



Institución educativa - Departamento de Risaralda

La red de ciudades en la Ciudad región Eje cafetero

SÍNTESIS:

Se estudia la presencia de condiciones de red en las unidades urbanas que componen la “Ciudad región Eje Cafetero”, partiendo del paradigma de red que las considera como organizaciones abiertas y en relación con sus similares a través de interacciones que se manifiestan en flujos de personas, mercancías e información. La identificación de las relaciones de red se realiza a través de métodos directos basados en el análisis de los flujos de personas entre los municipios de la ciudad región, y con el apoyo de la teoría de sistemas y la aplicación AGRAPH se estiman indicadores de centralidad por grado, intermediación y cercanía, aportando evidencia sobre la existencia de red y la configuración policéntrica de la formación espacial objeto de estudio.

PALABRAS CLAVE:

Sistema de ciudades, redes urbanas, análisis espacial.

Clasificación JEL: R1, R10, R23, O18

ABSTRACT:

The existence of network conditions between urban units comprising the “Ciudad región Eje Cafetero” is studied; from the current paradigm of the network of cities, which sees these as open organizations and in connection with their counterparts through interactions that occur in flows of people, goods and information. The identification of network relationships between cities is done through direct methods based on the analysis of the flow of people between the municipalities of the city region, and with the support of systems theory and application AGRAPH indicators are estimated by degree centrality, closeness and intermediation and from which evidence for the existence of this network and configuring poly-centric character of the spatial formation under study is provided.

KEY WORDS:

Network of cities, urban networks, spatial analysis.

JEL Classification: R1, R10, R23, O18

*La red de ciudades en la Ciudad región Eje cafetero*¹

C

Leidy Jhoana Calvo Ocampo **
Mario Alberto Gaviria Ríos

Network of cities in the City-Region Eje Cafetero

Primera versión recibida el 18 de Febrero de 2014. Versión final aprobada el 15 de Mayo de 2015

Para citar este artículo: Calvo Ocampo, Leidy J., Gaviria Ríos, Mario A. (2014). "La red de ciudades en la Ciudad región Eje Cafetero". En: Gestión y Región N° 18. (Julio-Diciembre de 2014); pp. 25-47

La globalización de la economía ha motivado procesos de reestructuración productiva y reorganización territorial. En las ciudades, el aumento en los flujos de trabajo y capital ha propiciado una expansión urbana y un cambio significativo en las relaciones de las ciudades con su entorno, ampliándose el espacio geográfico de las interacciones a partir de las cuales se da un proceso de "urbanización regional" en el que se renueva el papel de las ciudades como lugar para la toma de decisiones (Soja, 2005, en Gaviria, 2013).

A partir de las dinámicas derivadas de esa globalización, la especialización flexible y el cambio tecnológico, que generaron una búsqueda de proximidad colectiva por parte de los distintos agentes productores como estrategia para enfrentar la mayor competencia, se han estado consolidando las redes de ciudades. Estos procesos dan origen a nuevas escalas de organización de la actividad económica y las relaciones de gobernanza del espacio, en las que las ciudades región emergen como expresión de esa nueva territorialidad (Scott, 2005; Scott, Agnew, Soja y Storper, 2001, en Gaviria, 2013).

En la teoría de sistemas el término red de ciudades hace alusión a la interacción entre ciudades, representadas por nodos conectados entre sí y por vínculos de naturaleza socioeconómica, sustentados por la infraestructura de transporte y comunicaciones; todo lo cual posibilita los distintos flujos entre nodos (Boix, 2003). Por su parte, la ciudad región es una formación espacial, en la que confluyen las escalas urbana y regional, conformada en su estructura interna por redes de nodos urbanos de tamaños diferentes (Scott et al., 2001).

En el ámbito regional colombiano se argumenta sobre la presencia de configuraciones espaciales de este tipo. Uno caso representativo lo constituye la región Bogotá – Cundinamarca, cuya gestión ha partido de reconocer que

¹ Nota de origen del artículo (artículo de reflexión, producto de investigación del proyecto: "Entornos de red en la ciudad región Eje Cafetero y generación de externalidades", convocatoria 617 del 2013 de jovenes investigadores.)

la productividad, competitividad y sostenibilidad del territorio dependen, de manera considerable, de la relación de doble vía de del Distrito capital y su entorno (Pineda, 2007). Dinámicas similares se observan en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el Caribe colombiano, en lo que se ha venido gestionando como Ciudad región Caribe que integra las ciudades cercanas al corredor vial que conecta a Cartagena, Barranquilla y Santa Marta.

Para este estudio es de especial interés la formación espacial “Ciudad región Eje Cafetero”, a la que se incorporan los municipios de Manizales, Chinchiná, Villamaría, Palestina y Neira; Pereira, Cartago, La Virginia, Dosquebradas y Santa Rosa; Armenia, Calarcá, Circasia, La Tebaida y Montenegro. Un territorio que, según otros trabajos (Corporación Alma Mater, Carder, Corpocaldas, Cortolima, CRQ, CVC, Ministerio del medio ambiente, 2002; Rodríguez y Arango, 2003), evidencia una disposición con característica policéntrica en la que las complementariedades, la competencia y la cooperación son elementos que favorecen un desarrollo más equilibrado, en términos de oportunidades sociales y económicas para su población.

Según esa hipótesis, la “Ciudad región Eje Cafetero” observa una configuración espacial en la que las complementariedades, la concurrencia y la coordinación pueden ser orientadas hacia un desarrollo territorial más equitativo e integral de los municipios que conforman dicho sistema. Una confrontación de la misma exige avanzar en la comprensión de la estructura de la formación espacial, a partir de la identificación del patrón de relaciones existente entre las ciudades que integran la red presente en ella.

En atención a esa realidad, en el documento se presentan los resultados de la identificación la red de ciudades existente en la Ciudad región Eje cafetero, y el análisis de sus características a partir del cálculo de índices de centralidad de grado, de intermediación y cercanía, para lo cual se hizo uso de la aplicación AGRAPH. Dado que a nivel local se han identificado hechos metropolitanos que ligan al municipio de Marsella con el Área Metropolitana Centro Occidente, en el ejercicio se incluyó este municipio.

Además de esta introducción, el documento contiene otras cinco secciones. La primera aborda una discusión conceptual sobre los sistemas urbanos y las redes de ciudades, confrontando la visión tradicional que se deriva del paradigma de lugar central con el actual enfoque de red de ciudades; esta parte finaliza con una definición de Ciudad región. Luego se hace un acercamiento a la formación espacial objeto de estudio, la Ciudad región Eje Cafetero, mostrando elementos de su morfología. El tercer aparte es metodológico, por lo que en el mismo se muestran los conceptos básicos e indicadores que apoyaron la identificación y análisis de la red de ciudades; resultados que se presentan en la sección siguiente. Finalmente, en el último aparte, se exponen las conclusiones del estudio.

Las redes de ciudades

La teoría económica ha enseñado que las relaciones relevantes entre las personas pasan por el mercado, que esas relaciones son en lo fundamental anónimas y están mediadas por los precios. Pero resulta evidente que muchas de esas relaciones relevantes no son anónimas, ni están intervenidas por los precios, sino que corresponden a vínculos de confianza y cooperación más o menos cercanos. Conseguir empleo, por ejemplo, puede depender de a quién conozca cada uno, o de quiénes son los conocidos de sus conocidos o de sus amigos. Una empresa no es indiferente ante sus proveedores: preferirá a aquellos que tengan ciertos lazos con ella.

La interacción permanente entre individuos, grupos, empresas, proveedores y compradores genera unos resultados que habrían sido distintos, o no se habrían producido en absoluto, de no ser por la existencia de esos tejidos sociales. En todos los casos agentes muy diversos deciden, de acuerdo a sus objetivos, crear o romper vínculos con otros agentes. El resultado de esas decisiones es una configuración denominada “red”.

Lo fundamental son las relaciones. Las relaciones son más que vínculos, de la misma manera que muchos vínculos son más que una secuencia de intercambios comerciales. Las relaciones solo funcionan y tienen sentido en redes definidas sobre alguna población pequeña o grande. De esa manera, en palabras de Lozares (1996), la totalidad de la vida social se ha de contemplar como un conjunto de algunos puntos (nodos) que se vinculan por líneas para formar redes totales de relaciones.

La lógica de las redes sociales no apunta a una pretensión homogeneizadora sobre los grupos sociales, sino a la intención de organizar la sociedad en su diversidad, mediante la estructuración de lazos entre esos grupos, desafiando la estructura piramidal tradicional de esa organización y proponiendo alternativas a su fragmentación y articulación caótica. Las redes están presentes en todas actividades, pero su consolidación depende del reconocimiento consciente de esas interacciones y en la articulación de una intención compartida.

Entre muchas de las dinámicas existentes, un tipo especial sobre el que se quiere hacer énfasis es el de las redes de ciudades. La idea de red urbana, en mayor o menor medida, siempre ha estado presente en la explicación de la dinámica y el desarrollo de las ciudades. La teoría geográfica parte de la idea de que las ciudades no están aisladas, que desarrollan relaciones en forma creciente con sus similares a través de múltiples redes que las hacen progresivamente interdependientes, por lo que el desarrollo urbano no se puede entender al margen de esas interacciones (Rozenblat y Pumain, 2007).

En general, desde el enfoque de redes las ciudades son entendidas como organizaciones espaciales abiertas que no pueden ser estudiadas en forma aislada; las ciudades son los nodos de un espacio de flujos (Meijers, 2007) de información, capital, bienes, servicios y personas, producidos por relaciones sostenidas entre diversos actores individuales y colectivos (compañías, instituciones públicas y privadas) que, en abstracto, aparecen como relaciones entre ciudades.

De esta manera es posible entender la red y los sistemas de ciudades como una estructura derivada de la interacción entre unidades urbanas, en la cual los nodos son ciudades conectadas por vínculos (*links*) de naturaleza socioeconómica, expresados en flujos de orden material e inmaterial. Esos flujos se soportan en las redes de información, comunicaciones y transporte, pero no es esa infraestructura la que define a la red, es decir, la existencia de dicha infraestructura no garantiza por sí misma la conformación de una red. Ella se constituye como tal a partir de la interacción espacial de las unidades urbanas, en un complejo de competencia y cooperación que se hace manifiesto a través del movimiento de personas, mercancías e información.

Las redes de ciudades están asociadas a la noción de sinergia. Esas sinergias pueden ser entendidas como horizontales, que tienen lugar en redes tipo “club” en las que se presentan mecanismos de cooperación entre unidades urbanas con estructuras productivas similares; o verticales, observadas en redes tipo “web”, que se establecen entre unidades urbanas con distintas especialidades productivas a partir de lo cual desarrollan complementariedad.

En la actualidad, las redes de ciudades han llegado a constituirse en una manera de interpretar las dinámicas territoriales, en las que el territorio es entendido en su configuración como el resultado de flujos y relaciones de vida entre el espacio de residencia, producción, formación, consumo y ocio (Solís y Troitño, 2012). Así, desde el enfoque de redes de ciudades se asume el territorio como una matriz de relaciones sociales, que se configura a partir de las interacciones que tienen lugar entre sus asentamientos humanos, las mismas que son fruto de la confluencia de dinámicas de complementariedad, sinergia y competencia, y se manifiestan a través de flujos de personas, bienes, servicios e información. Sin embargo, a través de esas redes de ciudades se configuran pactos territoriales, en la forma como estos son definidos en Williner, Sandoval, Frías y Pérez (2012), como programas y proyectos desarrollados a través de alianzas público-privadas, con base territorial y participativa, que movilizan recursos propios y están orientados a promover el desarrollo en una lógica de abajo hacia arriba.

En su origen, el nuevo paradigma de las redes de ciudades nace a partir del modelo tradicional de lugar central, el cual se desarrolla a partir de los trabajos de Walter Christaller y August Lösch en la primera mitad del siglo XX. El modelo de lugar central se enmarca en los principios de jerarquía y dominación, considerando que existe un núcleo urbano que ejerce dominación sobre el

resto de unidades que componen el sistema de ciudades, es decir, un centro que se impone a medida que contenga mayor número de funciones y servicios y el resto dependa de él. Este esquema se representa en la Figura 1, en la cual se considera la funcionalidad a través de la provisión de 3 bienes por parte de las ciudades (*E*: elemental, *I*: intermedio, *S*: superior); las ciudades grandes contienen todas las funciones superiores (*S*), además de los restantes tipos de bienes, y los centros de menor rango dependen de estas para atender sus necesidades, las ciudades de condición media en el sistema proveen los bienes elementales (*E*) e intermedios (*I*) y, por defecto, las pequeñas solo proveen el bien elemental (*E*). En este sentido, las ciudades medianas se abastecerían del bien superior en la ciudad grande y las pequeñas adquirirían el bien intermedio en las medianas, de acuerdo con la cercanía, y el superior en la grande. No se esperan intercambios entre ciudades medianas y pequeñas, dado que ellas poseen similar funcionalidad.

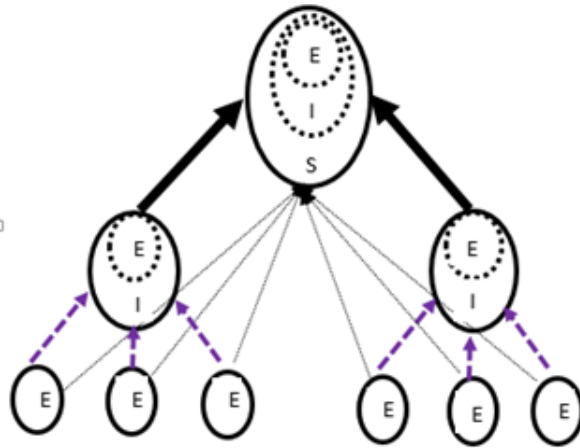


Figura 1. Modelo lugar central
(Trullen y Boix, 2003, p.11)

De manera distinta, en el nuevo paradigma de red las relaciones entre ciudades se manifiestan entre unidades urbanas de distinto o igual nivel jerárquico y con funciones diferentes o similares, como la muestra la Figura 2; el intercambio no se produce solamente cuando los bienes que la ciudad provee son distintos (elementales, intermedios, y superiores), sino que también se presenta cuando las ofertas son homogéneas. Así, en términos gráficos, la estructura urbana proveniente del paradigma de lugar central se representa en forma de árbol, mientras que desde el enfoque de red de ciudades esta se representa en forma de red, donde todos los nodos se relacionan con todos sin importar la jerarquía.

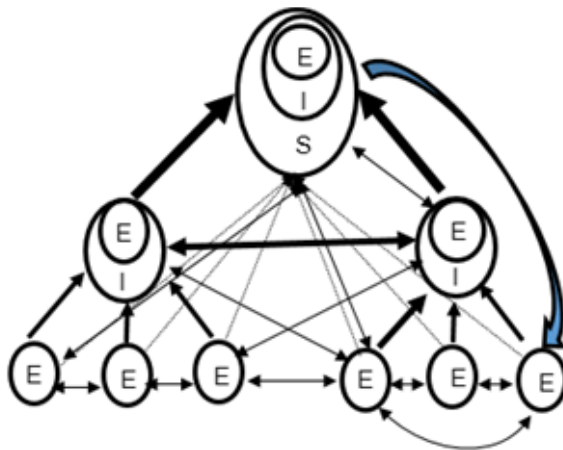


Figura 2. Modelo de Red
(Trullen y Boix, 2003, p.11)

Con base en lo anterior, en este trabajo se parte de definir la red de ciudades como una estructura derivada de la interacción entre ciudades (nodos), conectados por vínculos (*links*) de toda naturaleza, a través de los cuales se desarrollan sinergias y se intercambian flujos de diverso orden como personas, mercancías, capital, información y conocimiento. Como se ha señalado, estas relaciones pueden ser jerárquicas y/o no jerárquicas, y se sustentan en la infraestructura de transporte y comunicaciones existente. Desde esta aproximación, entre mayor sea el número de interacciones y la intensidad, mayor es la conectividad, razón por la cual la red se puede medir a partir de la frecuencia de los flujos materiales e inmateriales (Boix, 2002).

La Ciudad región Eje Cafetero

En la región Eje Cafetero se viene configurando un sistema de redes de ciudades que integra por lo menos 15 municipios a partir de los procesos de metropolización que se dan alrededor de las tres capitales (Pereira, Manizales y Armenia), las cuales se articulan a lo largo del corredor urbano regional que se consolida con la Autopista del Café. En esa red se reconoce la relación que existe entre las características ambientales y los procesos de desarrollo de los municipios; las relaciones históricas, culturales y políticas; los flujos e influencias económicas recíprocas; el desarrollo de proyectos de integración en múltiples direcciones; la existencia de acuerdos de trabajo regional conjunto en los campos económico, educativo, de comunicaciones y político (Corporación Alma Mater et. al., 2002).

La denominada “Ciudad región Eje Cafetero” parece constituirse espacialmente a partir de un proceso de difusión funcional y urbana de las ciudades capitales hacia su entorno, con el que se establecen relaciones complementarias a través de la ampliación de los mercados locales de trabajo y de bienes agrícolas, la oferta

de servicios e infraestructura colectiva y nuevos espacios para la habitación y la recreación; y de interacción sinérgica de dichas ciudades, la cual se sustenta en las proximidades culturales e históricas y la confluencia de intereses económicos y ambientales, y se potencia con el desarrollo que observa el corredor urbano regional desde la construcción de la Autopista del Café (Gaviria, 2013).

Si se considera la relación de Marsella con el Área Metropolitana Centro Occidente, el territorio en estudio estará conformado por 16 municipios agrupados en tres conglomerados alrededor de la tres capitales, integrados el primero por Manizales, Chinchiná, Villamaría, Palestina y Neira; el segundo, Pereira, Cartago, La Virginia, Dosquebradas, Marsella y Santa Rosa; y el tercero, Armenia, Calarcá, Circasia, La Tebaida y Montenegro. A escala departamental, esta formación espacial está compuesta por municipios pertenecientes a Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca, entidades territoriales que se ubican en el centro del occidente del país, forman parte de la región andina sobre las cordilleras Occidental y Central, abarcan una superficie aproximadamente de 4 330 kilómetros cuadrados, y comparten ecosistemas paisajes e hidrografía (Rodríguez y Arango, 2003). Según proyecciones poblacionales del DANE, para el año 2014 la Ciudad región Eje Cafetero contaba con aproximadamente 1 956 709 habitantes, de los cuales el 59,2% se encontraba radicada en las tres ciudades principales; y el 40,8% restante en los otros trece municipios (Tabla 1).

MUNICIPIO	Perfil productivo	Población (Habitantes)	Población (%)	Índice NBI	Superficie (km2)
PALESTINA	Agrícola	17,795	0.90%	25.85	116.85
CIRCASIA	Agrícola	29,642	1.50%	17.23	91
MARSELLA	Agrícola	23,104	1.20%	28.2	57
NEIRA	Agrícola	30,285	1.50%	22.56	350.56
MONTENEGRO	Agrícola	41,152	2.10%	22.86	148.92
LA VIRGINIA	Agrícola	31,967	1.60%	23.7	25
SANTA ROSA	Agrícola	72,025	3.70%	19.25	486
CALARCÁ	Agrícola	77,201	3.90%	14.46	119.2
CARTAGO	Agrícola	131,545	6.70%	15.69	279
ARMENIA	Agrícola	295,143	15.10%	13.21	650
LA TEBAIDA	Industrial	41,188	2.10%	22.38	89
CHINCHINÁ	Industrial	51,696	2.60%	18.58	112.4
DOSQUEBRADA	Industrial	196,926	10.10%	13.28	70.8
MANIZALES	Industrial	394,627	20.20%	10.03	571.84
PEREIRA	Comercial	467,185	23.90%	13.37	702
VILLAMARÍA	Minero	55,228	2.80%	12.5	461
		1,956,709	100%		4330.57

Tabla 1. Especialización productiva Vs. Depósitos bancarios, Población y NBI.

Fuente: con base en DANE (2014).

La Tabla 1 muestra la especialización productiva de cada municipio, para lo cual se consideró exclusivamente aquella actividad representativa, de la cual dependa en la actualidad la economía del municipio y que haya contribuido a la historia reciente de su desarrollo. Al respecto se destaca que, de los 16 municipios, el 56,25% se ha desarrollado en torno a agricultura, específicamente del cultivo de café, un producto que sigue constituyendo su principal fuente de ingresos; además, con excepción de Armenia, los municipios dedicados a la agricultura son más pequeños en términos de población y presentan los más altos índices de necesidades básicas insatisfechas (NBI).

Armenia sigue siendo un municipio con tradición agrícola, con especial predominio del cultivo del café; no obstante, debido a su condición de capital, esta entidad territorial se ha convertido en centro receptor de productos agrícolas con potencial de transformación y distribución; además, desde hace un buen tiempo, su estrategia de orientación hacia actividades como el turismo y el comercio ha servido para que estas actividades estén aportando de manera significativa a la economía local, algo que también ha significado una clara transformación de su paisaje, pues algunas fincas y zonas rurales anteriormente destinadas a la producción cafetera se han convertido en espacios de recreación y turismo.

En la actualidad, algunos municipios agrícolas plantean nuevas apuestas en sus planes de desarrollo relacionadas con actividades de agroindustria y turismo; esto dado que, si bien el café sigue teniendo un peso significativo en la economía de la región y es el producto que tiene mayor desarrollo en sus eslabones productivos, las caídas intempestivas de sus precios y los factores de sobreoferta que ha generado situaciones de crisis, exigen una mayor diversificación de sus economías locales.

De otro lado, Manizales, Dosquebradas, Chinchiná y La Tebaida se caracterizan como los municipios orientados al sector secundario, y de ellos La Tebaida es la localidad que presenta el índice más alto de NBI en su población. Pereira, por su parte, y aprovechando una centralidad geográfica que ha sido reforzada por la forma en que se ha desarrollado la infraestructura vial en la ciudad región, ha estado fortaleciendo su actividad comercial y en la actualidad en su economía ha ganado una importancia extraordinaria sector terciario.

Identificación de la red de ciudades

Rodríguez y Arango (2003) identificaron la formación espacial Ciudad región Eje Cafetero con base en la observación de procesos de metropolización, y avanzaron fundamentalmente en la identificación de elementos estructurantes de la Ciudad región a partir de hechos comunes metropolitanos y la elaboración de perfiles urbanos.

En este trabajo se avanza en la identificación de las relaciones de red, a partir de la consideración del flujo de personas entre los municipios; además, una vez identificadas la conexiones presentes en la red, el análisis se apoya en la metodología propuesta por Hanneman (2001) y Williner et. al. (2012) para el estudio de la estructura interna de esa red; las que fundamentalmente plantean una serie de índices para establecer los niveles de conexión, densidad y centralidad de los nodos de la red. Asimismo, se hizo uso de la aplicación AGRAPH, que facilita el cálculo de estos índices básicos y permite representar la red por medio de grafos y matrices.

La teoría de sistemas contribuye al análisis en la medida en que proporciona instrumentos para estudiar los patrones de interacción entre los participantes de una red de ciudades, la que ha sido definida como una estructura derivada de la interacción entre unidades urbanas en la cual los nodos son los municipios conectados por vínculos (*links*) de naturaleza socioeconómica. La representación de los nodos y vínculos por medio del lenguaje matricial y de grafos facilita el análisis de las relaciones de la red; adicionalmente, proporciona claridad y permite la visualización de vínculos de causalidad, intensidad y sentido de las relaciones (Hanneman, 2001; Williner et al, 2012).

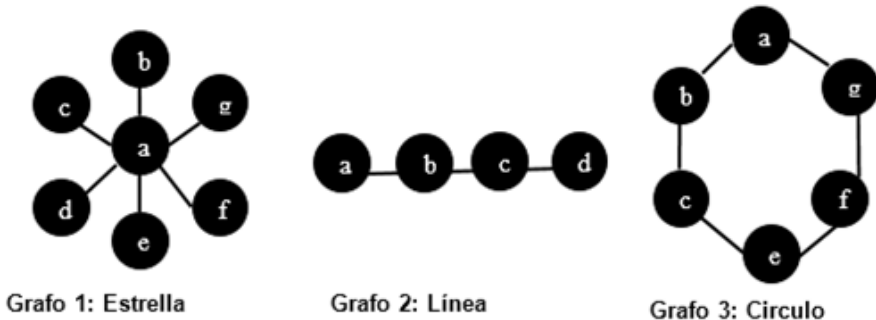


Figura 3: Grafos

(con base en Hanneman, 2001; Williner et al., 2012)

La Figura 3 contiene grafos que representan estructuras básicas de redes, denominadas por Hanneman (2001) como estructuras en forma de estrella, línea y círculo, que denotan el grado de centralidad, intermediación y cercanía. El grado de centralidad depende de las oportunidades de contacto de un nodo y, con esa consideración, la Figura 3.1 ilustra la jerarquía representada en una estructura de estrella en la que la ubicación asimétrica del nodo “a” le confiere una clara ventaja expresada en el sistema de relaciones que se representa, en la que observa una centralidad de grado 6, en tanto que los otros seis integrantes de la red tienen relación exclusivamente con ese nodo “a”, por lo que poseen una centralidad mínima de grado 1.

El grafo 3.2 representa una estructura de línea que denota centralidad por intermediación, en la que sigue siendo cierto que no todos los nodos tienen las mismas ventajas; específicamente los nodos “a” y “d” están en desventaja con respecto a sus similares “b” y “c” que gozan de una condición de centralidad, expresada en un mayor grado de ella, que les permite intermediar los intercambios de los primeros; de manera correspondiente, en el grafo 3.3 todos los actores tienen las mismas ventajas, que se expresan en su ubicación y en el grado de centralidad.

Para estudiar las redes y describir las características de los nodos, en el presente ejercicio se estudia la centralidad, definida como posición de cada nodo en la red, a partir del cálculo de índices de centralidad de grado (número de conexiones), por intermediación y por cercanía. La centralidad de grado se define como el número de vínculos o relaciones del nodo “i” en su entorno; por lo tanto, un nodo con un alto grado de centralidad es aquel que tiene un mayor número de relaciones; además, en esta parte, se distingue entre la centralidad de entrada (*In-degree*) y la centralidad de salida (*Out-degree*). La primera se refiere a los vínculos que entran al nodo, la segunda a los vínculos que salen del nodo; así, la centralidad de grado se calcula a partir de la sumatoria de la cantidad de vínculos que se dirigen a un nodo o salen del mismo nodo:

$$d_i = \sum_j a_{ij} \quad (1)$$

Donde, d_i es la centralidad de grado del municipio de destino “j” y a_{ij} es el elemento con origen “i” y destino “j”. Cuando un nodo recibe mayor cantidad de vínculos (centralidad de entrada) se interpreta que ese nodo tiene un mayor nivel de “prestigio”, dado que los otros nodos se relacionan directamente con él; en el caso de centralidad de salida, se interpreta como una mayor “influencia”, pues es capaz de intercambiar mejor con los otros nodos.

Por otra parte, la centralidad por intermediación se define como la proporción en que un actor se encuentra en medio de las trayectorias que lo comunican con otros nodos, de manera que un nodo con una posición favorable, situado entre vínculos con otros nodos, tiene el potencial de controlar la comunicación y la posibilidad de distorsionarla; esta centralidad se vincula con la cantidad de intermediarios.

Es por esto que, en relación con la centralidad por intermediación, se desarrolla el concepto de puente definido como un vínculo entre dos nodos que tienen un alto nivel de centralidad de intermediación, el mismo que si no está presente desconecta a la red y la transforma en dos o más redes; la centralidad por intermediación se representa de la siguiente manera:

$$b_k = \sum_{i,j} \frac{g_{ikj}}{g_{ij}} \quad (2)$$

Donde:

g_{ikj} , es el número de esos caminos que cruzan a través del nodo k .

g_{ij} , es el número de caminos geodésicos (el camino más corto) desde el nodo i al j .

En este caso, el nodo **más central es aquel por donde pasa una mayor cantidad de vínculos**, lo que lo transforma en un intermediario (ver grafo de línea, figura 3.2).

Por su parte, la centralidad de cercanía se entiende como la capacidad que un nodo tiene de acceder al resto de nodos y se construye a partir de la suma de los caminos más cortos que vinculan a cada nodo con el resto; de modo que en términos gráficos se expresa como el número de pasos de un nodo para llegar al otro, tomando en cuenta los vínculos inmediatos que tiene.

Un nodo poco vinculado con los otros, que tenga poca centralidad de grado o de intermediación, puede tener una mayor influencia dada la cercanía de un nodo influyente; por lo tanto, esto se reflejaría un nivel alto de centralidad por cercanía. En este caso, el poder puede ser ejercido ya que el nodo **más central ejerce el rol de pivote de los otros actores** del sistema. El indicador de ese tipo de centralidad es el siguiente:

$$C_c(n_i) = \left[\sum_{j=1}^g d(n_i, n_j) \right]^{-1} \quad (3)$$

Siendo C_c la centralidad de cercanía, n_i el nodo de origen y n_j el nodo de destino y “d” es la distancia entre el nodo “i” y el “j”. Este indicador solo puede ser calculado para gráficos que están conectados, ya que para dos redes que no se conecten, la distancia entre uno u otro nodo es infinita.

Para la estimación de estos índices es necesario determinar las interacciones existentes en la red de ciudades, las mismas que se registran en una matriz de interacción en la que cada celda, donde se intersectan fila i con la columna j , sugiere una relación a_{ij} , en la que por convención la fila representa el origen y la columna el destino.

En la mayoría de métodos para el análisis de las redes, la matriz de interacciones está expresada en datos binarios, en los que el número 1 designa la existencia de una relación entre dos municipios y 0 en otro caso. En el caso particular de la red de ciudades, la matriz de interacciones, se define como una matriz cuadrada y binaria que contendrá las relaciones significativas entre los distintos municipios de la red de la Ciudad región Eje Cafetero. La ecuación 4 sugiere que el elemento a_{ij} de la matriz es uno si la interacción es significativa; por el contrario el elemento a_{ij} es cero si no hay interacción significativa.

$$a_{ij} = \left\{ \begin{array}{l} 1 \quad Si(i, j) : \text{Es significativa} \\ 0 \quad Si(i, j) : \text{No significativa} \end{array} \right\} \quad (4)$$

Para la elaboración de la matriz de interacciones, la primera fuente de información es obtenida de las bases de datos de las terminales de transporte, la misma que aportó a la matriz datos de los pasajeros promedio diario entre las tres capitales departamentales (Armenia, Pereira y Manizales) e información de las interacciones entre las ciudades capitales con los otros municipios que conforman su área de influencia. No obstante, a falta de mayor y mejor información, se hizo necesario complementarla con la obtenida a través de un trabajo de campo y en que se encuestó a los pasajeros de empresas de transporte interdepartamental sobre sus destinos finales y las razones de viaje.

El trabajo de campo permitió constatar que, de manera predominante, los viajeros entre capitales tienen como destino final esas ciudades, con porcentajes superiores al 80% del total, y solo el 20 de ellos se dirige a otros municipios de sus áreas de influencia; no obstante, los resultados de este trabajo permitieron detectar nuevas relaciones de interacción significativas, en las que se destacan vínculos de las ciudades capitales con municipios de menor dimensión pertenecientes a otros departamentos.

Adicionalmente, se hizo uso de información construida como parte de la reciente investigación realizada por “Misión para el fortalecimiento del sistema de ciudades (2013)”, con el objetivo de obtener nueva evidencia y poder detectar la existencia de otras relaciones de red; específicamente, entre municipios de diferentes conglomerados que no son capitales departamentales. Esto permitió establecer la presencia de nuevas conexiones, además se respaldar la relaciones encontradas.

Para concluir sobre la existencia de interacción significativa entre nodos es necesario precisar un umbral mínimo. En su trabajo, Boix (2003) utilizó como umbral un mínimo de 50 pasajeros diarios entre municipios, para considerar una relación como significativa; por su parte, la Misión para el fortalecimiento del sistema de ciudades (2013) utilizó como umbral el 2% del total de viajes diarios en la zona de estudio. En el presente trabajo, se define como umbral el 5% del promedio total de pasajeros diarios entre los municipios de la Ciudad región, según los registros de las terminales de transporte de las ciudades capitales.

La red de ciudades en la Ciudad región Eje cafetero

A partir de las relaciones encontradas y con el apoyo de la aplicación AGRAPH, que facilita el cálculo de los indicadores **básicos** para el análisis de la red y facilita la representación de su grafo a partir del dibujo de sus nodos y el trazado de las aristas (conexiones) sobre una imagen JPG importada (Manum, s.f.), se

construyó la red de ciudades estableciendo las conexiones de acuerdo con la existencia de interacciones significativas y utilizando como referente espacial el mapa que ubica a los 16 municipios del estudio (Figuras 4 y 5).

A partir de esa estructura se realizó con el Agraph los cálculos de los distintos indicadores para el análisis de la red, es decir, el número de conexiones de cada nodo (NCn), el valor de control (CV), la profundidad total de cada nodo (TDn), la profundidad media (MD), la asimetría relativa (RA) y el valor de integración (i). Estos resultados se presentan en las Tablas 2 y 3 y en la Figura 6.

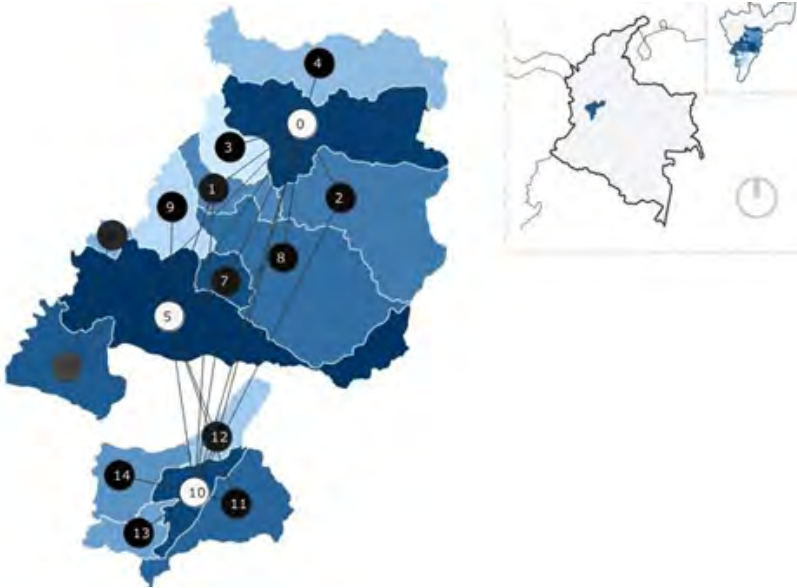


Figura 4. Red de ciudades

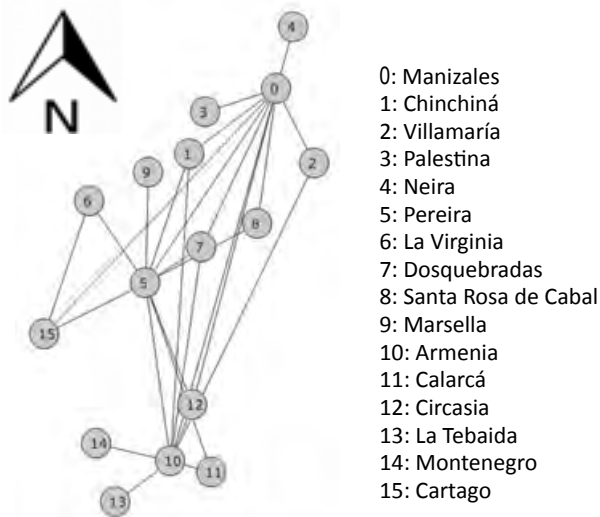


Figura 5. Red de ciudades

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	NCn	CV
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	10.0	4
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3.00	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2.00	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0
5	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	10.0	4
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.00	0
7	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3.00	0
8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.00	0
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0
10	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	9.00	4
11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2.00	0
12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3.00	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1.00	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1.00	0
15	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.00	0
																	54	

Tabla 2. Matriz de interacciones

Como se puede observar en la Tabla 2, que muestra el grado de conexión de los nodos (ciudades) entre sí, las tres ciudades capitales presentan el mayor número de conexiones en la red. El índice NCn denota la centralidad de las ciudades de acuerdo con el número de conexiones directas; se observa un mayor número de estas conexiones en las tres ciudades referidas. Al respecto Williner et al. (2012) establece que la centralidad de grado estaría definida por la capacidad potencial de comunicación que tienen los nodos, y en ese sentido destacan Pereira, Manizales y Armenia; estas ciudades conforman una estructura espacial en la que ellas ejercen un mayor poder y denotando la existencia de una estructura policéntrica con tres centros principales.

Los valores de control CV se definen como una medida de distribución que cuantifica el número de vecinos para cada espacio (nodo), las relaciones que operan entre una unidad espacial y el resto de las unidades de su mismo entorno construido; así, los nodos con valores de control mayores que 1 indican un espacio no distribuido, en el cual el control es potencialmente alto. De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla 1 y Figura 6), este parámetro revela igualmente condiciones de centralidad y control espacial de las ciudades capitales del Eje Cafetero.

Los indicadores de distancia, profundidad y asimetría están considerados en la matriz interna de distancia (Tabla 3). El parámetro TD_n mide la profundidad total del nodo n, es decir, el total de distancias más cortas desde ese nodo a los demás nodos en el sistema. De esa manera, TD_n se constituye en un indicador de centralidad por distancia (cercanía/lejanía) al denotar la longitud de los trayectos de un nodo para alcanzar a todos los nodos de la red. Según esta aproximación, la centralidad de un actor está definida por el tiempo que tomaría para este alcanzar toda la red y la autonomía que tiene para hacerlo; se obtiene el máximo grado si está lo más cerca posible de la mayor cantidad de nodos de la red.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TD _n	MD _n	RA	i
0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1	20	1	0	21
1	1	0	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	27	1	0	8
2	1	2	0	2	2	2	3	2	2	3	1	2	2	2	2	2	30	2	0	7
3	1	2	2	0	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2	34	2	0	5
4	1	2	2	2	0	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2	34	2	0	5
5	1	1	2	2	2	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	20	1	0	21
6	2	2	3	3	3	1	0	2	2	2	2	2	2	3	3	1	33	2	0	5
7	1	2	2	2	2	1	2	0	2	2	1	2	2	2	2	2	27	1	0	8
8	1	2	2	2	2	1	2	2	0	2	2	2	2	3	3	2	30	2	0	7
9	2	2	3	3	3	1	2	2	2	0	2	2	2	3	3	2	34	2	0	5
10	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	0	1	1	1	1	2	21	1	0	17
11	2	2	2	3	3	1	2	2	2	2	1	0	2	2	2	2	30	2	0	7
12	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	0	2	2	2	27	1	0	8
13	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	1	2	2	0	2	3	35	2	0	5
14	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	1	2	2	2	0	3	35	2	0	5
15	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	0	29	1	0	7
Mean																	29	1	0	9

Tabla 3. Matriz de distancias

Lo resultados expuestos en la Tabla 3 sugieren que Manizales, Pereira, y Armenia se destacan como las ciudades con mayor centralidad por cercanía, es decir, son las ciudades que requieren menor cantidad de pasos para llegar a otras ciudades de la red, con valores de 20, 20 y 21. Por el contrario, municipios como La Tebaida y Montenegro requieren mayor cantidad de pasos (35); caso similar de Marsella, Palestina y Neira, con 34, de manera que ellos presentan las menores condiciones de centralidad por cercanía.

Otro indicador es la Profundidad media de un nodo (MD_n), que se define como la distancia más corta promedio desde el nodo n a los demás nodos del sistema. Si k es el número total de nodos de la red, entonces $MD_n = TD_n / (k - 1)$. Similar al indicador anterior, este se relaciona con la centralidad por cercanía y los resultados evidencian que por ubicación Pereira, Manizales y Armenia tienen una menor distancia promedio con valores de uno, al igual que otros municipios como Chinchiná, Dosquebradas, Circasia y Cartago. De acuerdo

con Williner et al. (2012), entre menor sea el número de pasos, significa que el nodo tiene ventajas de acceso con respecto al resto de los nodos del sistema.

Los indicadores de asimetría relativa (RA), que varía entre 0 y 1 y describe una mayor integración relativa del nodo (ciudad) entre menor su valor, e integración absoluta (i), que corresponde al inverso de RA, muestran igualmente una articulación ventajosa de las ciudades capitales al resto del sistema. Según la Tabla 3, el RA para todos los nodos del sistema es igual a cero (0), lo que implica que en general todos los municipios están integrados a la red. Por su parte, el índice de integración absoluta (i) revela que los municipios con mayores niveles de integración a la red son Manizales y Pereira, con un índice de 21, seguidos por Armenia con 17; se destacan niveles de integración importantes de los municipios de Circasia, Dosquebradas, y Chinchiná, todos con índices iguales a ocho y ubicándose a solo en punto por debajo de la media, lo cual denota cierta centralidad por intermediación sugerida por Williner et al. (2012).

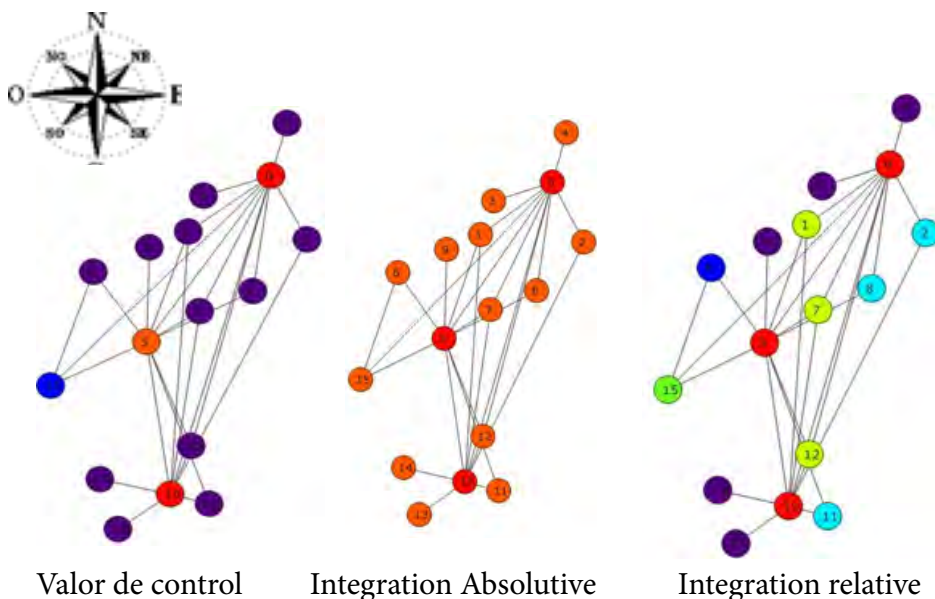


Figura 6. Coloración de nodos según valor de control y grado integración

Lo anterior se visualiza de manera especial en los grafos de la Figura 6. Como lo ilustra el grafo 3 de esa Figura, para llegar a las capitales se requiere acceder a los nodos 1, 7 y 12, actuando así como nodos intermediadores de flujos significativos de personas; así, los municipios de Chinchiná, Dosquebradas y Circasia presentan altos grados de integración absoluta (i) y gozan de condiciones de centralidad por intermediación que les permiten ser puentes para una mayor articulación de la red.

En general, en la red de ciudades de la Ciudad región Eje Cafetero se observan en forma predominante relaciones de carácter jerárquico (el 81% de los 54 vínculos entre unidades urbanas encontrados correspondían a este tipo), entre las ciudades capitales y los municipios medianos y pequeños de su conglomerado y de otros conglomerados, derivadas de una mayor funcionalidad de esas capitales en términos de concentración de actividades y prestación de servicios; al tiempo que se presentan vínculos no jerárquicos, establecidos entre estos municipios medianos y pequeños, a la vez que entre las mismas capitales. Es decir, la red está construida sobre relaciones de cooperación, complementariedad y competencia entre los municipios que la integran.

Conclusiones

El interés fundamental de este trabajo fue analizar las condiciones de red existentes en un sistema urbano integrado por 16 municipios, identificados a partir de la evidencia de fuertes relaciones encontradas en el trabajo de Rodríguez et al. (2003) que definieron el territorio a partir de la identificación de procesos de metropolización alrededor de tres núcleos urbanos y la existencia de claros vínculos ambientales, dado que se comparten ecosistemas, áreas naturales prioritarias y diversas amenazas comunes.

En el presente estudio, las relaciones de red son evidenciadas a partir del flujo regular de personas identificado por el tráfico de pasajeros; base de información con la cual se constató la existencia de condiciones de red en la Ciudad región y se estimaron los distintos índices de centralidad por grado, intermediación y cercanía que arrojaron evidencia que respalda la hipótesis que esta formación espacial posee una estructura policéntrica, en la que se destacan tres nodos como centros principales: Pereira, Manizales y Armenia. Estas ciudades han visto fortalecida su relación con el desarrollo la Autopista del café, que se ha constituido en un elemento articulador de la ciudad región.

Los indicadores estimados indican que la mayor centralidad de grado y condiciones de integración a la red está en las ciudades de Pereira y Manizales, seguidas de su similar, Armenia. Ello es coherente con el carácter de centros regionales principales de las ciudades capitales, que a partir de la concentración de población, actividades económicas y prestación de servicios, observan ventajas de aglomeración que hacen sostenible el desequilibrio territorial expresado en esa relación centro-periferia que denota la estructura de la red.

La configuración espacial de la Ciudad región, con marcada disposición de característica policéntrica se ha observado como una ventaja histórica, en tanto que ha permitido contar con tres ciudades que muestran condiciones de relevo para impulsar el desarrollo socioeconómico regional. No obstante, si bien el policentrismo es favorable al equilibrio territorial, igual presenta desventajas relacionadas con la dificultad para la formación de una metrópoli regional, el

incremento de las tensiones urbanas y el riesgo de decisiones reiterativas en cada una de las ciudades nodos centrales.

En todo caso, estudios como los de CARDER et al. (2002) y Rodríguez et al. (2003) han señalado la importancia de mantener el nivel jerárquico funcional de las ciudades capitales como centros regionales principales, buscando niveles de especialización y complementariedad, entre ellas, en correspondencia con las visiones de largo plazo definidas desde sus ejercicios de ordenación territorial: que Manizales se desempeñe como centro del conocimiento; Pereira como centro comercial y de servicios; y Armenia como centro de la agroindustria, ecoturismo y agroturismo. Se posibilita así la continuidad de una Ciudad región polinucleada.

Los resultados de este estudio son coherentes con los recientes hallazgos de la Misión para el fortalecimiento del sistema de ciudades (2013) que, partiendo de considerar que al país le conviene fortalecer sus ciudades como un sistema, identifica en Colombia “las aglomeraciones urbanas” como nuevo fenómeno urbano; encontrando a nivel regional la presencia de tres formaciones en torno a las ciudades capitales Pereira, Manizales y Armenia, a partir de las cuales se está estructurando la subregión urbana Eje cafetero.

Frente a esas realidades, es fundamental que las ciudades de la Ciudad de región se proyecten a futuro como sistema de ciudades, en el que a partir de la asociatividad territorial las complementariedades, la competencia, la cooperación y la sinergia se potencien para favorecer un desarrollo territorial más equilibrado, en términos de oportunidades sociales y económicas para su población.

Las formas asociativas territoriales son instrumentos de articulación y desarrollo del territorio. Su referente normativo está contenido en lo fundamental en la Constitución Nacional, Artículo 86, que define la autonomía territorial; la Ley 136 de 1994, que permite a las entidades territoriales organizar de manera conjunta la prestación de servicios y la ejecución de obras de carácter local; la Ley 489 de 1998, que abre la posibilidad para que las entidades públicas puedan asociarse mediante convenios interadministrativos; y la Ley 1454 de 2011, que establece como principio rector del ordenamiento territorial la asociatividad, como medio para la generación de sinergias, alianzas competitivas y economías de escala, y define los esquemas previstos. Dentro de esos esquemas se considera la conformación de Asociaciones de municipios, de uno o varios departamentos, para la ejecución de las acciones estratégicas con visión de futuro común y a partir de la concepción del territorio como un proceso dinámico de construcción social.

Referencias

- Boix, R. (2002). Policentrismo y redes de ciudades en la región metropolitana de Barcelona. En: J. Subirats (coord.), *Redes, territorios y gobierno: Nuevas respuestas globales a los retos de la globalización*. Barcelona: Diputació Barcelona.
- Boix, R. (2003). *Redes de ciudades y externalidades*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d'Economia Aplicada
- CARDER, CORPOCALDAS, CVC, CORTOLIMA, UAE SPNN, CRQ y ALMA MATER (2002). *Ecorregión Eje Cafetero: Un territorio de oportunidades, convenio CARDER-FONADE (Ministerio del Medio Ambiente) No. 1068 y convenio corporación ALMA MATER-FOREC*. Pereira: Autor.
- Departamento de Estadística Nacional, DANE (2014). *Proyecciones de población, año 2014*. Disponible en www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion
- Gaviria, M. (2013). Red de ciudades, Ciudad región y territorialidad. *Páginas*, 93, 103-120.
- Hanneman, R. A. (2001). Introducción a los métodos del análisis de redes sociales. Centralidad y poder. PDF. Disponible en <http://wizard.ucr.edu/~rhannema/networks/text/textindex.html>
- Ley 136 de 1994. [Por la cual se dictan normas tendientes a modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios]. Disponible en: www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=329
- Ley 489 de 1998. [Por la cual se dictan normas sobre la organización y funcionamiento de las entidades del orden nacional, se expiden las disposiciones, principios y reglas generales para el ejercicio de las atribuciones previstas en los numerales 15 y 16 del artículo 189 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=186>
- Ley 1454 de 2011. [Ley orgánica de ordenamiento territorial]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=43210>
- Lozares, C. (1996). La teoría de redes sociales. Universitat Autònoma de Barcelona. *Papers* 48, 103-126.

- Manum, Bendik (s.f.). AGRAPH, Software for Drawing and Calculating Space Syntax Graphs. PDF. Disponible en: <http://spacesyntax.tudelft.nl/media/Long%20papers%20I/agraph.pdf>
- Meijers, E. (2007). *Synergy in polycentric urban regions. Complementary, organising, capacity and critical mass*. Netherlands: Delft University of technology. The series sustainable urban areas, 13.
- Misión para el fortalecimiento del sistema de ciudades (2003). *Departamento de Planeación nacional DPN*. Disponible en <https://www.dnp.gov.co/programas/vivienda-agua-y-desarrollo-urbano/desarrollo-urbano/Paginas/sistema-de-ciudades.aspx>
- Pineda, S. (2007). *Ciudad-región global: una perspectiva de la gobernanza democrática territorial*. Puerto Rico: Memorias del V Encuentro Internacional AERYC.
- Polése, M. y Rubiera, F. (2009). *Economía urbana y regional - Introducción a la geografía económica. TME. Tratados y Manuales de Economía*. Madrid: Thomson Reuters.
- Rodríguez, G. y Arango, O. (2003). *Ciudad región Eje cafetero. Hacia un desarrollo urbano sostenible*. Pereira: Alma Mater
- Rozenblat, C. & Pumain, D. (2007). Firm linkages, innovation and the evolution of urban systems. En: Taylor, P. et al. (Eds.), *Cities in Globalization: Practices, policies and theories* (pp.130-156). London: Routledge.
- Scott, A. (2005). City-regions: economic motors and political actors on the global stage. Los Ángeles, U C L A . Recuperado de http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/APCITY/UNPAN_022776.pdf
- Scott, A., Agnew, J., Soja, E & Storper, M. (2001). Global City Regions. En: A. Scott (ed.), *Global City-Regions: Trends, Theory, Policy* (pp. 11-30). Oxford: Oxford University Press. Disponible en <http://www.lse.ac.uk>
- Solís, T. E. (2011). *Del área metropolitana hacia la región urbana policéntrica madrileña: cambio de escala, estructura y articulación territorial*. Tesis de doctorado. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Geografía e Historia. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/13733/>
- Solís, E. y Troitiño, M. (2012). El paradigma de la red: bases para una nueva interpretación del territorio y de los procesos escalares de la urbanización. *Boletín de la Asociación de geógrafos españoles*, 60, 141-164

- Superintendencia Financiera de Colombia (2014). *Establecimientos de Crédito, cifras económicas y financieras trimestrales, operaciones activas/pasivas por municipios*. Bogotá: Superintendencia financiera de Colombia.
- Trullen, J. y Boix, R. (2003). Barcelona, metrópolis policéntrica en red. Departamento de económica aplicada. Universidad Autónoma de Barcelona. *Paper de trabajo*, 3(03), 1-30. Disponible en <http://www.ecap.uab.es/repec/doc/wpdea0303.pdf>
- Williner, A., Sandoval, C., Frías, M. y Pérez, J. (2012). *Redes y pactos sociales territoriales en América Latina y el Caribe: Sugerencias metodológicas para su construcción*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Santiago de Chile: Cepal, Serie Desarrollo territorial, 11.