

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CRECIMIENTO URBANO DE LA
ZONA DE EXPANSIÓN PARA EL PERIODO DE 1987 – 2015 EN EL
MUNICIPIO DE IBAGUÉ, TOLIMA**

HEIDY GISEDD TIBAQUIRA CASTRO

**DIRECTOR
LUIS GIOVANNY CARVAJAL**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESPECIALIZACION EN GEOMATICA
BOGOTA D.C
2016**

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CRECIMIENTO URBANO DE LA ZONA DE EXPANSIÓN PARA EL PERIODO DE 1987 – 2015 EN EL MUNICIPIO DE IBAGUÉ, TOLIMA

ANALYSIS MULTITEMPORAL OF URBAN GROWTH IN AREA EXPANSION FOR THE PERIOD OF TIME 1887 - 2015 IN THE MUNICIPALITY OF IBAGUÉ, TOLIMA

Heidy Gisedd Tibaquira Castro
Ingeniera Catastral y Geodesta, profesional Universitario,
Bogotá, Colombia,
ing.heidygisedd@hotmail.com

RESUMEN

El crecimiento urbano se ha convertido en un fenómeno espacial de gran importancia en América Latina y el mundo, que por su connotación de problema social debe ser controlado. Es por esta razón que se profundiza en un análisis multitemporal de crecimiento urbano en el municipio de Ibagué, basado en la comparación de imágenes satelitales Landsat para los años 1987, 1997 y 2015, mediante un proceso de clasificación supervisada con el uso del software PCI Geomática y ArcGIS, con el fin de identificar elementos propios de la zona urbana y finalmente determinar el área de crecimiento urbano que se ha propagado en los últimos años.

Es posible analizar este fenómeno de crecimiento urbano teniendo en cuenta que Ibagué se encuentra en un proceso de modernización y cambio, basado en el ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal utilizado como instrumento de planeación junto con los Planes de Desarrollo, que incluyen nuevas zonas para el desarrollo de la ciudad y con esto propender por la calidad de vida de sus habitantes.

Palabras clave: Crecimiento urbano, Ordenamiento territorial, desarrollo y modernidad

ABSTRACT

The Urban growth has become a spatial phenomenon of great importance in Latin America and the world, whose connotation of social problem must be controlled. It's for this reason that deepens a multitemporal analysis of urban growth in the municipality of Ibagué, based on the comparison of Landsat satellite images for the years 1987, 1997 and 2015, is carried out through a supervised classification process using Geomatics PCI and ArcGIS, in order to identify elements of the urban area and finally determine the area of urban growth that has spread in recent years.

It is possible to analyze this phenomenon of urban growth taking into account that Ibagué is in a process of modernization and change, based on the adjustment of the Municipal Land Planning Plan, used as a planning instrument together with the Development Plans, which include new areas for The development of the city and with this to promote the quality of life of its inhabitants.

Keywords: Urban growth, land use planning, development and modernity

INTRODUCCIÓN

Según Arstokiza y Ferrero se presenta varias definiciones de crecimiento urbano basadas en el uso de la tierra o en la densidad, este concepto se delimita tomando como referencia las causas de su aparición o incluso se asocia al proceso de ciudad. Las diferentes expresiones para asociarlo a ciudad suelen estar vinculadas a los distintos puntos de vista desde los que se analiza el fenómeno espacial [1]

Se define como *“un posible escenario presentado para atender las demandas o necesidades tanto urbanas como territoriales y al mismo tiempo como la base o soporte donde son posibles las actividades que generan ingresos”*. [2]

Estas consideraciones permiten ampliar el campo de comprensión del fenómeno de crecimiento urbano, lo que conduce al desarrollo de un análisis multitemporal que evalúa las características propias de las zonas urbanas, mediante el uso de imágenes satelitales landsat para el periodo comprendido entre 1987 y 2015.

Al analizar los resultados obtenidos dentro del proceso en el que conjugan una serie de técnicas que procesa y clasifica muestras de imágenes satelitales, se contribuye a la respuesta de un problema, con el propósito de tener el área de crecimiento urbano durante este periodo de tiempo y como el proceso de modernización urbana influye en esta ciudad.

1. DEFINICION DEL PROBLEMA

Ibagué ha presentado durante los últimos años un incremento en su población, lo que trae consigo un acelerado proceso de urbanización y crecimiento urbano. A causa de la falta de planeación y control que ejercen las autoridades municipales y como consecuencia problemas sociales y económicos asociados a la calidad de vida de sus habitantes.

Para responder a la pregunta ¿Cuál ha sido el área de crecimiento en la zona de expansión urbana para el periodo comprendido entre 1987 – 2015 en la ciudad de Ibagué? Se requieren analizar factores esenciales como el aumento de áreas de actividad: residencial, industrial y comercial, zonas verdes, red vial, el cambio de zonas agrícolas para abrir paso a la urbanización entre otros aspectos, que son los que conducen a desarrollar un análisis multitemporal de crecimiento urbano, mediante el uso de herramientas para el procesamiento digital de imágenes, creación de composición y clasificación de las zonas.

Se analiza el periodo comprendido entre los años 1987, 1997 y 2015 porque en Colombia se hacen ajustes estructurales en torno al ordenamiento territorial, se expide la ley 388 de 1997, se hace obligatoria la formulación de los planes de ordenamiento territorial (POT) [3] entre otros aspectos fundamentales que influyen en el acelerado crecimiento urbano. Sin embargo hay que tener en cuenta que el desarrollo se ha venido presentando sobre espacios rurales y sobre suelo no urbanizable y no sobre aquello planificado para tal fin. [1] lo que con lleva a la concentración de población y un crecimiento desordenado de las ciudades. [4]

2. ESTADO DEL ARTE

Según cifras de los referentes teóricos, De Terán afirma que los aumentos más fuertes de crecimiento urbano corresponden a África, donde la población urbana se ha triplicado entre 1950 y 1975 y se vuelven a triplicar entre 1975 y 2000. La población urbana actual, que se ha duplicado desde 1950, supone aproximadamente el 40% de la población mundial total y se estima que a finales de este siglo superare el 50%. Por tanto, puede deducirse que la población mundial va a seguir concentrándose en las ciudades y, especialmente, en las ciudades más grandes, cuyo número y tamaño van a aumentar (entendiendo por ciudad, no sólo el municipio sino el aglomerado total). [5]

Para abordar este tema se realiza una labor de consulta sobre trabajos afines a la problemática. En esta labor de consulta se destaca el trabajo titulado “Análisis

multitemporal de la expansión urbana de la ciudad de Popayán, Cauca entre los años 1989, 2001 y 2014” realizado por: Arango, Chilito y Cifuentes, Este trabajo aporta en la medida que propone estrategias para el análisis desde el uso de herramientas de teledetección. [6]

Para el análisis de este fenómeno se utiliza la teledetección, definida como “*aquella técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores instalados desde plataformas espaciales*”. [7] Lo que con lleva de esta manera a enfocar este tema, en la búsqueda de encontrar soluciones concretas para determinar el crecimiento urbano de la ciudad, teniendo en cuenta, que es un problema social que afecta principalmente a la población con menos recursos frente a las posibilidades de acceder a los sistemas básicos de vivienda, servicios públicos, vías entre otros.

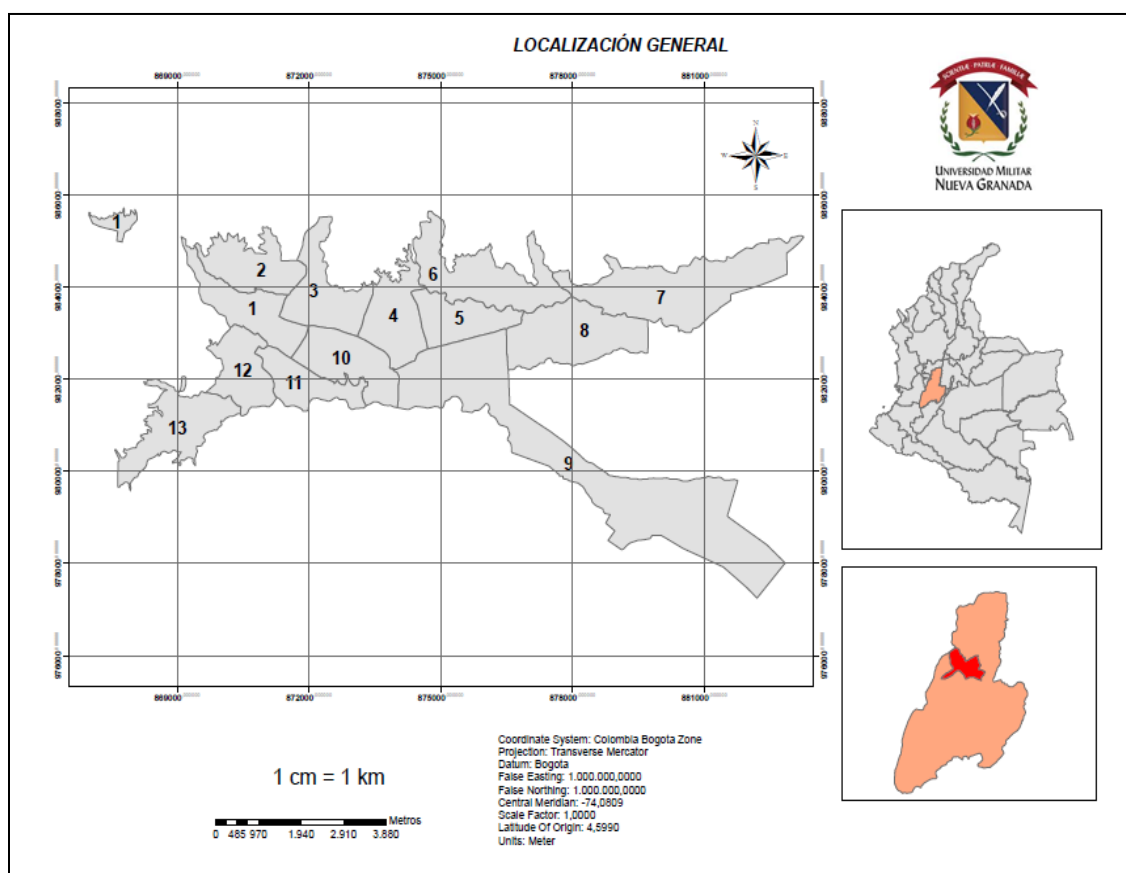
3. OBJETIVOS

Elaborar un análisis multitemporal del crecimiento urbano de la zona de expansión para el periodo de 1987-2015 en el municipio de Ibagué, Tolima

- Identificar el área hacia donde se ha incrementado el desarrollo progresivo de la ciudad y tomar las muestras de las clases definidas e identificadas sobre la imagen.
- Analizar la estadística y graficas de los niveles digitales para comparar el comportamiento de los usos del suelo en algunas zonas específicas de la ciudad.
- Realizar el proceso de Clasificación Supervisada para las imágenes Satelitales Landsat, con metodología Corine Land Cover adoptada para Colombia
- Verificar y comparar los resultados obtenidos en cada una de las imágenes para determinar el área específica de crecimiento urbano.

4. METODOLOGÍA

El área de estudio se establece en el municipio de Ibagué, departamento del Tolima, ubicado entre las coordenadas geográficas 4° 15' y 4° 40' latitud Norte, los 74° 00' y 75° 30' longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, en la parte central de la región andina de Colombia. [8] (Ver Mapa 1) con una extensión de 140.588.70 hectáreas y una población de 537.467 habitantes (proyección DANE, 2012). Limita al norte con Anzoátegui y Alvarado, por el oriente con Piedras y Coello, al sur con San Luis y Rovira y por el occidente con Cajamarca y los departamentos del Quindío y Risaralda. [9]



Mapa 1. Localización Municipio de Ibagué
Fuente: Elaboración propia, 2015

A continuación en la figura 1, se describe la metodología utilizada para el análisis multitemporal de crecimiento urbano de la zona de expansión del municipio de Ibagué, mediante el procesamiento de imágenes satelitales con el uso del software PCI Geomática y el proceso de clasificación supervisada con muestras propias de la zona urbana.

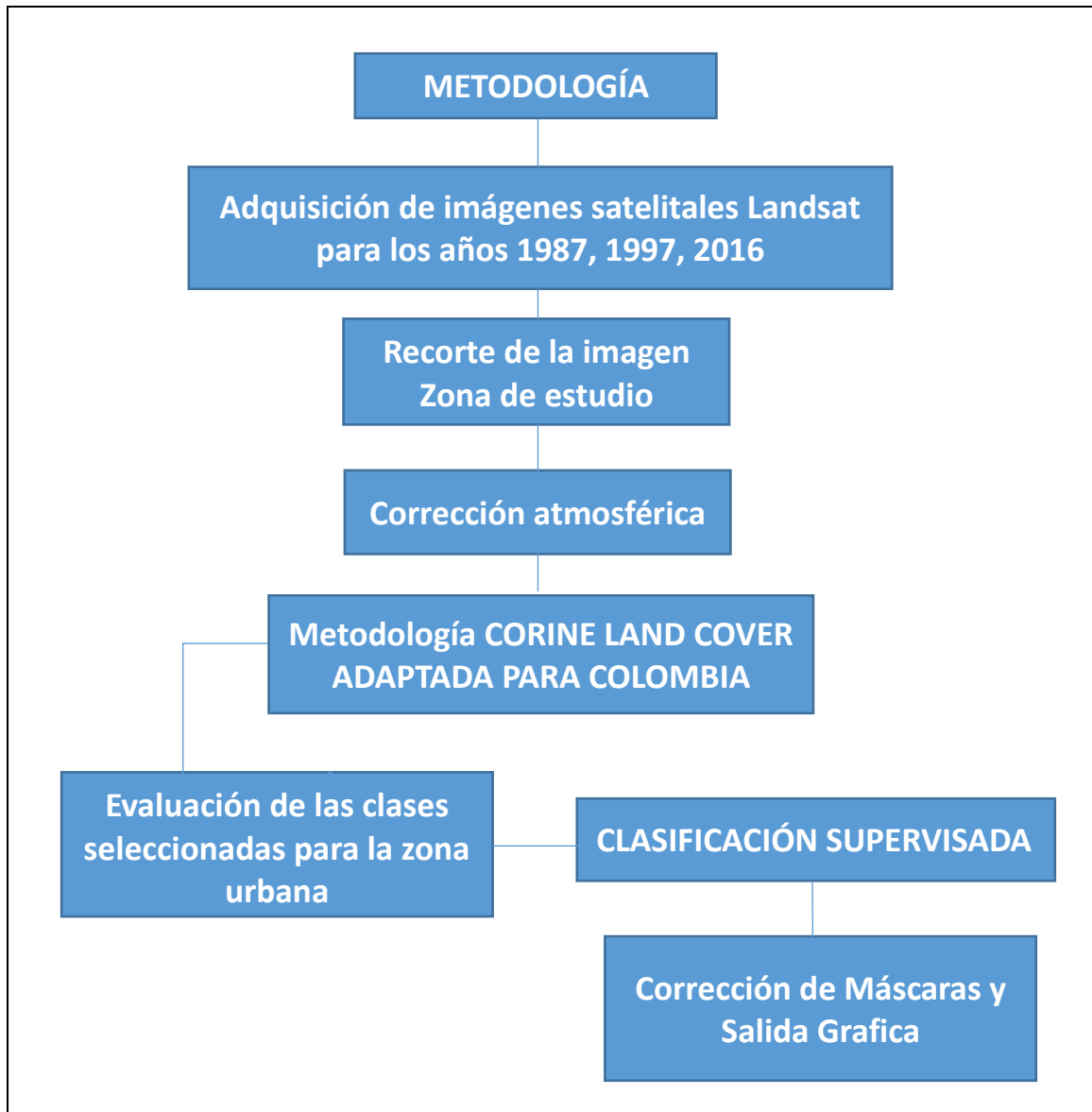


Fig. 1. Metodología
Fuente: Elaboración propia, 2016

IMÁGENES SATELITALES LANDSAT

Durante la etapa de recolección de la información se consultó la página del servicio geológico de los Estados Unidos <http://earthexplorer.usgs.gov/> para obtener las imágenes que son analizadas, cuyo nivel de procesamiento incluye correcciones radiométricas, geométricas y topográficas. (Ver tabla 1)

Tabla 1. Imágenes Satelitales Landast

Imagen	Satélite	Fecha	Path - Row
LT50080571987151XXX02	LANDSAT_5	1987/05/31	008 - 057
LT50080571997242XXX03	LANDSAT_5	1997/08/30	008 - 057
LC80080572015004LGN00	LANDSAT_8	2015/01/04	008 - 057

Fuente: elaboración propia, 2016

La información secundaria hace relación a fotografías aéreas de los años 1961 y 1980 a escala 1:12.000 vuelo M-1077 Foto 14669

La calidad de los datos (relación de la señal en función del ruido) y la resolución radiométrica (12 bits) del OLI y TIRS es más alta que los anteriores instrumentos Landsat (8 bits para TM y ETM+), proporcionando una mejora significativa en la capacidad de detectar cambios en la superficie terrestre. Aproximadamente se recogen 400 escenas al día, las cuales son cargadas en el servidor de USGS con el fin de que se encuentren disponibles para su descarga 24 horas después de la adquisición. [9]

Los datos de productos Landsat 8 son totalmente compatibles con todos los datos de los productos estándar a nivel 1 (ortorectificado) creados usando Landsat 1 al Landsat 7; a continuación se describen algunas de sus especificaciones generales (Ver tabla 2):

Tabla 2. Especificaciones de productos LDCM a Nivel 1

Procesamiento	Nivel 1 T-Corrección geométrica
Tamaño de pixel:	Bandas OLI multiespectrales 1-7, 9 : 30 metros Banda OLI pancromática 8: 15- metros Bandas TIRS 10-11: tomadas en 100 metros, pero remuestreadas a 30 metros para que coincida con las bandas multiespectrales de OLI
Características de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Formato de datos Geo TIFF • Remuestreo por convolución cúbica (CC) • Proyección cartográfica UTM • Datum (WGS) 84 • Los valores de pixeles en 16 bits
Entrega de datos	Archivo comprimido. Tar .gz y descargas HTTP
Tamaño de archivo	Aproximadamente 1GB

Fuente: IGAC, 2013

A continuación se describen algunas de las definiciones de tipo de producto proporcionadas por el USGS. Estas definiciones nos dan una idea de la nomenclatura utilizada y una referencia para las relaciones entre los tipos de productos:

Productos de Nivel 1 Sistemático (L1G): Los productos del tipo L1G consisten en productos de datos del tipo L1R con correcciones geométricas sistemáticas aplicadas y muestreos para el registro en una proyección cartográfica, estos datos se encuentran referenciados al Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84), G873, o a su versión actual.

Productos de Nivel 1 Terrain (L1T): Los productos de datos L1T consisten en productos de datos L1R con correcciones geométricas sistemáticas aplicadas, utilizando para ello puntos de control terrestre (GCP) o información de posición integrada a bordo para entregar una imagen registrada a una proyección cartográfica, referenciada a WGS84, G873, o a su versión actual. [9]

4.1 CORRECCIONES ATMOSFÉRICAS

Las correcciones que se deben realizar sobre las imágenes tienden a eliminar los ruidos causados por la señal que llega al satélite luego de haber atravesado la atmósfera, el efecto de la distorsión de la señal produce errores en la localización como en los ND de los píxeles. Pueden presentar alteraciones radiométricas y geométricas de forma que no coincidan con el tono, posición y tamaño de los objetos. [10] En las figuras 2, 3 y 4 se observan imágenes satelitales Landsat 5 y 8 con correcciones atmosféricas.

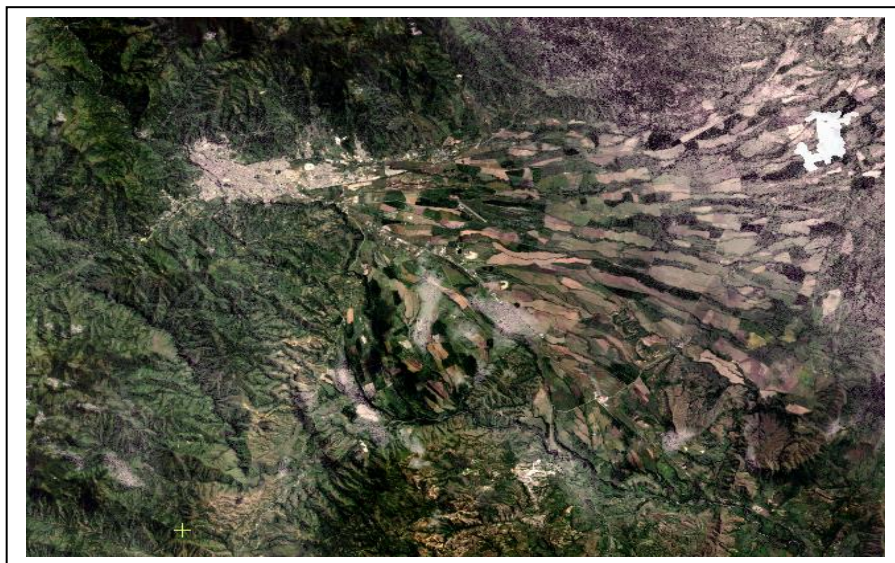


Fig. 2 Imagen Landsat 5 con corrección atmosférica
Fuente: <http://earthexplorer.usgs.gov/>, 1987



Fig. 3 Imagen Landsat 5 con corrección atmosférica
Fuente: <http://earthexplorer.usgs.gov/>, 1997



Fig. 4 Imagen Landsat 8 con corrección atmosférica
Fuente: <http://earthexplorer.usgs.gov/>, 2015

4.2 METODOLOGIA DE DIFERENCIACION DE COBERTURAS CORINE LAND COVER ADAPTADA PARA COLOMBIA

El programa CORINE (Coordination of Information on The Environment) promovido por la Comisión de la Comunidad Europea fue desarrollado el proyecto de cobertura de la tierra "CORINE Land Cover" 1990 (CLC90), el cual definió una metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra. La base de datos de Corine Land Cover Colombia (CLC) permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas. [11] (Ver tabla 2)

Tabla 2. Leyenda Corine Land Cover adaptada para Colombia

1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS
1.1. Zonas urbanizadas
1.1.1. Tejido urbano continuo
1.1.2. Tejido urbano discontinuo
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación
1.2.1. Zonas industriales o comerciales
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
1.2.3. Zonas portuarias
1.2.4. Aeropuertos
1.2.5. Obras hidráulicas
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras
1.3.1. Zonas de extracción minera
1.3.2. Zonas de disposición de residuos
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas
1.4.1. Zonas verdes urbanas
1.4.2. Instalaciones recreativa

Fuente: IDEAM, 2010

Las definiciones de cada categoría son tomadas de la elaboración del mapa de cobertura de la tierra de la cuenca del magdalena Metodología CORINE Land Cover adoptada para Colombia escala 1: 100.000. Se utilizan las categorías correspondientes para el desarrollo del análisis de crecimiento urbano para la Ciudad de Ibagué. [10]

TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS

Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos.

- **Tejido Urbano:** Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada.
- **Red Vial:** Son espacios artificializados con infraestructura de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; se incluye la infraestructura conexa y las instalaciones asociadas tales como: estaciones de servicios, andenes, terraplenes y áreas verdes.
- **Zonas verdes Urbanas:** Zonas de vegetación dentro del tejido urbano, incluyendo parques urbanos y cementerios.
- **TERRITORIOS AGRICOLAS:** Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho.
- **BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES:** Esta comprendido por un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrollado sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales.
- **SUPERFICIES DE AGUAS:** Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente. Comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce. [12]







EVALUACIÓN DE LAS CLASES SELECCIONADAS

Teniendo en cuenta que el objetivo de la clasificación es identificar coberturas asociadas a zonas urbanas se definieron clases que permitieron esta caracterización de manera adecuada, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se marcan en la imagen las zonas o áreas con pixeles pertenecientes a un elemento conocido
- Se debe evaluar cada muestra para confirmar su inclusión o no (histograma por banda con distribución normal, gráficos de banda contra banda)

- Las muestras deben abarcar un número mínimo de píxeles (ej. 100), y deben ser representativas del elemento que representan.
- La cantidad de muestras debe ser tal que abarque distintas situaciones para un mismo elemento. [13] La clasificación de las muestras seleccionadas se describe en la tabla 3

Tabla 3. Selección de muestras

ID	NOMBRE	COLOR
1	Tejido Urbano	
2	Vías	
3	Zona Verde Urbana	
4	Bosques	
5	Cultivos	
6	Superficies de Agua	

Fuente: Elaboración propia, 2016

La clasificación supervisada se utiliza cuando existe un conocimiento ó familiaridad con la zona de estudio, y consiste en la definición manual de áreas piloto que sean representativas de las categorías que componen la leyenda. Para valorar de una forma adecuada la variabilidad de cada categoría, es más conveniente la selección de varios campos de entrenamiento de pequeño tamaño en lugar de pocos o uno único de grandes dimensiones. [13]

Luego de tomar las muestras correspondientes a las clases definidas para la zona urbana, se realiza una edición con la utilización de máscaras que permiten unificar algunos criterios y se obtienen los resultados que se describen a continuación.

5. RESULTADOS

Para obtener los siguientes resultados se hace uso del software PCI Geomática, luego de importar la imagen y hacer las respectivas correcciones atmosféricas, se procede a la toma de los campos de entrenamiento y respectivas correcciones con una edición de máscaras, teniendo en cuenta varios aspectos entre ellos el comportamiento espectral (Ver figuras 5)

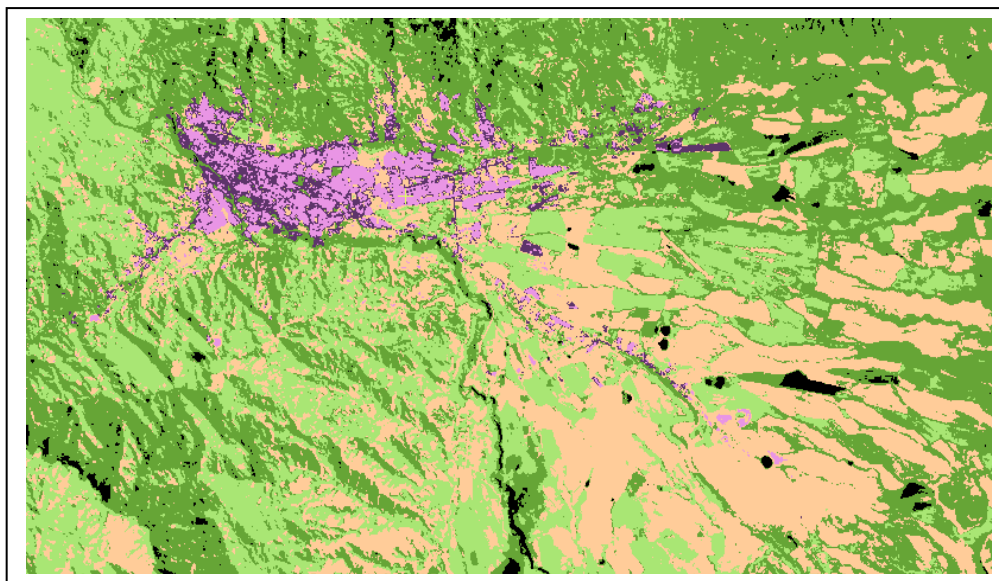


Fig. 5 Imagen landsat 5 clasificada año 1987
Fuente: <http://earthexplorer.usgs.gov/>, 1987

Luego de realizar la clasificación supervisada, utilizando el algoritmo de Mínima Distancia se obtiene como resultado el número de píxeles y el porcentaje de área por imagen clasificada. Para esta imagen corresponde tan solo el 4,54% para el área urbana y el 18,94% para los cultivos en la zona de expansión. (Ver figura 6)

Name	Code	Pixels	%Image	Thres	Bias
Tejido Urbano	1	23966	4.54	3.00	1.00
Vías	2	32795	6.22	3.00	1.00
Zona verde	3	218958	41.52	3.00	1.00
Bosques	4	141239	26.78	3.00	1.00
Cuerpo de agu	5	10541	2.00	3.00	1.00
Cultivos	6	99909	18.94	3.00	1.00
NULL	0	0	0.00		
Total		527408	100.00		

Classification Algorithm: Minimum Distance
Classification Input Channels: 1,2,3,4,5,6
Classification Training Channel: 7
Classification Result Channel: 8

Fig. 6 Reporte de clasificación supervisada Imagen 1987
Fuente: Elaboración Propia, 2016

La siguiente figura corresponde a la clasificación supervisada para el año 1997, analizando los patrones espaciales se esperaba que el crecimiento urbano tuviera mayor crecimiento y tan solo el 6,1% de pixeles corresponden a tejido urbano, mientras que la zona de expansión muestra un aumento significativo en relación a los cultivos con un 30,67%. (Ver figura 7, 8)

Desde el punto de vista del ordenamiento territorial para este año se hacen grandes aportes en cuanto a la ley 388 que estipula la creación de planes de ordenamiento territorial y planes de desarrollo municipal, factores que se ven reflejados en el análisis de la imagen satelital obtenida para el año 2015.

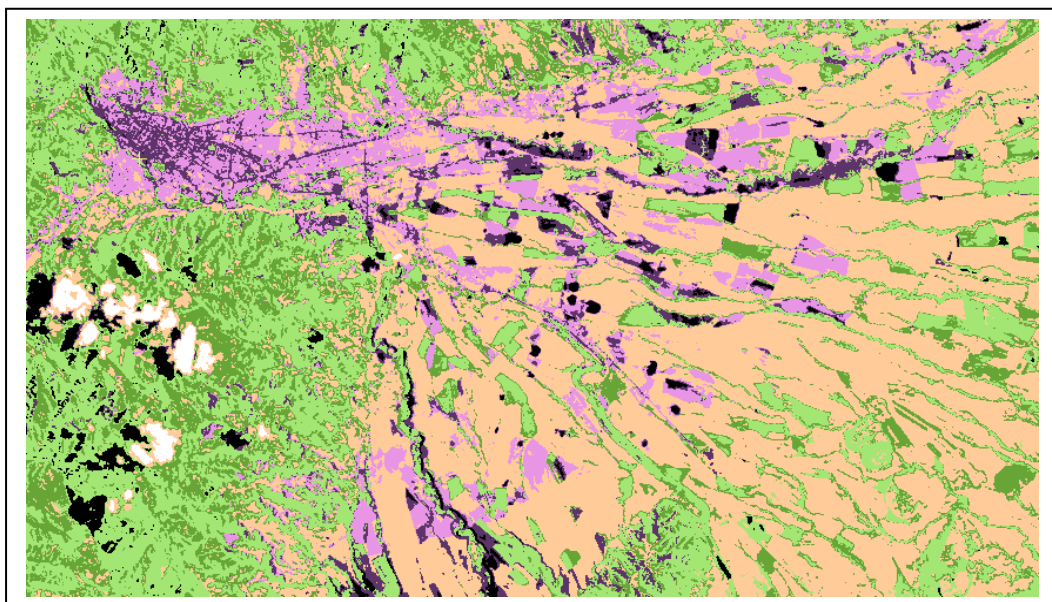


Fig. 7 Imagen landsat 8 clasificada año 1997
Fuente: <http://earthexplorer.usgs.gov/>, 1997

Classification Algorithm:		Minimum Distance			
Classification Input Channels:		1,2,3,4,5,6			
Classification Training Channel:		7			
Classification Result Channel:		8			
Name	Code	Pixels	%Image	Thres	Bias
Tejido Urbano	1	138982	6.01	3.00	1.00
Vias	2	132850	5.74	3.00	1.00
Zona Verde Ur	3	784939	33.93	3.00	1.00
Bosques	4	482329	20.85	3.00	1.00
superficies d	5	64665	2.80	3.00	1.00
Cultivos	6	709458	30.67	3.00	1.00
NULL	0	0	0.00		
	Total	2313223	100.00		

Fig. 8 Reporte de clasificación supervisada imagen 1997
Fuente: Elaboración propia, 2016

Para el año 2015 se observa una disminución en el área de cultivos con la construcción de la variante que comunica los barrios el salado, el aeropuerto y picalaña, para dar inicio a la construcción de proyectos urbanísticos en el área de expansión.(Ver figura 9, 10)

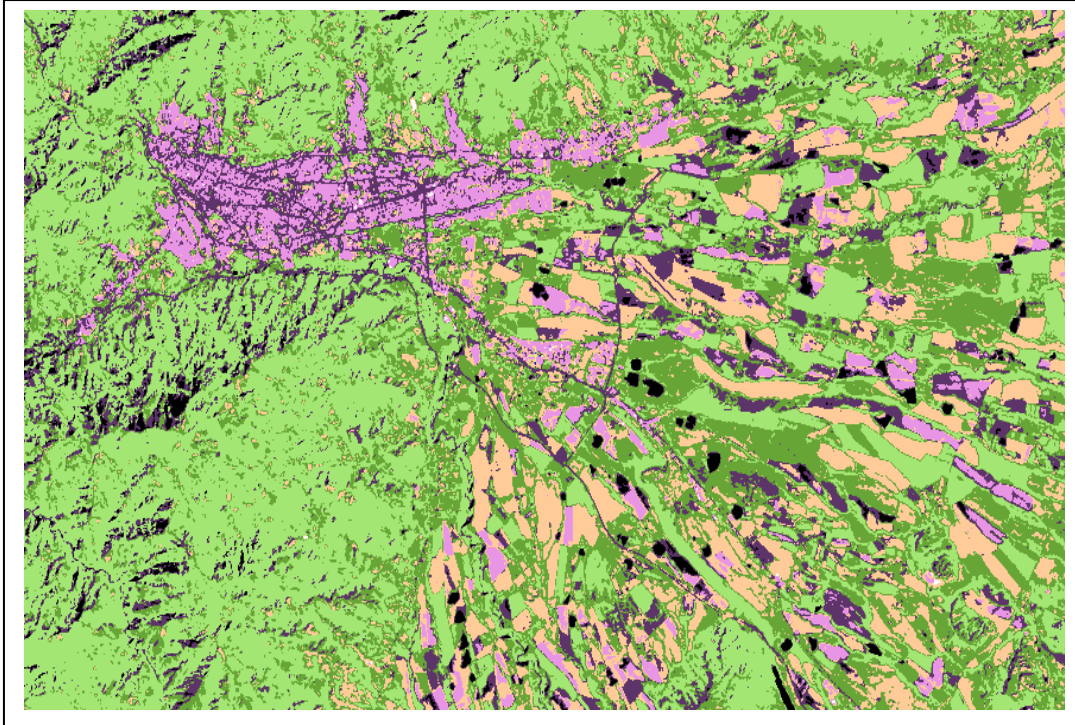


Fig. 9 Imagen landsat 8 clasificada
Fuente: <http://earthexplorer.usgs.gov/>, 2015

Classification Algorithm:	Minimum Distance				
Classification Input Channels:	1,2,3,4,5,6,7,8				
Classification Training Channel:	9				
Classification Result Channel:	10				
Name	Code	Pixels	%Image	Thres	Bias
Tejido Urbano	1	40831	1.82	3.00	1.00
Vias	2	250596	11.15	3.00	1.00
Zonas Urbanas	3	589067	26.22	3.00	1.00
Bosque	4	973084	43.31	3.00	1.00
Superficies d	5	131423	5.85	3.00	1.00
Cultivos	6	260216	11.58	3.00	1.00
nubes	7	1591	0.07	3.00	1.00
NULL	0	0	0.00		
Total		2246808	100.00		

Fig. 10 Reporte de Clasificación Supervisada
Fuente: <http://earthexplorer.usgs.gov/>, 2015

Para obtener el área del Tejido Urbano para los años 1987, 1997 y 2015 se exporta las imágenes clasificadas utilizando la función RAS2POLY en la librería de algoritmos del software PCI Geomática para convertir los datos de tipo raster a tipo vector, Luego se importan las imágenes al software ArcGIS, se calcula el área en hectáreas y finalmente se obtienen los siguientes resultados. (Ver figura 11)

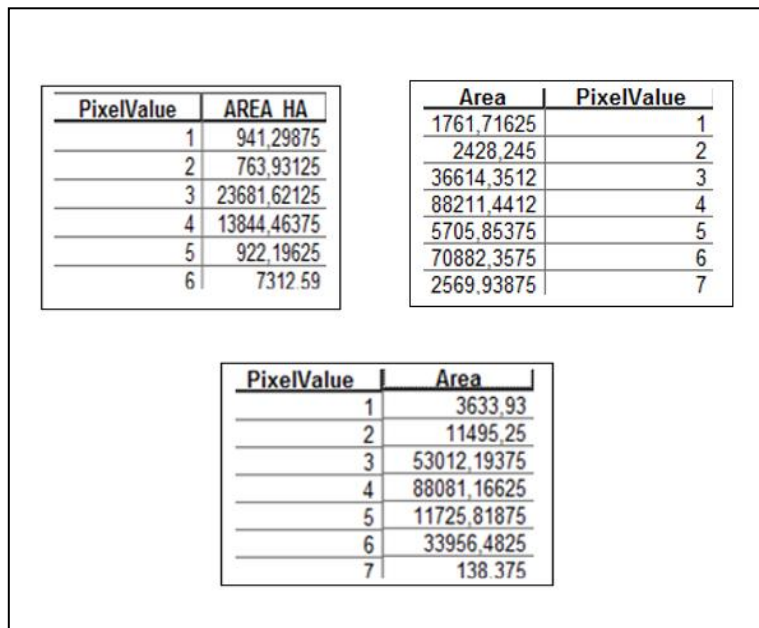


Fig. 11 crecimiento urbano para los años 1987, 1997, 2015
Fuente: Elaboración Propia, 2016

Los siguientes gráficos de barras, muestran el área en hectáreas en función de cada clase determinada, para el análisis de la zona urbana. (Ver figuras 12,13 y 14)

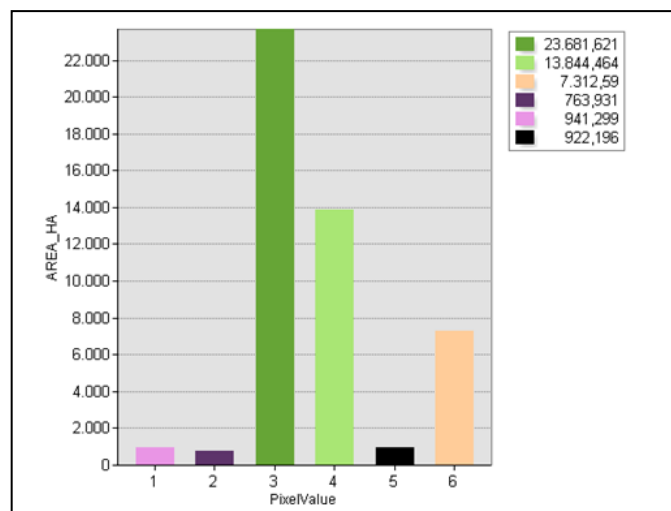


Fig. 12 Clases para el año 1987
Fuente: Elaboración Propia, 2016

Para el año de 1987 el área de crecimiento urbano aumenta a 1761,7 hectareas, al igual que la construccion de vias y cultivos cercanos a la zona urbana.

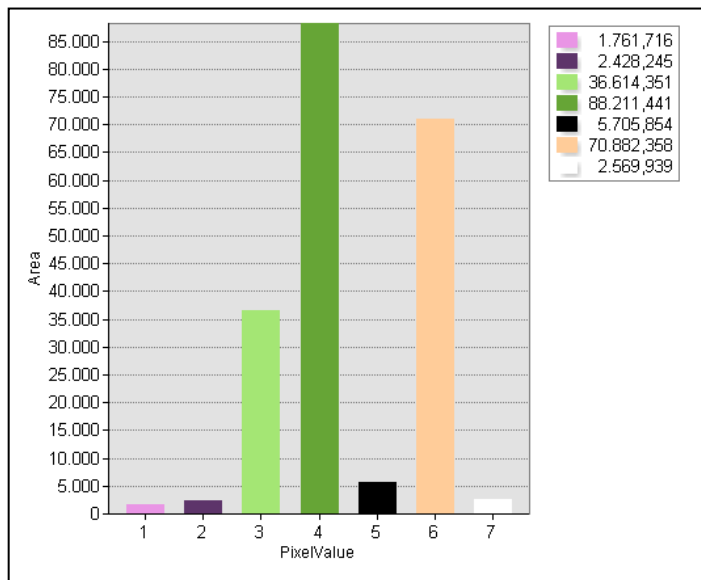


Fig. 13 Clases para el año 1997
Fuente: Elaboración Propia, 2016

Finalmente para el año 2015 el área de crecimiento urbano llega a 3.633,9 hectáreas, con una disminución progresiva en la zona de cultivos.

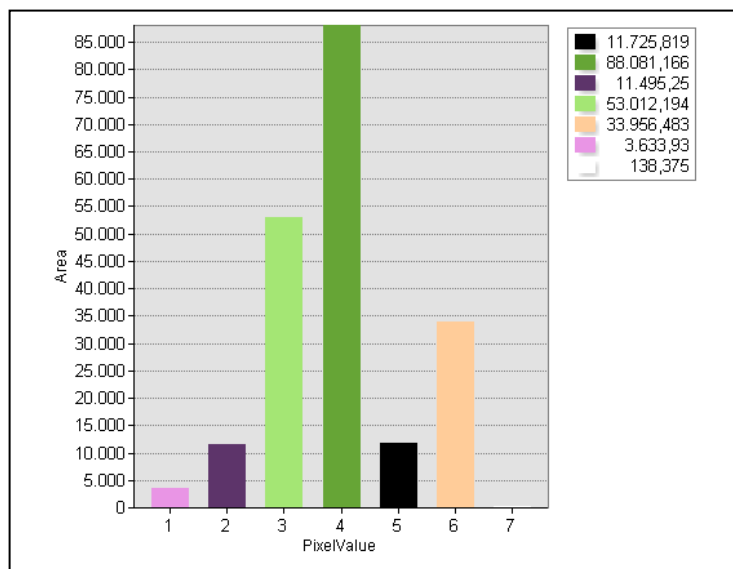


Fig. 14 Clases para el año 2015
Fuente: Elaboración Propia, 2016

CONCLUSIONES

El crecimiento urbano se convierte en un fenómeno de gran importancia para la ciudad de Ibagué, teniendo en cuenta que el área de crecimiento urbano para el año 1987 es de 941,2 hectáreas y para el año 2015 de 3633,9 hectáreas.

También se concluye que la zona rural del municipio mantiene su vocación agrícola en relación a los años anteriores, sin embargo analizando los patrones espaciales se observa que la zona rural pasó de tener pequeños minifundios en el año 1987 a ocupar grandes extensiones de cultivos en el año 1997. Para el último año la ocupación de cultivos decrece, para dar paso a las nuevas urbanizaciones.

Por su ubicación geográfica entre las cordilleras central y occidental la ciudad no cuenta con crecimiento urbano y desarrollo hacia los barrios ancón, la Pola y El Centro, sin embargo se observa aumento de población hacia las zonas de expansión y entradas principales de la zona norte, como lo son los barrios el salado y picaleña.

Teniendo en cuenta La poca información con la que cuenta la secretaria de planeación municipal hace que los estudios de análisis espacial tengan sus dificultades.

REFERENCIAS

- [1] ASTORKIZA, Inmaculada y FERRERO, Ana M. *Expansión Urbana y sostenibilidad: Una dicotomía difícil de conciliar*. Departamento de Economía Aplicada V, Universidad del país Vasco. Facultad de Ciencia Económicas y Empresariales.
- [2] GARCIA CATALA, Rafael. 2009. Crecimiento Urbano y el modelo de ciudad. Departamento de Medio Ambiente y Vivienda. Barcelona, España. En: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11343/01_PROCEEDINGS_M1_04_0018.pdf
- [3] CLAVIJO GARCIA, Camilo. 2009. *Crecimiento urbano y ordenamiento territorial en Ibagué 1997 – 2007 cuatro casos de la provisión de vivienda nueva 1) El Vergel, 2) Los Tunjos, 3) Vasconia y Nueva Castilla y 4) El Oasis y San Gelato*.
- [4] CALVET PUIG, M.D. 2005. Incidència de l'urbanisme en la funció econòmica i social de la ciutat: el rol de les ciutats mitjanes en un entorn metropolità. Tesis doctoral de la universidad politécnica de Catalunya. Departamento de administración de empresa. Catalunya, España
- [5] DE TERÁN, Fernando. 1985. *El problema urbano*. Barcelona. Aula abierta Salvat. ISBN, 84-345-7801-8
- [6] ARANGO CARVAJAL, Román, CHILITO PIANBA, Juan Carlos y CIFUENTES SANABRIA, Alejandra. 2016. *Análisis multitemporal de la expansión urbana de la ciudad de Popayán, Cauca éntrelos años 1989, 2002 y 2014*. (Tesis inédita de especialización). Facultad de Ciencias e Ingeniería. Universidad de Manizales. Manizales.
- [7] CHUVIECO, Emilio. 1996. *Fundamentos de teledetección*. 3ra edición revisada ed. Ediciones RIALP. Madrid, España.
- [8] MUNICIPIO DE IBAGUÉ. 2011. *Plan de Ordenamiento Territorial – Documento Técnico de Soporte*. Ibagué, Colombia.
- [9] IGAC. 2013. Descripción y corrección de productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission). Bogotá, Colombia
- [10] CORTOLIMA. *Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Microcuenca de las Quebradas Las Panelas y La Balsa*. Ibagué, Colombia.
- [11] IDEAM. 2016. *Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia*. En: <http://www.cambioclimatico.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>

[12] IDEAM. 2010. Leyenda Nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000

[13] FORIGUA, Oscar. 2016. Diapositivas de clase. Clasificación supervisada. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de ingeniería. Bogotá, Colombia.