

Primera versión recibida en: 01 junio, 2018.
Última versión recibida en: 01 octubre, 2018

Análisis multitemporal de la expansión física en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia

Multitemporal analysis of the physical expansion in the city of Santiago de Cali, Colombia

María Eugenia Sevillano Rodríguez¹
Luis Carlos Bravo Peña²

Resumen

En este trabajo se analizó la expansión de la ciudad de Santiago de Cali, Colombia mediante un estudio multitemporal en el periodo 1986-2016. Los principales insumos para su desarrollo fueron imágenes de satélite de los sensores Landsat, archivos estadísticos compilados del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), documento técnico Plan de Ordenamiento Territorial y caracterizaciones que permitieron contribuir

al estudio en mención. Se utilizó la clasificación supervisada basada en objetos como técnica para el tratamiento digital, además de la revisión de datos para definir las condiciones presentes en cada momento estudiado. Los resultados obtenidos reflejan un incremento de área construida de 23 % y un aumento de población de 924 226 habitantes. En el análisis se explica el contexto de crecimiento urbano en cuatro etapas de extensión física de la ciudad. En estos escenarios se estima una densidad de población de habitantes por kilómetro cuadrado de 20 383.1 en 1986, y 22 849.6 en 2016 lo que demuestra que Santiago de Cali es una ciudad con un patrón de crecimiento poco disperso.

Palabras clave: características socioeconómicas, crecimiento urbano, percepción remota.

Abstract

In this work, the expansion of Santiago de Cali, Colombia was analyzed

1 ORCID-ID <https://orcid.org/0000-0003-4640-9314>
Maestra en Planificación y Desarrollo Urbano. Estudiante de Doctorado en Estudios Urbanos, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez Email: mariasevillano14@hotmail.com

2 Doctor en Ciencias opción Desarrollo Regional del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Unidad Multidisciplinaria Cuauhtémoc. Email: luis.bravo@uacj.mx

through a multi-temporal study between 1986-2016. The main inputs for its development were satellite images of the Landsat sensors, compiled statistical files of the National Administrative Department of Statistics (DANE, as in Spanish), Technical document of the Territorial Planning Plan and characterizations that allowed contributing to the study in mention. The object-based supervised classification was used as a technique for digital processing, in addition to the review of data to define the conditions present at each moment studied. The results obtained reflects an increase in constructed area of 23 % and an increase in the population of 924 226 inhabitants. The analysis explains the context of urban growth in four stages of physical extension of the city. In these scenarios, a population density of inhabitants per square kilometer of 20 383.1 in 1986 and 22 849.6 in 2016 is estimated, which shows that Santiago de Cali is a city with a poorly dispersed growth pattern.

Keywords: Socio economic characteristics, urban growth, remote sensing.

Sumario

- Introducción
- Crecimiento urbano en Colombia
- Problemática
- Metodología
- Zona de estudio
- Procesamiento de imágenes
- Preprocesamiento de imágenes corrección radiométrica y atmosférica
- Corrección SLC-off
- Clasificación de imágenes
- Posclasificación y corrección

- Evaluación de fiabilidad
- Integración del modelo
- Revisión Documental
- Resultados y discusión
- Consolidación urbana de Cali
- Primera etapa 1986
- Segunda etapa 1998
- Tercera etapa 2008
- Cuarta etapa 2016
- Consideraciones finales
- Bibliografía

Introducción

El crecimiento urbano es un fenómeno inherente a la mayoría de países del mundo. Tal como lo plantean Duany, Speck y Lydon (2010), el crecimiento es inevitable y con ello la llegada de la expansión urbana, la cual hizo evidente el planificar viviendas para todos en Estados Unidos. Para el caso de América Latina y el Caribe, el 80 % de población habita en las zonas urbanas, por esta razón es considerada una de las regiones con mayores índices de población (Naciones Unidas, 2015 citado por CEPAL, 2017). Desde el 2003, Mesoamérica y Sudamérica, han sido las subregiones de América Latina con la mayor concentración de población en áreas urbanas y la urbanización ha perjudicado significativamente al ambiente (Sánchez Rodríguez y Bonilla, 2007).

Según Da Cunha y Vignoli (2015), la urbanización en América Latina ha tenido como punto de partida aglomeraciones urbanas y metropolitanas originadas desde una ciudad principal, que en su mayoría es la capital de cada país. Debido al crecimiento urbano existe una necesidad de vivienda en aumento. De acuerdo a Winchester (2006), los mayores problemas en relación a la vi-

vienda se localizan entre los sectores más pobres de la población y el 45 % de estas dificultades se asocian a carencias cuantitativas y el resto refleja la necesidad de introducir mejoras. Entre estas se puede destacar la falta de acceso al saneamiento, incapacidad de asegurar la tenencia de la vivienda, acceso a redes de agua potable, mala construcción y hacinamiento.

Los desafíos que enfrentan las ciudades de América Latina y el Caribe en relación al desarrollo sostenible se asocian a la política territorial-urbana en sus niveles regionales, nacionales, subnacionales y locales, uno de los principales factores a atender es la gobernabilidad del sistema que incluye la gestión urbana y la voluntad política, las cuales se manifiestan en reglas formales e informales del sistema, además de la falta de financiamiento para el desarrollo sostenible urbano (Winchester, 2006). En este sentido, los instrumentos de planificación territorial de tipo normativo han mostrado una capacidad limitada para asumir la sostenibilidad del crecimiento urbano (Cooper y Henríquez, 2010).

Para Soto (2015), la sostenibilidad urbana implica que los gobernantes estimulen una expansión urbana con el mínimo daño ambiental, que promueva un equilibrio entre los sectores económico, social y natural, el urbanizar sustentablemente conlleva al suministro óptimo de los servicios e infraestructura suficiente, disminución en contaminación, manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos, en caso contrario, los problemas ambientales y sociales propios de la ciudad empeorarían.

En tal sentido, es importante reconocer los patrones de crecimiento de ciudades y países, además de las impli-

caciones que esto sostiene en un nivel inmediato y su relación con el componente social de la ciudad, haciendo énfasis en la necesidad de mecanismos de planificación asertivas que indiquen fórmulas para resolver muchos de los conflictos desencadenantes del crecimiento urbano.

Crecimiento urbano en Colombia

Banguero y Castellar (1993) en *La población de Colombia 1938-2025: una visión retrospectiva y prospectiva para el país, los departamentos y sus municipios* apuntan a que la reducción de habitantes mejoraría la cobertura y calidad en la prestación de servicios básicos, mientras que la disminución de migración campo-ciudad pueden propiciar una mejor planificación urbana. Flórez (2000), al referirse en *Las transformaciones sociodemográficas en Colombia durante el siglo xx*, encuentra que durante este periodo se produjeron grandes cambios en aspectos socioeconómicos, demográficos y territoriales. Circunstancias que fueron evidentes en el siglo xxi con una sociedad más moderna, estratificación socioeducativa, marcada incidencia de la mujer en el campo laboral, impulso del sector terciario de la economía, profesionalización de la fuerza de trabajo, altos grados de urbanización en la capital del país principalmente y una marcada diferencia sociodemográficas por región.

Se reitera que el crecimiento urbano tiene una relación intrínseca con el desarrollo económico. De acuerdo a las proyecciones para 2015 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística

(DANE), las ciudades con más de un millón de habitantes y que constituyen el principal motor económico del país son: Bogotá en la región andina, con una población de 7 878 783 habitantes; Medellín en el noroccidente, con 2 464 322 habitantes; Cali en el suroccidente, con 2 369 821 habitantes; Barranquilla en la costa Caribe, con 1 218 475 y Cartagena en la costa norte con 1 001 755 (DANE, 2005).

El análisis del crecimiento urbano en conjunto con la economía del país se ha sometido a un principio de aglomeración que ha ocasionado cambios entre 1993 hasta 2015, así, algunas ciudades de menor orden son influenciadas por la expansión urbana de las grandes ciudades, por lo cual empiezan a tener interacciones recíprocas.

Lo anterior ha tenido como efecto una dispersión urbana, la cual ha logrado vincular a las poblaciones de los municipios aledaños con las ciudades principales, conformando grandes aglomeraciones o áreas metropolitanas que sobrepasan los límites tradicionales de las jurisdicciones municipales, y, en algunos casos como el de Cali o Barranquilla, involucran otros departamentos (Universidad Nacional de Colombia, 2015, p. 5).

Problemática

El acelerado crecimiento de la ciudad de Santiago de Cali referido en el aumento de población y su expansión física hace necesario conocer los cambios de ocupación espacial, así como las condiciones sociales que se han presentado este proceso, una de las condiciones que enmarcan su desa-

rollo urbano lo conforman aspectos económicos.

El progreso económico del Valle del Cauca se ha centrado en la actividad cafetera, azucarera, y además por la producción agrícola de insumos para la agroindustria, actividades que se han localizado a lo largo del río cauca y han ocasionado un movimiento de consolidación y crecimiento de una cadena de centros urbanos dentro de la cual Cali ha jugado un papel decisivo” (Vásquez, 2013, p. 2).

La importancia económica de la ciudad ha condicionado que sea atractiva especialmente para la clase trabajadora que ven en su configuración la posibilidad de mantener un nivel de vida cómodo. Sin embargo, la realidad no siempre obedece a los ideales y es evidente una concentración de población que en muchos casos enfrenta marginalidad y pobreza. Según Juan A. (2005), la concentración de grupos con necesidades no controladas puede conformar cinturones de pobreza que se asientan en áreas de riesgo de origen natural y propician problemas sociales por la ilegalidad de los predios en el carácter normativo, ausencia de recursos y la infortunada convivencia con sus vecinos próximos. Así las cosas, la dificultad no necesariamente es que la ciudad crezca, sino que además se agudicen sus necesidades y los lugares donde se propicia el crecimiento urbano sean aquellos donde se perpetúa la vulnerabilidad social.

Santiago de Cali es la excepción a la provisión de viviendas para pobres, siendo la tercera ciudad más poblada de Colombia, su organización espacial se ha determinado en mucho de los casos

por la necesidad de personas que intentan solucionar el problema de vivienda, sin considerar aspectos normativos. Para Vallejo y Vélez (2013), el crecimiento de la población y del área física de Cali ha sido resultado de los problemas de violencia que vive el país y los desastres sociales producto de las fuerzas de la naturaleza (el tsunami de 1979 en la Costa Pacífica, el terremoto de Popayán en 1983, la erupción del volcán Nevado del Ruiz en 1985, el sismo de Murindo en 1992, el sismo de Páez en 1994 y en enero de este año el sismo del eje cafetero).

Para Jiménez (2005), el comportamiento espacial y temporal de los desastres en la ciudad coincide con esta distribución del espacio urbano, así los sectores históricamente más afectados se han caracterizado porque corresponden a la población más pobre, la misma ha tenido que ocupar zonas peligrosas (terrenos bajos expuestos a desbordes de cauces o canales) (Jiménez, 2005, p. 4).

En términos generales Cali, al igual que otras ciudades latinoamericanas presenta un divorcio marcado entre el crecimiento urbano y el desarrollo social, atendiendo a que la extensión física de la ciudad no se ha dado en términos de sustentabilidad urbana. A partir de lo cual debería ser el ordenamiento territorial el instrumento mediante el cual se prevea el desarrollo urbano a la vez que se identifican y promueven soluciones a las necesidades básicas insatisfechas de la población que hace uso del territorio. Bajo esta perspectiva, este artículo busca analizar crecimiento urbano y características importantes de la expansión física, con la intención de

aportar al ordenamiento territorial teniendo como referencia los patrones de organización espacial.

Metodología

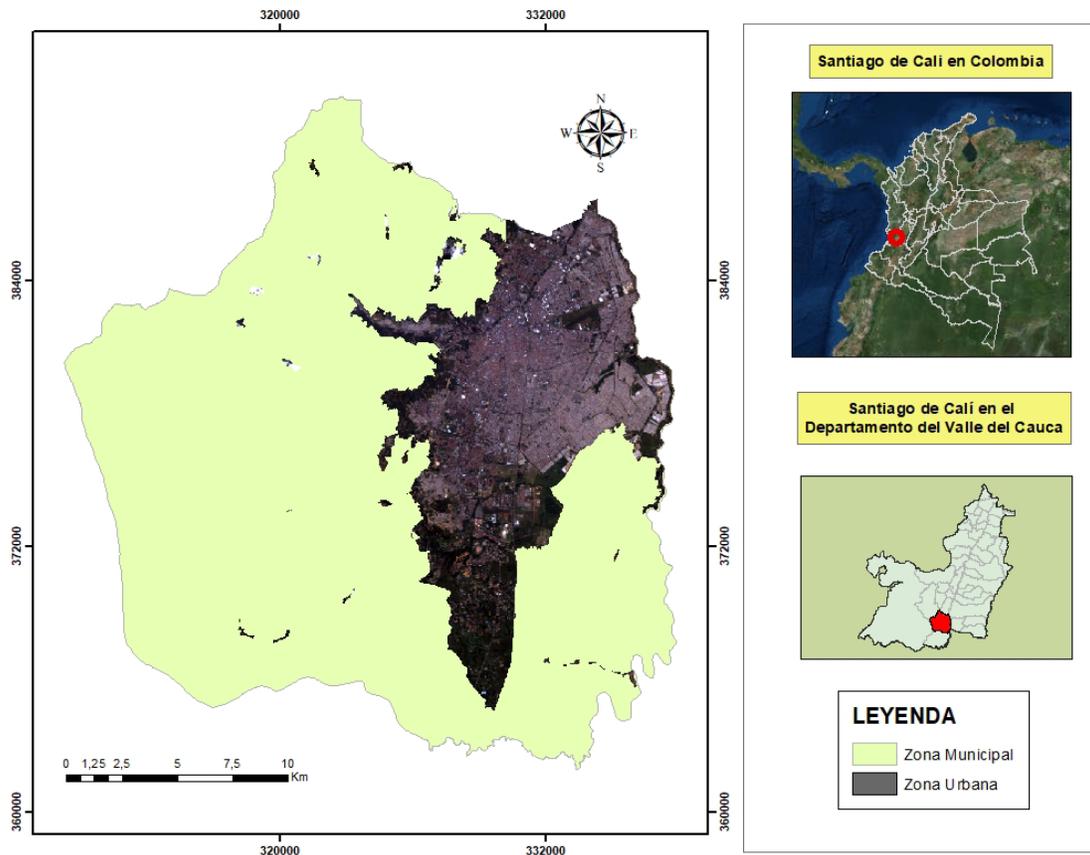
Zona de Estudio

Santiago de Cali es un municipio colombiano, capital del departamento del Valle del Cauca y la tercera ciudad más poblada de Colombia. Está situada en la región Sur del Valle del Cauca, entre la cordillera occidental y la cordillera central de los Andes. La ciudad es uno de los importantes centros económicos e industriales de Colombia, además de ser el principal centro urbano, cultural, económico, industrial y agrario del suroccidente del país y el tercero a nivel nacional. El municipio de Santiago de Cali cuenta con una población municipal de 2 420 013 habitantes, de los cuales 2 383 392 residen en el área urbana (dane, 2005). El área de estudio se delimitó teniendo en cuenta el área urbana municipal.

Procesamiento de imágenes

Los datos utilizados en el desarrollo de este trabajo fueron imágenes satelitales multiespectrales de los sensores Themati Mapper (TM), Enhanced Thematic Mapper plus (ETM más) y OLI correspondientes al área de estudio. En el procesamiento digital se utilizaron bandas del espectro visible requeridas en la exploración de características urbanas. Las escenas seleccionadas corresponden al (WRS/Row 9/58) georreferenciadas en el sis-

Figura 1. Ubicación Santiago de Cali, Colombia



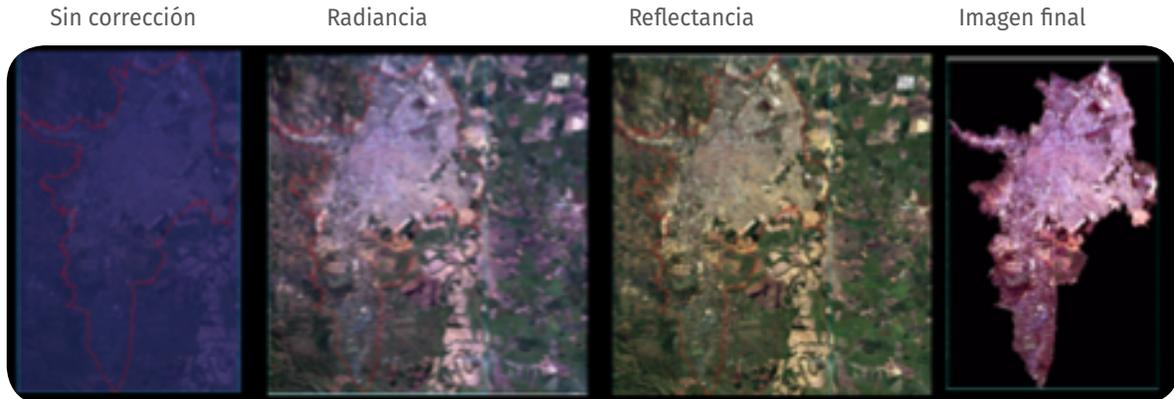
Fuente: Elaboración propia con base en cartografía DANE, 2012

Tabla 1. Datos de imágenes de satélite

Fuente	Plataforma	Sensor	Resolución	fecha
usgs Earth Explorer	Landsat5	MSS	30m	1986/09/08
usgs Earth Explorer	Landsat5	TM	30m	1998-05-20
usgs Earth Explorer	Landsat 7	TM+(slc-off)	30m	2008-09-12
usgs Earth Explorer	Landsat 8	OLI	30m	2016- 09-08

Fuente: Elaboración propia basada en datos de imágenes de satélite

Figura 2. Corrección radiométrica y atmosférica



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a procesamiento digital hecho en ENVI.

tema UTM 18 Norte con Datum WGS84. La información fue obtenida del portal United States Geological Survey (USGS), las fechas elegidas para el estudio corresponden a los años 1986, 1998, 2008, 2016 (tabla 1). Los tiempos se seleccionaron tomando en consideración los planteamientos de Flórez (2000) quien hace mención a las transformaciones sociodemográficas en Colombia durante el siglo xx y siglo xxi.

Preprocesamiento de imágenes corrección radiométrica y atmosférica

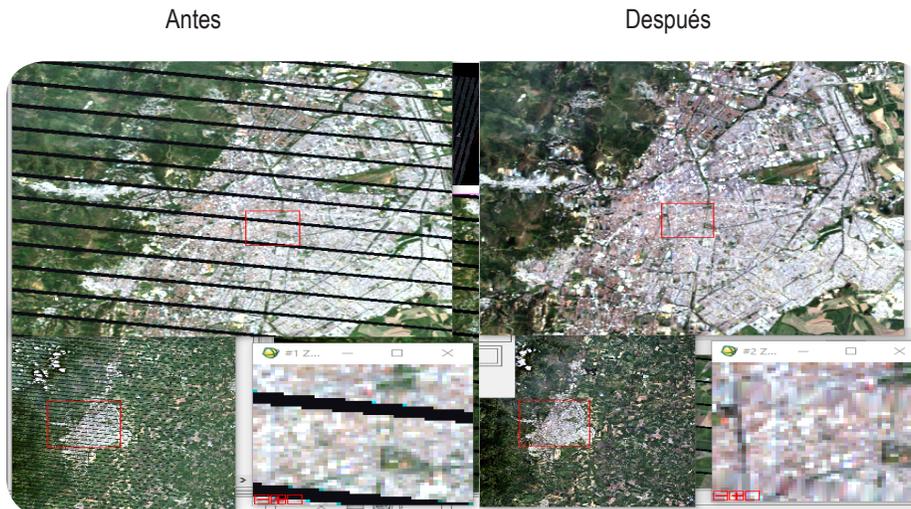
Se convirtió la información de la imagen original (bruta) de cada píxel de niveles digitales a niveles de reflectancia, esto permitió disminuir la dispersión de partículas en la atmósfera, además de remover el efecto de ángulos de incidencia solar y de las distancias tierra-sol ocasionadas por el momento en que obtuvieron las imágenes. Como resultado de este proceso se obtuvo una imagen con valores de reflectancia

para mejorar la separación espectral de objetos (ver figura 2).

Corrección SLC-off

La imagen de satélite 2010 con falla de corrector de movimiento longitudinal de la plataforma de Landsat 7 desde mayo del 2003 presentan datos inválidos del 22 % aproximadamente debido al segmento que deja el escáner sin proyectar datos. Por lo tanto, la imagen se corrigió de manera que se completaron los datos faltantes ocasionados por las alteraciones que presenta el sensor. En la corrección se hizo el relleno basado en una sola imagen (*single file gap fill*) este procedimiento realiza correlaciones entre los píxeles de la imagen con base en técnicas geoestadísticas de interpolación, en la que se utilizan datos de la misma imagen. En este grupo se encuentran técnicas sencillas como el reemplazo de los píxeles vacíos por sus vecinos (ver figura 3).

Figura 3. Corrección SCL-off de imágenes Landsat



Fuente: usgs (2017), imagen cálculos realizados en ENVI

Clasificación de imágenes

Se utilizó una técnica de clasificación supervisada basada en objetos. Este método es usado para analizar las imágenes satelitales y se ha desarrollado de forma alterna a la clasificación tradicional basada en píxeles (Burnett y Blaschke, 2003). Tanto la clasificación supervisada (basada en objetos) y la no supervisada (basada en píxeles) son de gran interés para determinar el crecimiento urbano. Sin embargo, el procedimiento seleccionado en este estudio (clasificación supervisada) adiciona información que considera píxeles similares entre sí por la base de una media de las propiedades de color, tamaño, forma y textura, además del contexto que lo rodea. De acuerdo a Rodríguez (2011), en la clasificación supervisada, los valores espectrales de las diferentes coberturas, son computados empleando sitios de entrenamiento, que generalmente corresponden a sitios que han sido previamente

muestreados en campo. El procedimiento llevado a cabo puede ser resumido en el siguiente procedimiento.

En un primer momento, se recurre a la interface disponible en *Feature Extraction* del programa ENVI. Con esta herramienta se seleccionan objetos de muestra, en áreas representativas de cada cobertura con el fin de obtener su valor espectral, espacial, temporal y radiométrico. Se hace una asignación numérica según las características que presenta el suelo, obteniendo el entrenamiento de las imágenes. De esto, resultando una clasificación supervisada de la que se derivan tres clases: área construida, uso habitacional, industrial, comercial, vías, de servicios construidos con materiales de concreto, metal, entre otros, que dan una respuesta espectral distinta; área no construida, área montañosa, área con vegetación, área agrícola, baldíos; y agua, cuerpos de agua. La asignación de estas condiciones fue establecida con la intención de deter-

Figura 4. Distribución de puntos de verificación en área de estudio



Fuente: Elaboración propia con base en distribución aleatoria

minar el crecimiento urbano de la ciudad en el periodo 1986-2016.

Postclasificación y corrección

A la imagen que resulta de la clasificación supervisada se le disminuyen los errores causados por el efecto conocido como sal y pimienta. Para obtener mayor nitidez se agrupan píxeles con su vecino más cercano, utilizando la herramienta (ENVI-posclasificación, comando *Clump*). Se utilizó un parámetro de clasificación (2x2) vecinos exclusivamente a las categorías Área construida y agua.

Evaluación de fiabilidad

En la evaluación de fiabilidad para la clasificación se distribuyeron aleatoriamente cien puntos (Chuvieco-Salineros, 2008). Posteriormente, se verificaron de acuerdo al procedimiento propuesto por Khorram con solo una imagen principal, en el cual se consideró lo siguiente: 1) Píxel de clase mapa se clasifica como acierto si, y solo si, corresponde al mismo píxel de imagen; 2) píxel de clase mapa se

clasifica como acierto si representa la moda en un kernel de 3 por 3 en la imagen; 3) píxel de clase mapa se clasifica como acierto si ocurre en un kernel de 3 por 3 en la imagen, aunque no sea la moda, véase figura 4 (Khorram y otros, 2000).

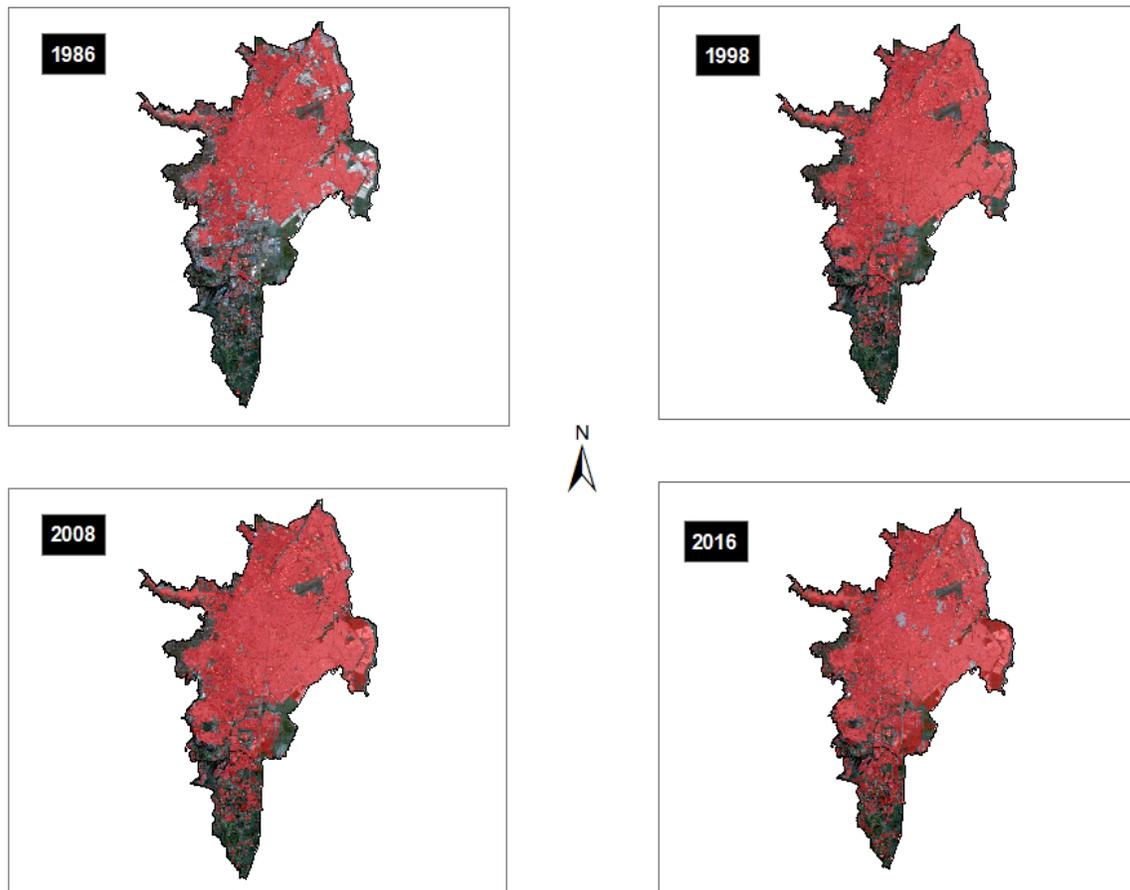
Integración del modelo

Al terminar la clasificación supervisada es necesario integrar la información obtenida para iniciar el análisis de resultados. De esta manera, los datos en formato ráster explorados con las técnicas anteriores, se convierte a vectorial de tipo polígono el *software* utilizado es el sistema de información geográfica ArcMap.

Revisión documental

Se utilizó un método de revisión documental para determinar características en torno al fenómeno en sectores que experimentan crecimiento urbano, los principales insumos corresponden al DANE, documento técnico Plan de Ordenamiento Territorial

Figura 5. Crecimiento urbano Cali, Colombia 1986, 1998, 2008, 2016.



Fuente: Elaboración propia con base en clasificación supervisada de imágenes de satélite

(POT) y caracterizaciones realizadas por diferentes autores.

Resultados y discusión

Los índices de fiabilidad global obtenidos en la clasificación supervisada fueron de 85 % en 1986, 87 % en 1998 y 85 % en 2008 y 2016, respectivamente. El método desarrollado en este trabajo permitió analizar el crecimiento urbano y las características sociales de la expansión física en la ciudad de Cali, Colombia durante el periodo 1986-2016. La sección urbana fue defi-

nida en la cartografía como área construida (véase figura 8).

Durante el proceso de crecimiento se observa una tendencia a ocupar espacios situados en los límites de la ciudad lo que puede entenderse, si nos remitimos al proceso histórico de consolidación urbana que ha tenido la ciudad.

Consolidación urbana de Cali

Los cambios de tipo social y económico experimentados a finales del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, desencadenan un proceso de urbanización

zación en la ciudad de Cali, a lo largo del valle del río Cauca que incide en el norte del departamento del Cauca, vecino ubicado geográficamente en la zona sur (Urrea-Giraldo y Cándelo Álvarez, 2017). A esto se suma la expansión del cultivo de caña azúcar entre 1950 y 1960 en la zona plana del norte del Cauca, lo cual conllevó al desplazamiento de otros cultivos, instalación de nuevos empresarios azucareros y alquiler de hacienda a ingenios (Urrea y Hurtado, 1997). Durante estos años, Buenaventura se convierte en el principal puerto exportador e importador del país, y Cali y Yumbo en los más importantes epicentros industriales del sur del país (Urrea-Giraldo y Cándelo Álvarez, 2017). Estas consideraciones reflejan lo atractiva que pudo ser esta ciudad para personas en busca de mejores condiciones de vida y marcan el inicio de un proceso de crecimiento que suele ser exponencial. A continuación, las etapas de estudio abordadas en este trabajo.

Primera etapa, 1986

Mientras que en 1973 se tenían 999 354 habitantes, en 1986 llegaron a 1 470 644 (DANE, 1985). El área construida es de 7215 Ha que corresponden al 51 % del perímetro urbano, con una densidad aproximada de 20 383.1 hab/km² (véase figura 5, área construida en 1986).

Los años ochenta coinciden con una tercera transformación productiva que consolidó definitivamente la región que incluye la ciudad de Cali, marcada por la reestructuración productiva empresarial en el Valle desde finales de la década de 1980 y a lo lar-

go de la de 1990, que cobijó también a las élites con intereses económicos en el norte del Cauca (Urrea, 2010, citado por Urrea-Giraldo y Cándelo Álvarez, 2017, p. 148).

De acuerdo a Vásquez (1990) entre 1980 y 1987 aproximadamente cincuenta mil viviendas irregulares se localizaron en terrenos no aptos, lo que condujo a que el perímetro urbano fuese ampliado, especialmente en el oriente de la ciudad en el distrito de Aguablanca donde se asentaron inmigrantes internos. También aparecen en el sector sur oriental nuevos barrios: Comuneros (I, II), Mojica, el Poblado, el Vergel, Ornar Torrijos, Alfonso Bonilla, Marroquín (I, II), Manuela Beltrán, los Naranjos, Alirio Mora Beltrán, Los lagos. Al norte surgen viviendas no autorizadas: Bacataclán, Santa Fe, Cinta Azul, León XIII, Conquistadores. Se construyen urbanizaciones para clase media: la Merced al Norte, Ingenio (I, II) y los Bosques del Limonar en el sur.

Segunda etapa, 1998

En lo transcurrido entre 1986 y 1998 se observan cambios entorno al componente poblacional y área construida. De acuerdo con el DANE (1985), la población asciende a 1 949 903 habitantes. El suelo urbanizado es de 9408 Ha, un 15 % más que el año anterior, la densidad de población es de 20 726 hab/km² (véase figura 8, crecimiento, 2008).

La ocupación más significativa hasta el momento es la que se propicia por iniciativa oficial en lo que se ha denominado la ciudadela Desepaz o Comuna 21, que se extiende a manera

de corona entre el borde del Río Cauca y el distrito de Aguablanca. Esta comuna se encuentra por fuera del perímetro urbano y tiene un área de 483.21 hectáreas. En el transcurso de esta década el área incluida dentro del perímetro urbano es de 11 571 58 hectáreas. (Escobar, s. f., p. 16).

Los años noventa se caracterizan por una gran marca violenta y de narcotráfico; la época del surgimiento del cartel de Cali también es un hecho que se suma a la circulación de dinero y el movimiento comercial que atrae grandes flujos de población (Ocampo, 2017). Otro aspecto que favoreció su dinamismo fue la creación de zonas francas durante 1993 en municipios próximos (Urrea y Cándelo, 2017) y el surgimiento de la Ley Páez, que promovía la instalación de empresas con grandes incentivos a favor de garantizar trabajo a los habitantes de la zona norte del Cauca; mientras que Cali se convertía en un lugar de tránsito de flujos de comercio (Alonso y Lotero, 2006). En la figura 8 puede apreciarse el crecimiento de Cali para este periodo.

Tercera etapa, 2008

En 2008 el área construida es de 9902 Ha, un 4 % más que el 2005; según el DANE (2005), la población es 2 194 753 en la cabecera municipal. La densidad poblacional es de 22 164.7 hab/km² (véase figura 8, Crecimiento 2008). La distribución de vivienda se da en mayor medida en la zona oriental de la ciudad. Según Urrea y Cándelo (2017), entre el 2000 y 2005 Cali se convirtió en un municipio con flujos migratorios negativos, al parecer las perso-

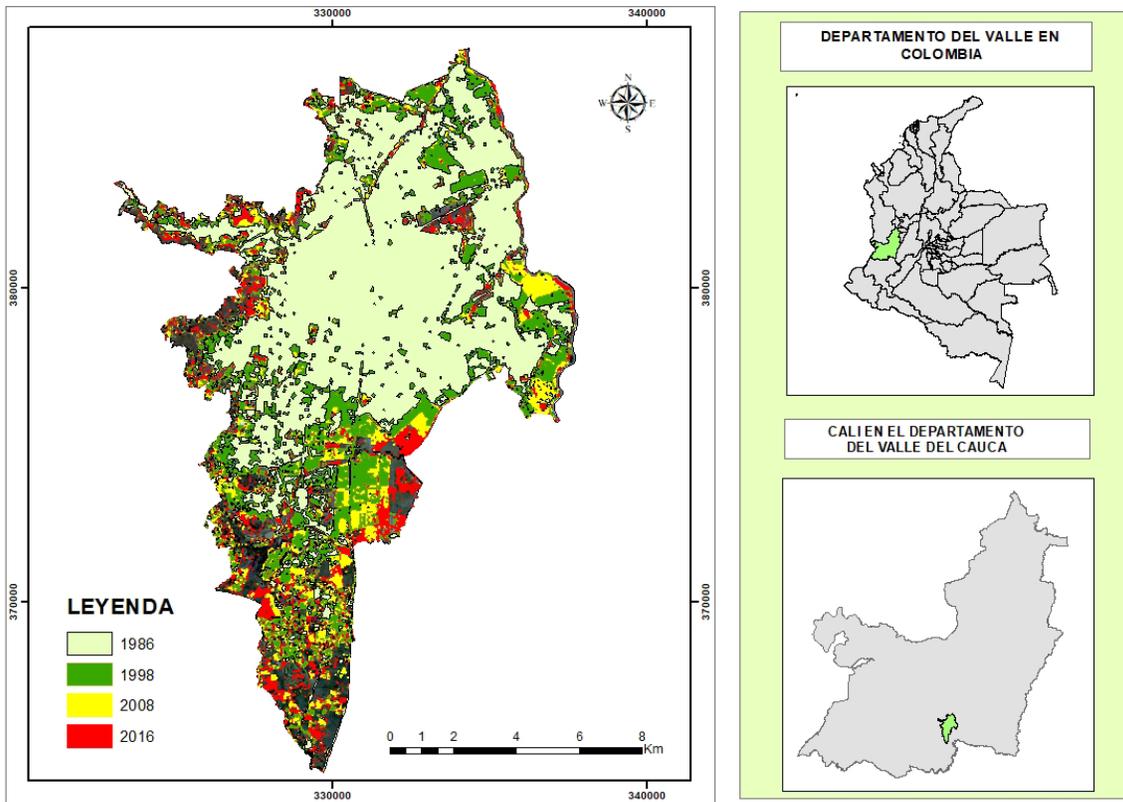
nas prefieren ubicarse en zonas cercanas a la ciudad, pero no en ella, lo que resulta paradójico si se considera que el perímetro urbano cuenta con mayor disponibilidad servicios, por tanto, mejores condiciones de vida. El resultado del establecimiento de viviendas en zonas periféricas y externas a la delimitación urbana crean la necesidad de ampliar la delimitación propuesta hasta ese momento.

En el año 2000 se aprueba el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio y con este se incorpora al perímetro urbano del municipio, la Comuna 21, que presenta un desarrollo masivo de urbanización en donde se asientan 86 483 habitantes y Brisas de los Álamos que posee 11 934 habitantes. Se construyen vacíos urbanos al nororiente y sur de la ciudad (Torres de Comfandi, Urbanización Calimío, Caney, Lili) (Escobar, s. f., p. 16).

Cuarta etapa, 2016

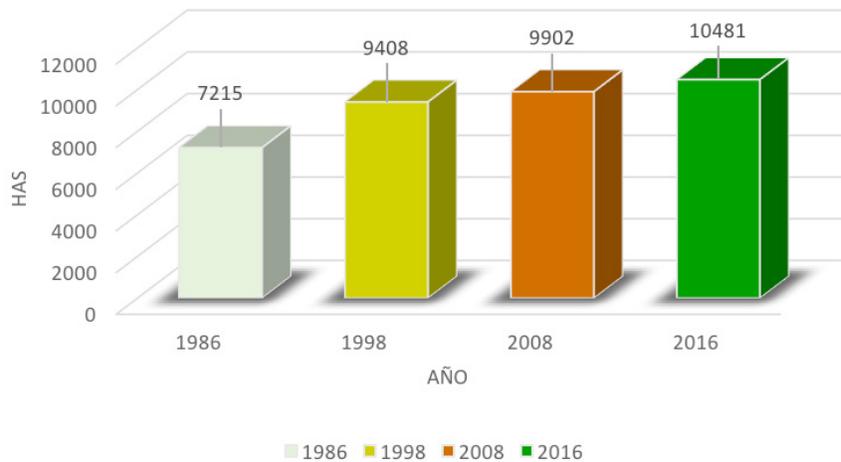
En 2016 el suelo construido es de 10 481 Ha, un aumento de 4 % comparado con el 2008. La proyección del DANE (2005) registra una población de 2 394 870 habitantes. La densidad poblacional es de 22 849.6 hab/km². De acuerdo a la alcaldía municipal de Santiago de Cali (2015), se aprobaron 1098 licencias de construcción; entre las zonas favorecidas en este aspecto se encuentran la comuna 17 localizada al sur y la comuna 19 al occidente de la ciudad (véase figura 8, Crecimiento, 2016). A continuación, la integración del proceso de crecimiento en la ciudad de Santiago de Cali 1986-2016.

Figura 9. Integración de crecimiento urbano por año



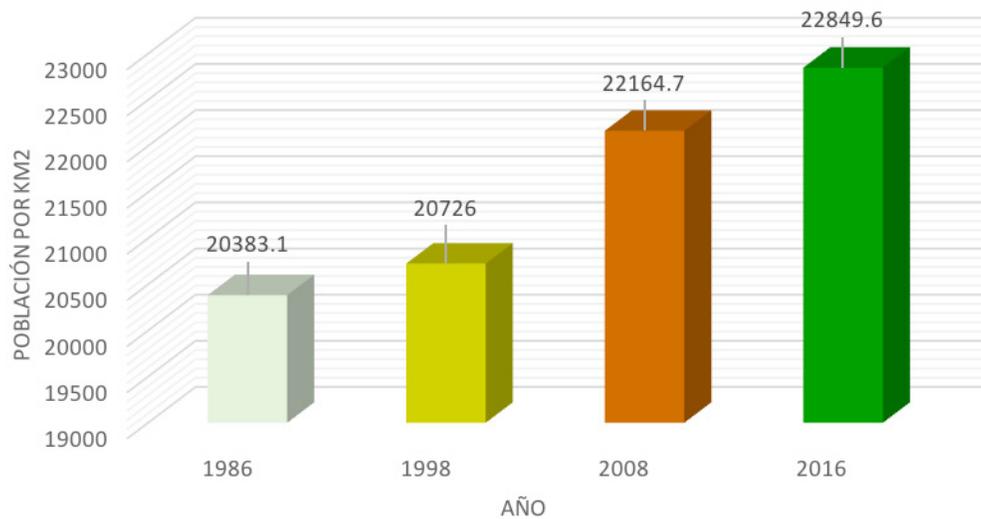
Fuente: Elaboración propia con base en imágenes de satélite usgs.

Gráfica 1. Hectáreas de área construida



Fuente: Elaboración propia con base en resultados clasificación de imágenes de satélite 1986-2016

Gráfica 2. Densidad de población por kilómetro cuadrado 1986-2016



Fuente: Elaboración propia con base en resultados clasificación de imágenes de satélite 1986-2016 y DANE, 1985, 2005

Durante el periodo de análisis, el área construida varió del 51 % en 1986 al 74 % en 2016, lo que se expresa en un incremento en el área designada para construcción de vivienda y otros usos de operatividad urbana del 23 % (véase gráfica 1).

En cuanto a la población, se incrementó en 924 226 habitantes, mostrando una densidad de población 20 383.1 hab/km² en 1986 y 22 849.6 hab/km² en 2016. Esta última condición permite establecer que el crecimiento urbano estuvo orientado en mayor medida a consolidar zonas ya existentes y en menor proposición a la dispersión urbana (véase gráfica 2).

Consideraciones finales

En los treinta años que corresponden al periodo de estudio en la zona urbana de Santiago de Cali, su área construida se incrementó en un 23 %, dato

que debe estudiarse con detenimiento, ya que el mayor momento de crecimiento ocurrió entre los años 1986 y 1998, donde se refleja el porcentaje más importante (15 %), en este aspecto es sustancial la iniciativa oficial en la construcción de viviendas en la comuna 21 y la incorporación del distrito de Agua Blanca al perímetro urbano instalado inicialmente de forma irregular. En 2008 y 2016 el crecimiento fue de 4 % para cada fecha, lo cual se explica a partir de las preferencias de habitar zonas periféricas o cercanas a la ciudad.

En cuanto a población, se incrementaron 924 226 personas siendo una condición significativa, llama la atención que la densidad poblacional por kilómetro cuadrado aumente, dado que en 1986 se estimaron 20 383.1 hab/km² y en 2016, 22 849.6 hab/km², lo que demuestra que a pesar de ser una ciudad en crecimiento no obedece a patrones marcados de dispersión. Sin embargo,

esa consolidación marcada de la ciudad se extiende hacia los límites, lo que puede ocasionar procesos de conurbación con municipios y departamentos vecinos.

Bibliografía

- Alonso, J. y Lotero, A. (2006). *Diez años de la Ley Páez*. Centro de investigación de economía y finanzas. Recuperado de https://www.icesi.edu.co/leypaez/contenido/pdf/libro_ley_paez.pdf
- Banguero, H., y Castellar, C. (1993). La población colombiana dinámica y estructura. Bogotá: Banco de la República.
- Burnett, C., y Blaschke, T. (2003). A multi-scale segmentation/object relationship modelling methodology for landscape analysis. *Ecological modelling*, 168(3), 233-249.
- Comisión Económica para América Latina y El Caribe (2017, diciembre). *Revista Cepal*, 123. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42691/RVE123_es.pdf?sequence=4&isAllowed=
- Cooper, M., y Henríquez, C. (2010). Planificación territorial y crecimiento urbano: desarticulaciones y desafíos de la sostenibilidad urbano-regional en Santiago metropolitano. *Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XIV(331). Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-331/sn-331-14.htm>
- Da Cunha, J., y Vignoli, J. (2015). Crecimiento urbano y movilidad en América Latina. *Revista Latinoamericana De Población*, 0(4-5), 27-64. Recuperado de <http://revistarelap.org/ojs/index.php/relap/article/view/77>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (1985). Proyecciones de población nacional, departamental y municipal total por área 1985-2020. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-portema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- (2005). Estadísticas de población y proyecciones municipales de Colombia.
- Duany, A., Speck, J., Lydon, M. (2010). *The Smart Growth Manual*. Nueva York: McGraw Hill.
- Escobar, G. (s. f.). La población en Santiago de Cali, Colombia: Siglo xx y primera década del siglo xxi. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/167531689/La-Poblacion-en-Cali-Siglo-XX-y-XXI>
- Flórez, C. (2000). Las transformaciones sociodemográficas en Colombia durante el siglo xx. Banco de la República, Bogotá, Colombia.
- Jiménez, N. (2005). Elementos históricos y urbanos en la generación de desastres por inundaciones y deslizamientos en Cali, 1950-2000. Recuperado de: http://www.osso.org.co/docu/tesis/2005/elementos/elementos_historicos.pdf
- Juan, A. (2005). El crecimiento urbano y su incidencia en la vulnerabilidad ambiental y social. El caso del gran resistencia. *Comunicaciones científicas y tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste*. Recuperado de: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/2-Humanidades/H-004.pdf>
- Khorram, S., Knight, J., Cakir H., Yan, H., Mao, Z. y Dai, X. (2000). Improving estimates of the accuracy of thematic maps when using aerial photos as the ground reference source, Proceedings of the ASPRS Symposium, Washington, EE.UU.

- Ocampo, A. (2017). Crecimiento urbano y planificación territorial en la ciudad de Cali, evolución 1990-2010. Universidad de Barcelona.
- Rodríguez Vásquez, A. (2011). Metodología para detectar cambios en el uso de la tierra utilizando los principios de la clasificación orientada a objetos, estudio de caso piedemonte de Villavencio, Meta, Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez, R., y Bonilla, A. (2007). *Urbanización, cambios globales en el ambiente y desarrollo sustentable en América Latina*. São José dos Campos: Instituto Interamericano para la Investigación sobre Cambio Global/ Instituto Nacional de Ecología/ United Nations Environment Programme. Recuperado de https://www.fundacionhenrydunant.org/images/stories/biblioteca/cambio-climatico-pp/urbanizacion_cambios_globales_mambiente_desarrollo_sustentable_alatina.pdf
- Soto-Cortés, J. (2015). El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. *Paradigma económico*, 7(1). Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5926288>
- Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Urbanos (2015). *Debates sobre gobierno urbano, Colombia: el país del siglo XXI*, 2. Bogotá: UNC-IEU.
- Urrea, F. y Hurtado, T. (1997). Puerto Tejada: denúcleourbanodeproletariadoagroindustrial a ciudad dormitorio. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=3377812&pid=S0101-546X200300010000500030&lng=es
- Urrea-Giraldo, F., y Cándelo Álvarez, A. (2017). Cali, ciudad región ampliada: una aproximación desde la dimensión étnica-racial y los flujos poblacionales. *Sociedad y Economía*, 33, pp. 145-174. <http://dx.doi.org/10.25100/sye.v0i33.5628>.
- Vallejo, A., y Vélez, J. (2013). La percepción del riesgo en los procesos de urbanización del territorio. *Letras Verdes. Revista latinoamericana de estudios socioambientales*, 3, 29-31. Recuperado de http://www.undp.org/content/dam/rblac/docs/Research%20and%20Publications/Crisis%20Prevention%20and%20Recovery/Brochure_Desastres_sp.pdf
- Vásquez, E. (1990). Historia del desarrollo económico y urbano de Cali. Boletín socioeconómico, núm. 20. Recuperado de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/5486/1/Historia%20del%20desarrollo%20historico%20y%20urbano%20en%20Cali.pdf>
- (2013). Historia del desarrollo urbano y económico de Cali. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/5486/1/Historia%20del%20desarrollo%20historico%20y%20urbano%20en%20Cali.pdf>
- Winchester, L. (2006). Desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades en América Latina y El Caribe. *EURE (Santiago)*, 32(96), 7-25. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612006000200002>