

**XII SEMINARIO
DE INVESTIGACIÓN
CALI URBANA REGIONAL**
28-29-30
LA VIEJA CALI
VICERRECTORADO DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO



Metodología para calcular el balance de servicios ecosistémicos en el área de influencia metropolitana de Santiago de Cali

Mauricio Tabares-Mosquera
Luis Gaitán-Idárraga
Emmanuel Zapata-Caldas

28 de septiembre de 2016

Contenido

1. Introducción y marco referencial

1.1 Siglo XX: urbanización y metropolización global

1.2 Fenómeno de metropolización en Cali

1.3 El geosistema metropolitano

2. Esquema metodológico general

2.1 Delimitación del área de estudio

2.2 Clasificación de imágenes satelitales

2.3 Matriz de impacto cruzado

3. Resultados esperados

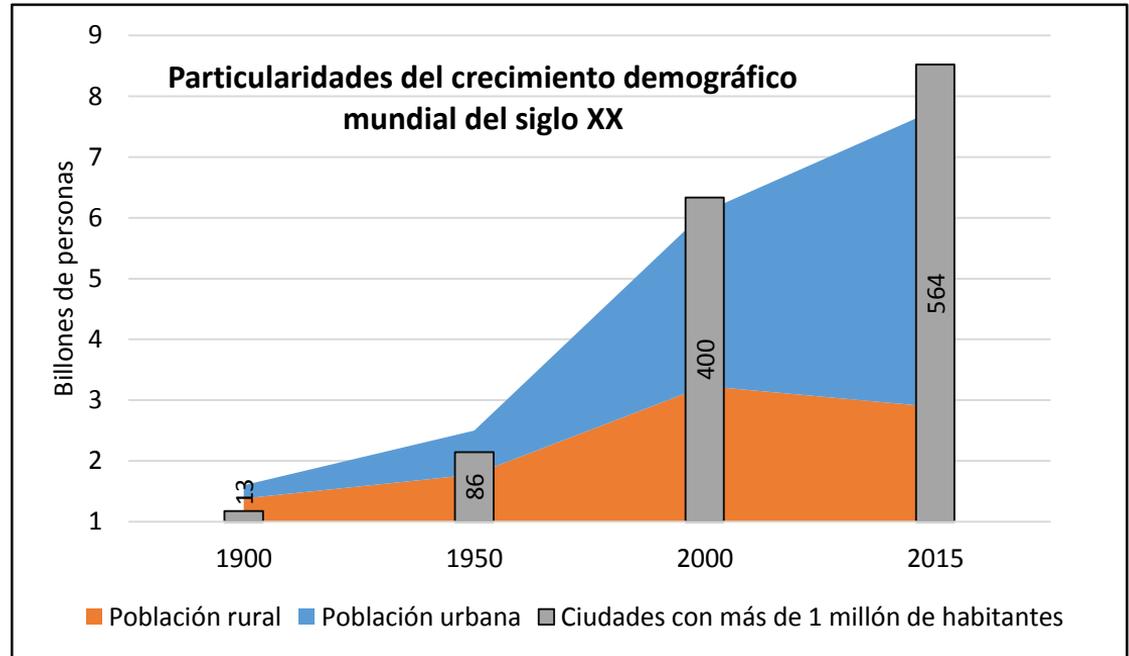
4. Consideraciones finales

5. Referencias

1.1. Siglo XX: urbanización y metropolización global

Etapa histórica caracterizada por:

- El crecimiento acelerado de la población mundial.
- Proceso migratorio rural-urbano.
- Concentración espacial de habitantes en ciudades.
- En 1900 ninguna ciudad tuvo diez millones de habitantes. Cien años después, 19 metrópolis cuentan con esa cifra.

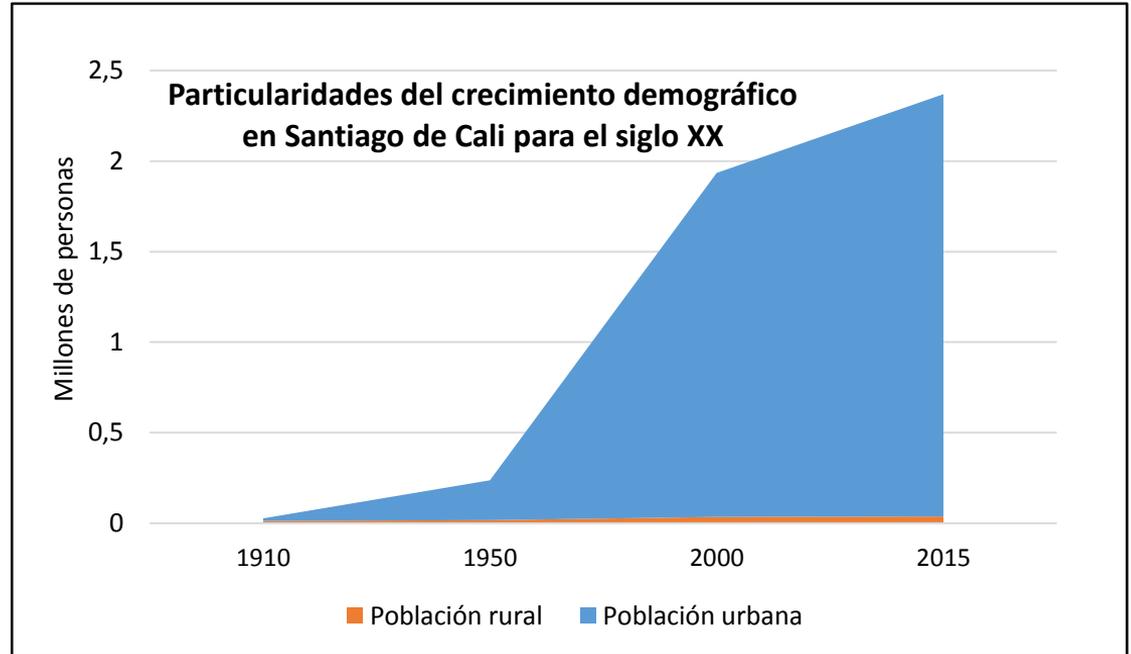


Elaborado a partir de Davis, 2002; Getis et al., 2013.

1.2. Fenómeno de metropolización en Santiago de Cali

Factores detonantes:

- 1910 - Cali capital departamental.
- 1954 - Creación de la Corporación Regional del Valle del Cauca (CVC).
- 1930 - 1960. La población de Cali se multiplicó seis veces; 71,5% por migración.
- 1960 - Bloqueo mercantil a Cuba. representó crecimiento de exportación de caña de azúcar (modernización).
- 1961 - Creación de las Empresas Municipales de Cali (EMCALI).



Elaborado a partir de Vásquez, 1990 & 2001; DAP Cali, 2006.

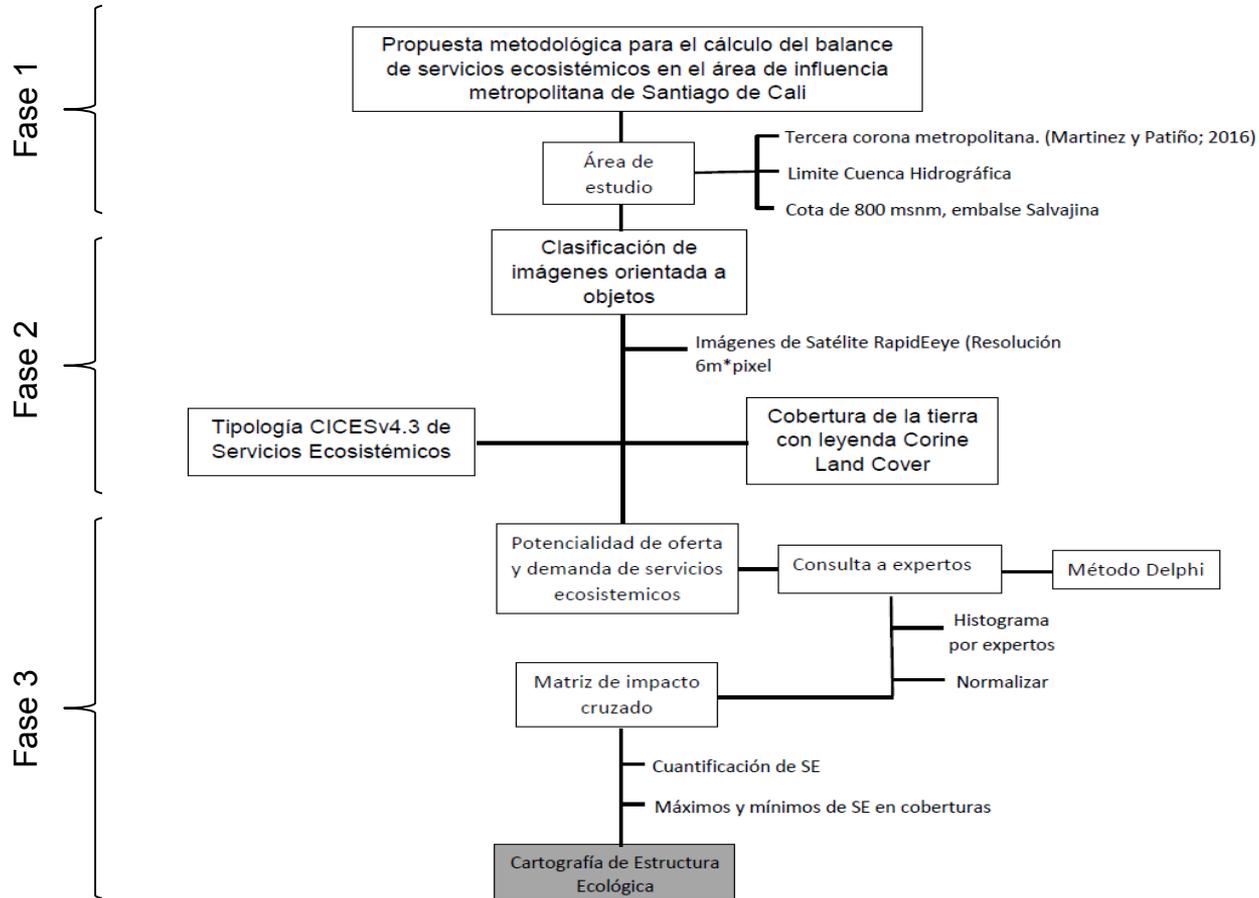
1.3. Geosistema metropolitano

Vincula la *estructura ecológica* y la *estructura metropolitana* por medio de los *servicios ecosistémicos*.



Adaptado de Burkhard, Kroll, Nedkov, & Müller, 2012.

2. Esquema metodológico general



2.1. Delimitación del área de estudio con criterios urbano-funcionales y biofísicos.

Para el desarrollo de esta fase, fue necesario identificar una serie de criterios urbano-funcionales y biofísicos que permitieran definir un área de estudio que reflejara la estructura y relaciones de los diferentes ecosistemas allí abarcados. Se tuvieron en cuenta tres criterios:

Primer criterio, Urbano-funcional

Segundo criterio, Biofísico

Tercer criterio, localización espacial de los elementos de la estructura metropolitana

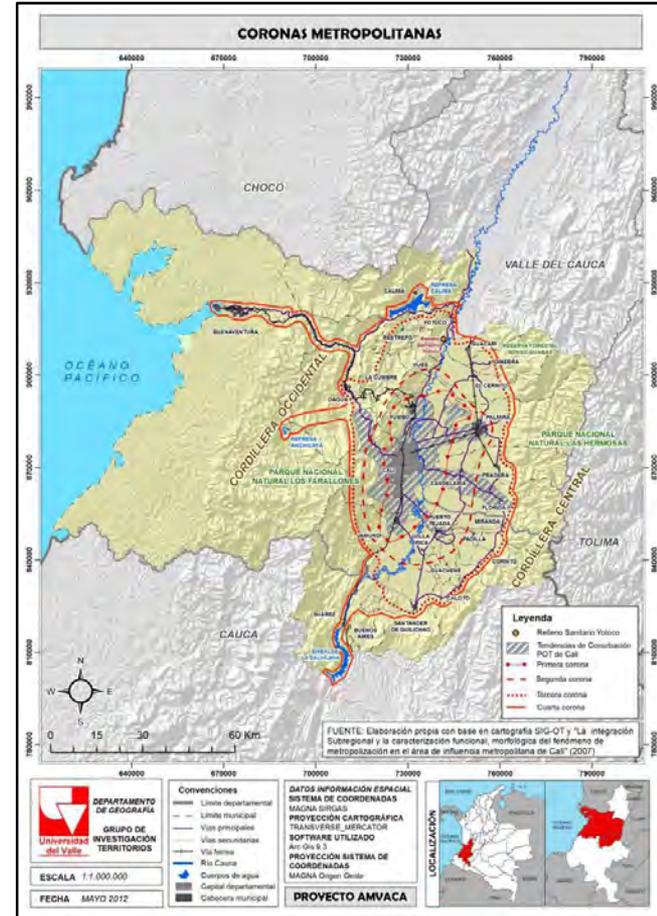


Imagen satelital nocturna del área de influencia metropolitana de Santiago de Cali. Fuente: Geovisor Worldview NASA.

Criterio urbano funcional

- Coronas metropolitanas. Establecidas por Martínez-Toro & Patiño-Gómez (2015). Estas representan las escalas de integración regional del área de influencia de Santiago de Cali.
- Se tomó como límite base la tercera corona urbano funcional metropolitana porque abarca tanto zonas urbanas como una serie de grandes equipamientos regionales.

Coronas metropolitanas de Santiago de Cali.
Fuente: Martínez-Toro & Patiño-Gómez, 2015, p. 164.



Criterio biofísico y de localización espacial

- Cuencas hidrográficas. Proporcionan la escala adecuada para evaluar los servicios ecológicos porque varias funciones de los ecosistemas relacionadas con el ciclo del agua tienen lugar al interior de sus límites (Nedkov, Boyanova & Burkhard, 2015, p. 136).
- Localización espacial. Identificamos que la localización de los elementos de la estructura metropolitana —centros urbanos (29 municipios), embalse de Salvajina, aeropuerto, etc.—, se ubican a una altura mínima de 800 msnm.



Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón.
Localizado en Palmira, Valle del Cauca, a 964 mtsnm.
Fuente: El País

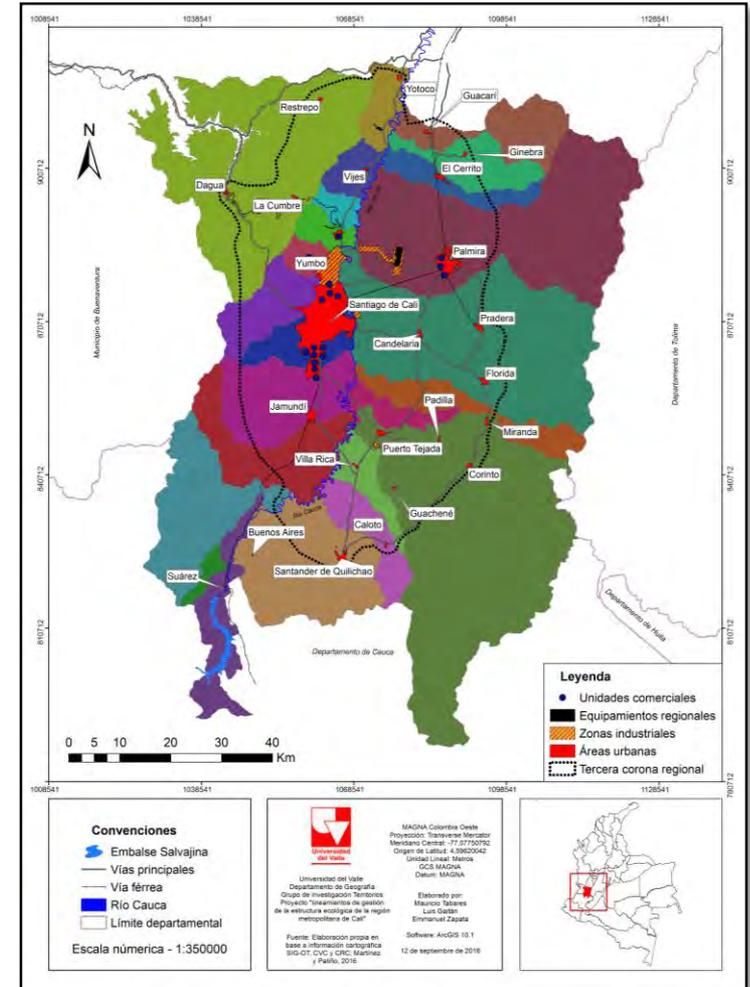


Embalse Salvajina.
Localizado en Suárez, Cauca, a 1136 mtsnm.
Fuente: El País.

Área de estudio

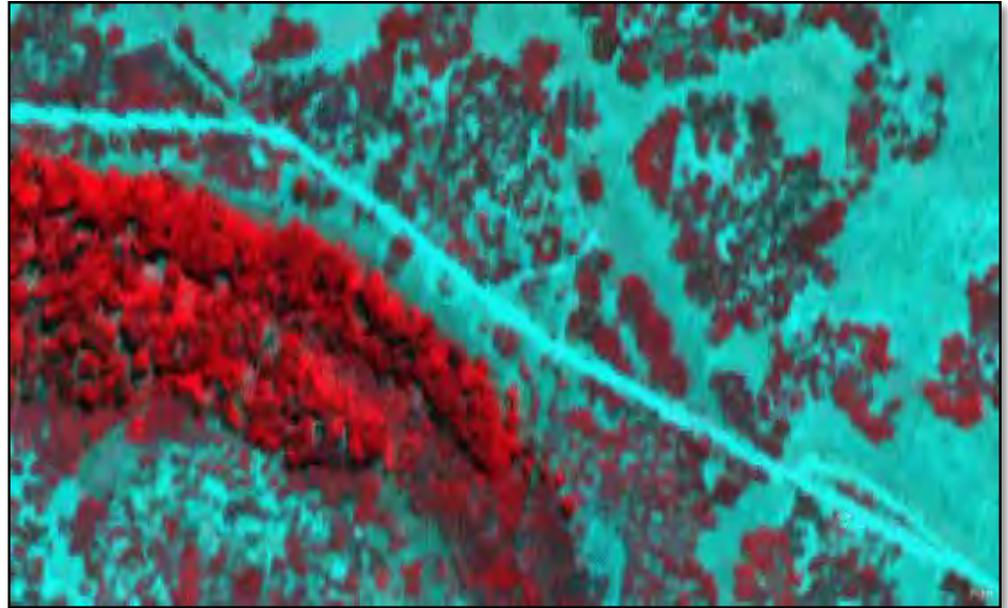
Compuesta por:

- 24 cuencas hidrográficas: 23 vierten al río Cauca y el río Dagua vierte al pacífico.
- 29 municipios: 15 del departamento de Valle del Cauca y 14 del Cauca.
- Corredores metropolitanos: 550 kilómetros de doble calzadas y vías principales. 240 km de red férrea.
- 5 zonas industriales y 18 comerciales.
- Grandes equipamientos regionales: aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón, relleno sanitario Colomba - Guabal, estación de transferencia de Palmaseca, embalse Salvajina.



2.2. Clasificación de imágenes satelitales orientada a objetos (coberturas de la tierra con leyenda Corine Land Cover).

- Consiste en identificar relaciones de “muchos a uno” (píxeles a objeto). Este sistema utiliza las formas geométricas, la información espectral y el análisis de vecindad definido para el objeto en particular.
- La escala determina la presencia o ausencia de las clases, por lo tanto, el tamaño del píxel determina la clasificación (6m por píxel).
- A partir de la leyenda de coberturas *corine land cover* se obtendrán cuatro categorías: áreas artificializadas, áreas agrícolas, bosques y áreas seminaturales, y superficies de agua.



Análisis de imágenes basado en objetos (AIBO)

2.3. Matriz de impacto cruzado (consulta a expertos)

La matriz cruzada:

- Usada en múltiples evaluaciones de servicios ecosistémicos (SE) en el mundo.
- Permite entrada de datos cuantitativos y cualitativos: muestreo ó percepción.
- Se evalúa el rendimiento máximo hipotético de oferta y demanda de servicios ecosistémicos por unidad de cobertura de la tierra.

El método *delphi*:

- Es un método ampliamente utilizado y aceptado para recoger información de expertos dentro de su campo de especialización.
- Útil para la creación de consenso mediante el uso de cuestionarios para recolectar datos sobre un fenómeno particular (Dalkey & Helmer, 1963)

		Nutrición					Material			Energía		
		Cultivos	Cría de animales	Acuicultura	Fuentes de alimento salvaje	Agua bebible (superficial y subterránea)	Biomasa (fibra y material de plantas y animales)	Material genético (bioquímicos y farmacéuticos)	Agua sin propósito bebible (superficial y subterránea)	Materiales abióticos (metálicos y no metálicos) *	Biomasa	Fuente abiótica renovable (viento, hidroeléctrica) *
Servicios ecosistémicos CICES v4.3	Cobertura de la tierra Corine Land Cover											
	Aprovisionamiento											
	Tejido urbano continuo											
	Tejido urbano discontinuo											
	Zonas industriales o comerciales											
	Red vial, ferroviaria											
	Aeropuertos											
	Zonas de extracción minera											
	Disposición de residuos a cielo abierto											
Relleno sanitario												
Zonas verdes urbanas												

Columnas: servicios ecosistémicos basados en CICESv4.3 (12 de regulación, 9 de aprovisionamiento, 5 cultural).

Filas: unidad de cobertura de la tierra (9 áreas artificializadas, 4 áreas agrícolas, 10 bosques y áreas seminaturales, 4 superficies de agua).

4. Consideraciones finales

- Esta metodología se fundamenta en el uso de métodos y técnicas de investigación mixtos.
- Propone la generación de información geográfica (escala 1:25.000) a partir de imágenes satelitales de alta resolución y la identificación de la demanda y la oferta de servicios ecosistémicos.
- Los resultados permitirán leer la realidad ambiental del área de estudio y, por lo tanto, proponer medidas para una relación más equilibrada entre los habitantes del área de estudio y los ecosistemas que sostienen la vida.
- Debido al limitado número de investigaciones realizadas a escala metropolitana para Santiago de Cali y, especialmente, sobre temas relacionados con balance de servicios ecosistémicos, esta metodología representa un insumo valioso para la toma de decisiones en materia de gestión ambiental.

5. Referencias

- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, 21, 17–29.
- Dalkey, N. C., & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science*, 9 (3), 458-467.
- DAP. (2006). *Estimaciones de la población de Cali en cabecera y resto para el periodo 1938 - 2005 y proyecciones para el periodo 2006-2036*. Cali: Alcaldía de Santiago de Cali.
- Davis, M. (2006). *Planet of slums*. New York: Verso.
- Getis, A., Getis, J., Bjelland, M., & Fellman, J. (2011). *Introduction to Geography*. New York: McGraw-Hill.
- Martínez-Toro, P., & Patiño-Gómez, Z. (2015). *Área metropolitana del sur del Valle y norte del Cauca AMVACA: definición, caracterización y propuesta de conformación*. Cali: Universidad del Valle.
- Nedkov, S., & Burkhard, B. (2012). Flood regulating ecosystem services - Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. *Ecological Indicators*, 21, 67–79.
- Nedkov, S., Boyanova, K., & Burkhard, B. (2015). Quantifying, modelling and mapping ecosystem services in watersheds. En L. Chicharo, F. Müller, & N. Fohrer (Eds.). *Ecosystem services and river basin ecohydrology* (pp. 133-150). Dordrecht: Springer.
- Vásquez, E. (1990). *Historia del desarrollo económico y urbano en Cali*. Cali: Cámara de Comercio de Cali.
- Vásquez, E. (2001). *Historia de Cali en el siglo 20: sociedad, economía, cultura y espacio*. Cali: Universidad del Valle.