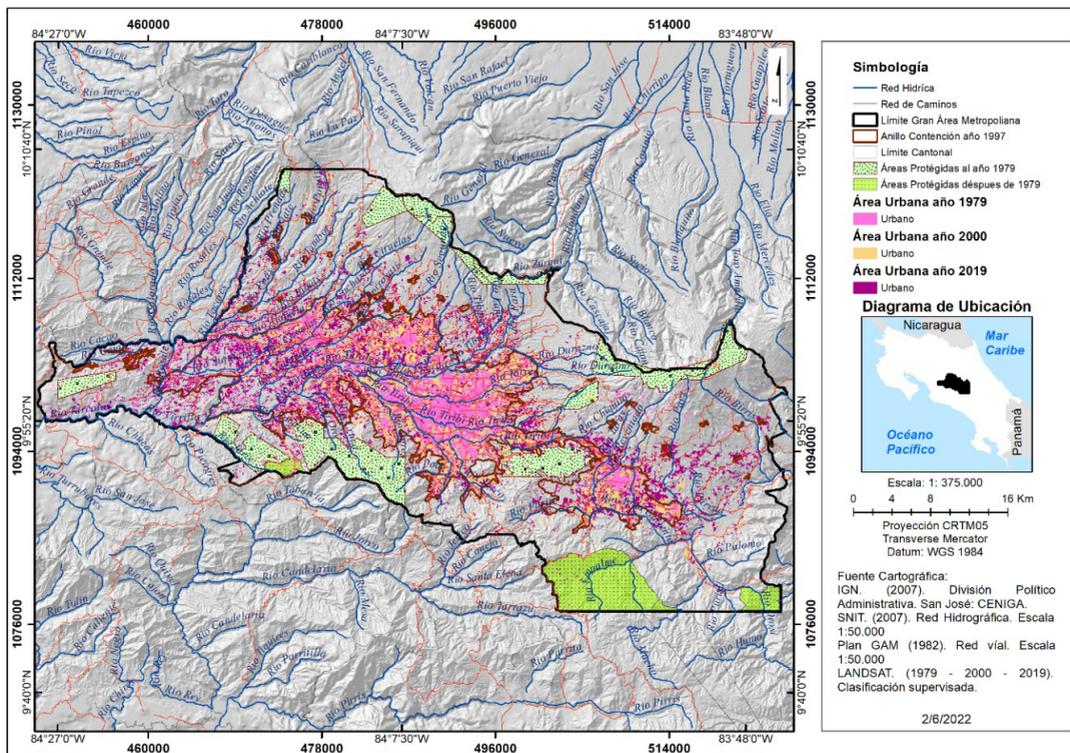


Figura 9
Representación espacial de los cambios de la cobertura urbana para los años 1979, 2000 y 2019.

Cuadro 2

Probabilidad de Cambio Cobertura de la Tierra al año 2038

Categorías	Agropecuario	Bosque	Cuerpo de Agua	Urbano	
Agropecuario	53.97	32.44	0.5	13.09	Fuera AC
Bosque	19.55	76	0.4	4.05	
Cuerpo de Agua	21.93	39.17	26.77	12.13	
Urbano	0	0	0	100	
Agropecuario	34.89	12.63	1.21	51.27	Dentro AC
Bosque	23.38	44.41	1.65	30.66	
Cuerpo de Agua	21.52	15.72	15.17	47.6	
Urbano	0	0	0	100	

Probabilidad de Cambio			Se Mantiene	
------------------------	--	--	-------------	--

principales ciudades urbanas, actividades comerciales y de servicios generadores de importantes fuentes de empleo. El comportamiento territorial presenta cambios marcados en cuanto a los niveles de ocupación ya que para el primer año en estudio la vocación agrícola era predominante en la región. Sin embargo, esa vocación sufre fuertes presiones para ir cediendo terreno y crecer hacia áreas urbanas. Algunos de los datos más relevantes señalan que de las 24 549.18 hectáreas de áreas silvestres protegidas del área en estudio, el 28% fueron creadas después del año 1979, con lo cual se evidencia que desde antes de la conformación de la GAM estas categorías de conservación ya estaban consolidadas, y la última fue creada en el año 2000 correspondiente al Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte con solo un 1.9% dentro de la GAM de las 58 320.5 hectáreas.

Importante señalar que la cobertura de la tierra referente a lo urbano en el año 1979 se mantuvo para el año 2019, esto tanto fuera como dentro del anillo de contención. Por otra parte, sí hubo cambios abruptos entre el período estudiado, por ejemplo, lo agropecuario como cuerpos de agua y bosque se transformó en su mayoría a cobertura urbana siendo más del 58% del área de las coberturas anteriormente mencionadas.

Referente a los datos que señalan un proceso creciente de expansión urbana en la región, se puede determinar que pasó de un 16.8% a un 32.1% entre el 1979 y 2019 en las áreas consideradas como zonas de protección regional situadas fuera de las áreas urbanas. Ese cambio drástico en tierras no aptas para los asentamientos humanos son producto de los débiles controles urbanísticos y de las fuertes presiones inmobiliarias para convertir áreas agrícolas

o de protección por altas pendientes y conservación del recurso hídrico en zonas urbanizables. Dentro de los hallazgos generados por los datos cuantitativos de las áreas que pierden terreno frente a la mancha urbana es posible concluir que no necesariamente se deben a escases de tierras urbanas o disponibilidad de tierras dentro de áreas con las mejores condiciones para los asentamientos humanos. Según los datos poblacionales y el modelo de ocupación horizontal, con bajas densidades, con un modelo urbano de ciudad compacta, con niveles de densidad media y verticalidad en las ofertas residenciales se podría cubrir las proyecciones de ocupación hasta el 2038 sin necesidad de agotar tierras de protección. Sin embargo, parte de los problemas que podrían dar origen a las ocupaciones de terrenos sin la mejor vocación para los usos residenciales están centrados en la falta de planificación regional integral en los usos de la tierra y a la carencia de un modelo urbanístico que permitan concentra y retomar los centros urbanos históricos que van perdiendo vigencia para la generación de nuevas ofertas habitacionales.

Para el modelo de proyección con escenario temporal al 2038 los cambios estimados en los usos de la tierra, presentan fuertes tendencias hacia cambios en la ocupación de usos agrícolas o zonas no urbanas determinadas para el 2019. La tendencia en el crecimiento, sin darse una intervención desde una política pública de planeamiento regional o políticas de planificación local en los 31 cantones que conforman la GAM, será en transformarse de manera intensiva en uso urbano, especialmente en las áreas periféricas de los centros urbanos ya consolidados. Tal como reflejan los datos la transformación a cobertura urbana se intensificará

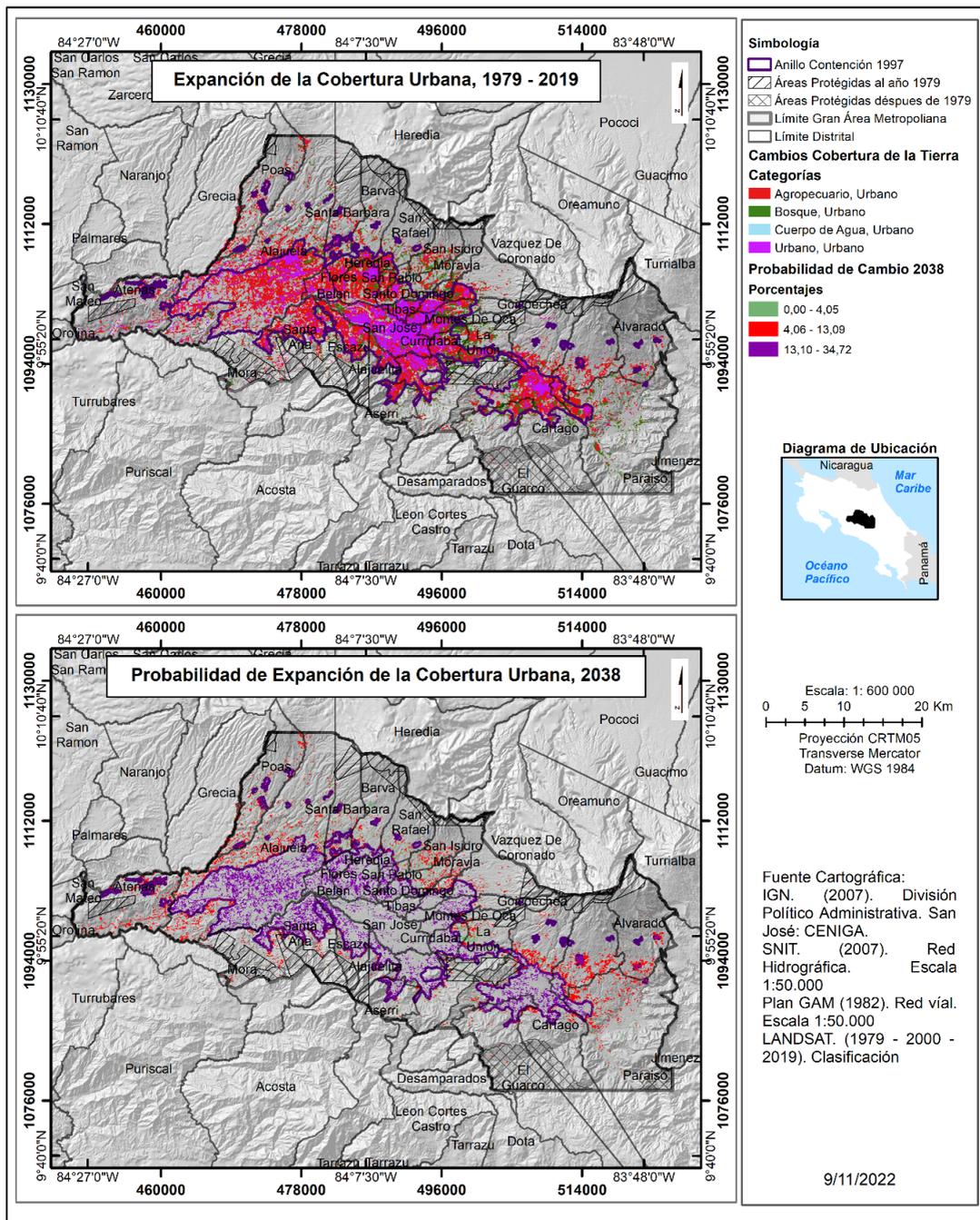


Figura 10
Expansión de la cobertura Urbana del año 1979 al 2019 y probabilidad de cambio al año 2038.

para el año 2038 en esa periferia descrita anteriormente y generando la mayor presión a coberturas como agropecuaria y bosque pasando estas a urbano, específicamente dentro del anillo de contención.

En estudios donde se analiza cambios en las coberturas de la tierra y los usos que se pretenden planificar, dentro de las políticas públicas regionales, es necesario incorporar temas económicos y de tenencia de la tierra. Sin duda alguna serán factores

determinantes en poder implementarse políticas de desarrollo territorial con una visión integral donde los componentes sociales y ambientales pueden tener presencia en las decisiones de ocupación geográfica para las actividades humanas.

5. Conclusiones

De la información obtenida luego del procesamiento de sistematización y procesamiento para la obtención de coberturas de usos de la tierra y su manejo en Sistema de Información Geográfica, se obtienen datos sobre la continuidad del crecimiento de las actividades urbanas, fuera del anillo de contención urbana y la conformación de una mancha conurbada entre las Áreas Metropolitanas de San José y Heredia. El AM de Alajuela comienza a tener corredores viales consolidados de conurbación y únicamente el AM de Cartago sigue presentando poca continuidad urbana consolidada, de forma completa con las demás AM, principalmente debido a la presencia de áreas de protección que sirven como barrera natural, al establecer una política de protección.

Parte del proceso de monitoreo técnico que requiere de ser diseñado para realizar un estudio detallado en el comportamiento regional debería de estar acompañado de los actores locales que intervienen en la política pública de planificación urbana y regional. Las municipalidades deberían de formar oficinas donde se establezcan protocolos para alimentar la base de datos regional de forma estandarizada y donde cada uno de los 31 cantones pueda incluir datos e información en formatos compatibles para su integración regional. No existe una oficina de planificación regional de la GAM y esa carencia deja en manos de actores desarticulados a nivel conjunto para poder dar seguimiento territorial y generar políticas de planificación urbana que trascienda los límites de cada cantón. Parte del ejercicio realizado en el análisis temporal en las categorías seleccionadas presentó limitaciones técnicas debido a no contar con información sistemática detallada, por usos urbanos y sus diferentes subcategorías que permita un abordaje más minucioso por cada cantón en cuanto al crecimiento urbano y tipologías de uso urbano según las categorías de planificación (residencial de alta, media o baja densidad, zonas comerciales, industriales, mixtas o de restricción urbana).

La presión urbanística que presenta la GAM a estado en constante crecimiento en las últimas décadas y así lo reflejan los datos analizados. Al concentrarse aquí las mayores fuentes de empleo y centralización de la economía nacional ha generado desde los años 90 una migración interna de las provincias periféricas a esta área metropolitana ocasionando un crecimiento inmobiliario masivo, pero con poca articulación de la gestión del territorial. Se logra observar que es inminente la transformación de las coberturas existentes a uso urbano y por lo tanto debe ser de alta prioridad que los municipios cuenten con planes de ordenamiento territorial vigentes y actualizados, logrando con ello un equilibrio dentro de sus territorios.

Bibliografía

- Estado de la Nación. (sf). Bosque, cobertura y uso forestal. Decimo tercer informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Informe final. San Jose. Costa Rica.
- Haesbaert, R. (2011). El mito de la desterritorialización: del "fin de los territorios" a la multiterritorialidad. (Marcelo Canossa, trad). México: Siglo XXI.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011). Población total por zona y sexo, según provincia, cantón y distrito. Censo Costa Rica 2011. Recuperado de, www.inec.go.cr
- Klotchkov, V. (2013). Regeneración y repoblamiento de San José: ¿dónde estamos?. *Ambientico*, Volumen (234), pp. 6-14. Recuperado de <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientico/234.pdf>
- Llanos, H. L. (2010). El concepto del territorio y la investigación en las ciencias sociales. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 7(3), 207-220. <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v7n3/v7n3a1.pdf>
- Martínez, L., Palá, V. & Arbiol, R. (2004). Corrección atmosférica en espectro solar para series multitemporales. Aplicación a imágenes landsat 7 etm. Unidad de teledetección. Instituto Cartográfico de Catalunya. Barcelona. España.
- Rosales Ibarra, Albán (2013). Manual para interpretación de imágenes de sensores remotos de las principales coberturas y usos de la tierra de Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). San José, Costa Rica.
- Morales, J. & Rey, M. (1996). Manejo de las áreas protegidas en Costa Rica y el papel de las áreas de conservación para su funcionamiento. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. CATIE. Costa Rica.

- Morera-Beita, C., & Sandoval-Murillo, L. (2018). Fragmentación y conectividad de la cobertura natural a nivel cantonal en Costa Rica durante los años 2000 y 2015. *Revista Geográfica De América Central*, 4 (61E), 37-61. <https://doi.org/10.15359/rgac.61-4.2>
- Plan GAM (2013) Capítulos introductorios. https://www.mivah.go.cr/Documentos/PlanGAM2013/01-DIMENSIONES/Capitulos_Introductorios.pdf
- Rincón, L. (2012). Introducción a los procesos estocásticos. Temas de matemáticas. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. México.
- Pavlotzky-Blank, B. (2017). Informe Anual Estadísticas SEMEC 2016: SINAC en Números. <http://www.sinac.go.cr/ES/transprncia/Informe%20SEMEC/Informe%20SEMEC%202017.pdf>
- Quesada, R. (2002). Recuperación de áreas degradadas por medio de un proceso natural: el bosque secundario. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Tecnología en Marcha. Vol. 15 N ° 4. Science for a changing world. EarthExplorer. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Segovia-Fuentes, M. B. (2018). Crecimiento urbano: enfoque territorial fuera de la Gran Área Metropolitana y la provincia de Limón. *Acta Académica*, 63 (Noviembre), 43-64.
- Sevilla, A., Castrillo, M., Matesanz, Á., & Sánchez, D. (2014). ¿Regeneración urbana? Deconstrucción y reconstrucción de un concepto incuestionado. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, (126), 129-139.