

ANÁLISIS DEL CAMBIO DE TIPO DE COBERTURA EN LA MICROCUENCA URBANA HATO DE LA VIRGEN UBICADA EN EL MUNICIPIO DE IBAGUE.

López, Jaime* y Guevara, Carolina**

*Profesor Asistente, Universidad del Tolima, Colombia

**Estudiante Ingeniería Forestal, Universidad del Tolima, Colombia

Resumen

Este estudio pretende detectar los cambios de cobertura del suelo en la microcuenca urbana ocurridos en un lapso de 19 años (1984- 2003) utilizando fotografías aéreas digitales, para conocer la relación entre la presión humana sobre la cobertura del suelo y sus impactos en los hábitats urbanos vitales, con la finalidad de apoyar las actividades de planificación de su desarrollo. Para este trabajo se utilizaron técnicas de procesamiento de imágenes de sensores remotos, apoyados en la utilización de SIG de dominio público. La detección del cambio de cobertura indica que el área de la clase Infraestructura, aumento en un lapso de 19 años, en un 7%, mientras que las áreas de pastos y bosques se redujeron en 2% y 6% respectivamente.

1. Introducción

Las áreas urbanas están creciendo a un ritmo acelerado, se han creado extensos paisajes urbanos, donde gran cantidad de tierras de cultivo, rastrojos y bosques se han ido transformando en los asentamientos humanos durante los últimos años. Los habitantes pueden evidenciar esto de forma tangible en sus entornos locales, pero sin tener una clara la comprensión de sus impactos; por lo tanto se debe estudiar estos paisajes desde una perspectiva espacial y una escala de tiempo adecuada de tal forma que se puedan cuantificar los cambios que se han producido, y así predecir el impacto de los cambios hacia el futuro.

El estudio de las transformaciones que ha sufrido el paisaje como consecuencia del crecimiento urbano a través del tiempo, requiere el uso de diversas fuentes de datos como mapas históricos, fotografías aéreas e imágenes de satélite, los cuales se integran en bases de datos de los tipos de cobertura del suelo urbano que reflejan varias décadas de cambio en forma retrospectiva. Estas bases de datos se utilizan para analizar los efectos de la urbanización en el paisaje, y para modelar el crecimiento urbano y el cambio de uso de la tierra bajo diferentes escenarios alternativos de crecimiento.

2. Cambio del tipo de cobertura

La mayoría de las áreas urbanas enfrentan problemas crecientes como la dispersión de las zonas urbanas, la pérdida de la vegetación natural y espacios verdes, así como una

disminución general del tamaño y conectividad de áreas riparias y el hábitat de vida silvestre. La comunidad se identifica con estos problemas cuando observa el cambio de las áreas naturales por desarrollos residenciales y comerciales en su zona. Las tasas de crecimiento urbano siguen aumentando, generalmente atribuido al aumento de la población. Las ciudades han pasado de ser pequeñas poblaciones aisladas, a convertirse en centros de población interconectados, tanto desde el punto de vista económico, físico y en sus características ambientales.

El crecimiento urbano y la concentración de las personas en las zonas urbanas están creando problemas a la sociedad en todo el mundo. Hace cien años, aproximadamente el 15 por ciento de la población mundial vivía en zonas urbanas; hoy en día, el porcentaje es casi el 50 por ciento; lo cual está afectando los sistemas ecológicos y sociales. Sin embargo, las dimensiones temporales y espaciales de los cambios de uso del suelo y la forma que se da a la urbanización son poco conocidos.

Actualmente la comunidad está manifestando su preocupación por los efectos que tiene la urbanización sin control sobre el paisaje, por lo cual se están diseñando y adoptando medidas para la gestión de la expansión urbana. Se necesitan datos básicos, predicciones, y perspectivas para ayudar en la formación de políticas racionales que orienten el crecimiento ambientalmente sostenible.

3. Área de estudio

La microcuenca urbana Hato de la Virgen se encuentra entre las latitudes 4.43°N y 4.44°N y longitudes -75.20°W y -75.16°W , con una extensión de 281,42 hectáreas, ocupando parte de las comunas 8 y 9 del Municipio de Ibagué, Colombia (Figura 1.) La superficie de esta microcuenca presenta una población aproximada de 60.000 habitantes, que representan aproximadamente un 15% de la población total del municipio.



Figura 1. Ubicación de la microcuenca urbana Hato de la Virgen (Ibagué, Colombia)

4. Datos

Se adquirieron dos conjuntos de fotografías aéreas digitales en formato estándar (23 cm x 23 cm) en escala de grises, uno proveniente de la Secretaría de Planeación Municipal (año

1984) y el otro del IGAC-Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2003). Las fotografías aéreas son una fuente de datos muy utilizada debido a su alta resolución espacial. Por otra parte, las fotos aéreas ofrecen un registro temporal mas amplio; por lo tanto, son un recurso muy valioso para el estudio de los cambios en la cobertura en el tiempo (Heiskanen, 2008).

5. Metodología

Para determinar las tendencias en los cambios de cobertura ocurridos en la microcuenca, se inicio con un mosaico compuesto por un par de fotografías aéreas del año 1984, y su comparación con un mosaico compuesto de 6 fotografías aéreas del año 2003. Durante este lapso de tiempo (19 años) se evidenció la ocupación de áreas que antes se encontraban bajo las clases de cobertura pastos y zonas arboladas, que fueron reemplazadas con urbanizaciones, vías, grandes almacenes, entre otros. Igualmente se apreció una reducción sustancial (9.81%) del área boscosa que rodea el cauce de la quebrada (ronda hídrica de 30 metros). Para la detección de este cambio de cobertura, se siguió el procedimiento ilustrado en la Figura 2.



Figura 2. Diagrama del procesamiento de los datos

5.1. Preprocesamiento de los datos

Las fotografías aéreas digitales en escala de grises fueron sometidas a un proceso de georeferenciación, tomando como base las planchas topográficas del IGAC (21,22,28,29,30,31,37,38 del año 1995) escala 1:2000 bajo coordenadas planas Gauss (origen Bogotá 1975) con un plano de proyección de 1240 m.s.n.m. del Municipio de Ibagué, con la finalidad de alinearlas bajo un mismo sistema de coordenadas (EPSG:21892), y de esta forma posibilitar la comparación de los tipos de cobertura entre las dos fechas. Esta georeferenciación se realizó utilizando el software libre gvSIG, bajo una transformación *affine*, cuyo error medio cuadrático (RMS por sus siglas en ingles) fue inferior a 1.0 pixel.

5.2. Clasificación de imágenes

Una vez preprocesadas las fotografías aéreas, se procedió a su clasificación supervisada bajo el método de Máxima verosimilitud (*Maximun likelihood*) la cual estima la probabilidad de pertenencia de cada pixel a una clase en particular a partir de las medias y varianzas que se obtienen a partir del conjunto de datos de entrenamiento; para lo cual se definieron *a priori* las cuatro clases de cobertura de interés, como fueron Infraestructura (In), Bosque (Bn), Pastos (Ps), Sin datos (SD), seleccionando las áreas representativas de cada clase como

conjunto de entrenamiento para el proceso de clasificación automático utilizando el software MultiSpec 3.3.

En las figuras 3 y 4 se ilustran los mapas con las clasificaciones de los tipos de cobertura para los años 1984 y 2003 respectivamente. Allí se puede apreciar como han desaparecido grandes áreas ocupadas por pastos y bosques, en las zonas noreste y suroeste de la microcuenca, las cuales fueron reemplazadas por el tipo de cobertura Infraestructura.

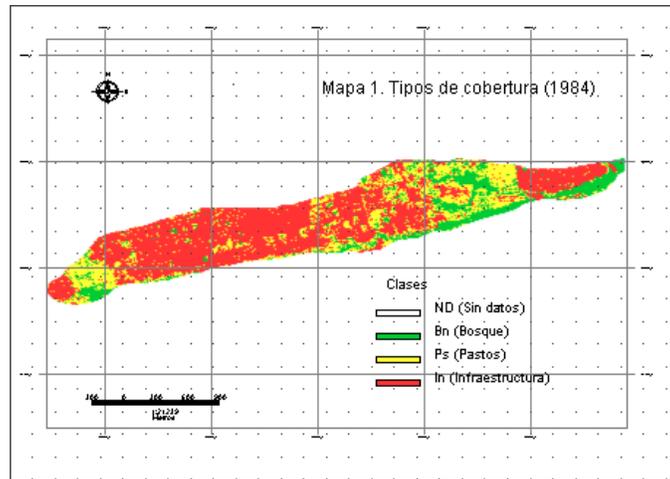


Figura 3. Mapa de tipos de cobertura (año 1984)

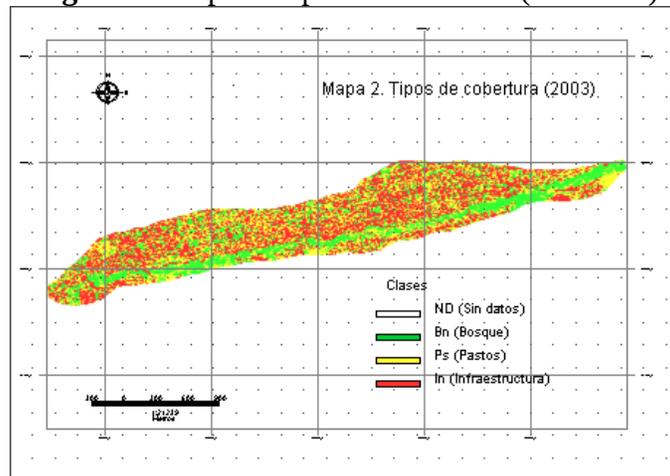


Figura 4. Mapa de tipo de cobertura (año 2003)

6. Resultados y discusión

La investigación en la dinámica urbana en la caracterización del paisaje, los modelos de crecimiento urbano y la comprensión geográfica, proporciona los datos necesarios para analizar los impactos del crecimiento de la población y el cambio de cobertura de la tierra. Esta información puede utilizarse para analizar las causas de la congestión urbana, la contaminación, y la pérdida de los recursos naturales. Los planificadores urbanos utilizan

datos de la evaluación de la dinámica de los impactos ambientales, para delinear los límites de crecimiento urbano o las áreas de servicio, para el desarrollo de planes de zonificación del uso del suelo, y para evaluar los requisitos de las futuras infraestructuras.

El aporte de información de tipo geográfico sobre el cambio de coberturas en las zonas urbanas es un factor clave en los planes de desarrollo y manejo, porque mediante el análisis una base de datos temporal de los patrones espaciales, las tasas de cambio y las tendencias, se obtiene una visión de la forma en que los entornos urbanos se han desarrollado bajo variables sociales, económicas y ambientales. Además de la recopilación estadística e información histórica, se debe tener un conocimiento fisiográfico de la zona, las características topográficas, el clima y el suministro adecuado de agua y otros recursos naturales pueden limitar o fomentar el crecimiento y cambio. La información geográfica necesaria para documentar el cambio ocurrido en el uso del suelo brinda una mejor información y permite planificar el desarrollo futuro.

Para la detección del cambio en el tipo de cobertura sucedido en la microcuenca Hato de la Virgen durante las dos fechas involucradas (1984 y 2003) se utilizó el software libre gvSIG 1.11.0, el cual arrojó los mapas requeridos para hacer un registro espacial del ritmo y el alcance del proceso de urbanización ocurrido en la microcuenca; el cual reveló patrones y tendencias a partir de tablas de datos y de los mapas estáticos (Martínez y Mollicone, 2012). En la Tabla 1, se cuantifican en m² los cambios de tipo de cobertura ocurridos.

Tabla 1. Área (m²) de los cambios sucedidos por cada tipo de cobertura (1984-2003)

	Infraestructura	Pastos	Bosques	Total
Infraestructura	596474,2	412982,6	225889,2	1235346,0
Pastos	436488,9	306369,6	165106,8	907965,2
Bosques	209361,6	205009,3	256167,8	670538,7

Este proceso busca identificar, describir y determinar las diferencias acontecidas entre las dos fechas de interés, cuyo resultado permitió analizar los cambios más significativos en cuanto a tipo de cobertura, extensión. En la Figura 5 se ilustran las áreas que no sufrieron cambio en el tipo de cobertura, que suman un total de 115,91 ha (41,18%). Las áreas donde la infraestructura se mantuvo constante (15.73%), se distribuyen de forma uniforme en la microcuenca, mientras que las áreas de Pastos (7.52%), se conservan constantes en la zona central; en el caso de las áreas de Bosques (6.20%), se conservan constantes en los alrededores del cauce de la quebrada Hato de la Virgen, en la parte sur de la microcuenca.

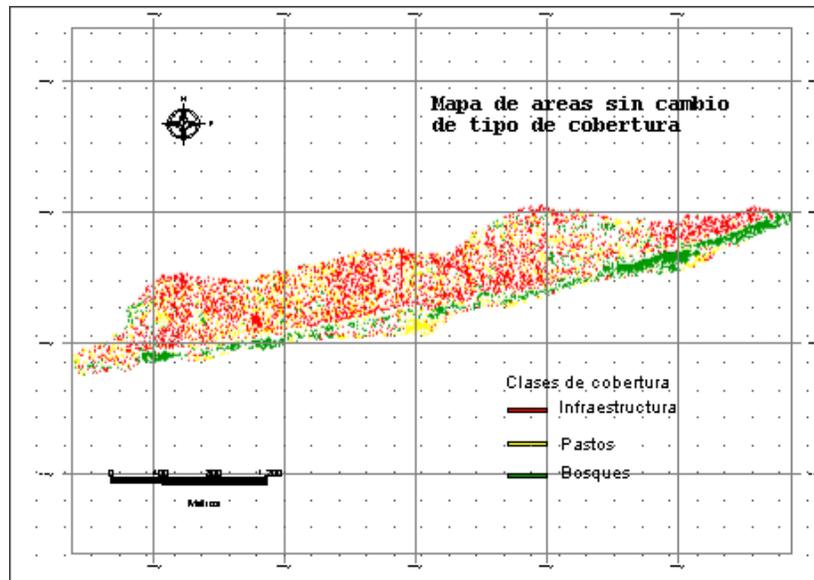


Figura 5. Mapa de las áreas sin cambio en el tipo de cobertura durante el periodo 1984-2003

En la Figura 6, se pueden observar las áreas cuyo tipo de cobertura cambió durante el lapso de estudio (19 años). Se presentó un aumento considerable de la infraestructura (16,07%), principalmente en el noreste de la microcuenca con la construcción de nuevos barrios y urbanizaciones; los pastos aumentaron en 15.29%, sobretodo en la zona este, con el establecimiento de áreas verdes (jardines, canchas deportivas, etc.). Los bosques aumentaron un 9.34% principalmente en el área cerca al cauce de la quebrada, y con el mejoramiento de los parques y las zonas verdes de las nuevas urbanizaciones, que se encuentran en toda la microcuenca.

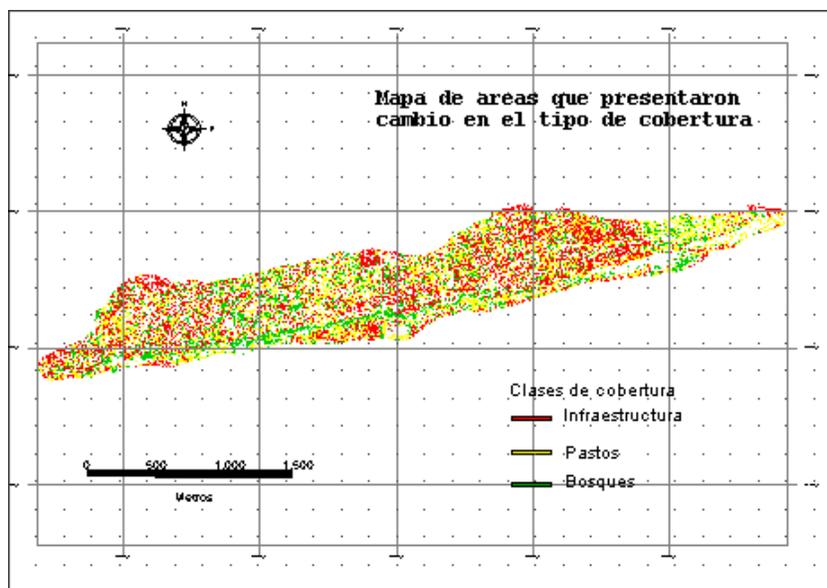


Figura 6. Mapa de las áreas que presentaron cambio en el tipo de cobertura durante el periodo 1984-2003

7. Conclusiones

Este trabajo permitió determinar los cambios mas significativos que se presentaron en los tipos de cobertura de la microcuenca Hato de la Virgen. Las fotografías aéreas escaneadas a alta resolución (15 cm y 30 cm por pixel) permitieron obtener información muy precisa. Se considera que los factores mas importantes en el cambio de tipo de cobertura en un lapso de 19 años, fueron el aumento considerable de la población en la microcuenca; lo que significó un aumento de tipo de cobertura Infraestructura (16.07%), a costa de los tipos de cobertura pastos y bosques, los cuales redujeron sus coberturas en 11.06% y 5.01% respectivamente.

Como resultado del análisis de estos cambios de cobertura, se considera importante hacer una utilización óptima y sostenible de recurso suelo, para evitar la aparición de cambios indeseables, como la reducción de área verde por habitante, lo que desencadena un mayor deterioro del entorno ambiental de la microcuenca. Se considera importante recuperar zonas que están dentro de la ronda de protección del cauce, para evitar el deterioro del talud, promover la conservación de la fauna y flora local, así como embellecer el entorno de las zonas aledañas.

Referencias bibliográficas

Heiskanen, Janne et al. (2008), *Aerial photo interpretation for change detection of treeline ecotones in the Swedish mountains*. SLU. Technical report. 59 pp.

Manonmani, R.; Mary, G. y Divya Suganya. (2010), "Remote sensing and GIS application in change detection study in urban zone using multi temporal satellite". *International Journal of Geomatics and Geosciences*. 1(1).

Martínez, Susana y Danilo Mollicone. (2012), From land cover to land use: a methodology to assess land use from remote sensing data. *Remote Sensing*, 4, p. 1024-1045.

Universidad del Tolima. (2012), *Plan de Manejo socioambiental de la microcuenca urbana Hato de la Virgen*. Informe Técnico. Ibagué. Colombia. 455 p.