



**IDENTIFICACIÓN DE SUBCENTROS DE EMPLEO Y COMERCIO PARA LA
CIUDAD DE BOGOTÁ**

AUTORES:

**CARLOS MAURICIO GALEANO CAMPO
IVÁN DARÍO PÉREZ GÁNDARA**

DIRECTORA:

ANA MARÍA DÍAZ ESCOBAR

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN ECONOMÍA
2014**



EMPLOYMENT AND COMMERCE SUBCENTER IDENTIFICATION FOR BOGOTA*

Carlos Mauricio Galeano Campo [†]
Iván Darío Pérez Gándara

Abstract

Using information from the mobility surveys the identification of employment and commerce subcenters is made for Bogota city for the years 2005 and 2011. Estimations are made using the non parametric method of contiguity matrices and subsequently using the method of quantile regression. The identification uses two geographical analysis units: Zonal Planning Units -UPZ- and transport Zones -ZAT-. The results obtained let us to identify the transformation the city has suffered between years 2005 and 2011 in terms of its employment and commerce subcenters distribution. Likewise, the results can be used as an input to facilitate public policy decision taking since the changes in the territorial structure of the city help to determine a better supply of public goods such as transport and infrastructure.

keywords: employment subcenters, commerce subcenters, monocentric, polycentric, Zonal Planning Units (UPZ), transport Zones (ZAT), contiguity matrices, quantile regression

JEL Classification¹: *J61, R12, R14*

***This paper is presented as a thesis to obtain a master's degree in economics from the Pontificia Universidad Javeriana**

[†]We appreciate the support provided by Ana Maria Diaz, professor at the Universidad Javeriana Economics Department, in her role as thesis director. Similarly we are thankful with Professor José Antonio Avendano Arosemena who shared with us some of his recent papers related to our thesis. We thank the databases of the District Mobility Surveys provided by the Department of Sectorial Studies and Services of the Mobility District Department, in particular the functionary Luis Plinio Mendoza Parra who solved several questions associated with the data. Finally we thank the support of SINGEO Group of the Colombian Geological Service for their guidance in the georeferenciation of some data. Any mistake is the sole responsibility of the authors.

¹You can visit http://www.econlit.org/subject_descriptors.html.



IDENTIFICACIÓN DE SUBCENTROS DE EMPLEO Y COMERCIO PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ*

Carlos Mauricio Galeano Campo**
Iván Darío Pérez Gándara

Resumen

Utilizando información de las encuestas de movilidad se realiza la identificación de subcentros de empleo y comercio para la ciudad de Bogotá para los años 2005 y 2011. Las estimaciones se realizan utilizando el método no paramétrico de matrices de contigüidad y posteriormente haciendo uso del método de regresión cuantílica. La identificación se basa en el análisis de dos unidades geográficas de referencia: la unidad de planeamiento zonal -UPZ- y la zona de transporte -ZAT-. Los resultados obtenidos permiten identificar la transformación que ha sufrido la ciudad entre los años 2005 y 2011 en cuanto a su distribución de empleo y comercio se refiere. Así mismo los resultados pueden ser utilizados como insumo para facilitar la toma de decisiones de política pública ya que los cambios en la estructura territorial de la ciudad ayudan a determinar una mejor oferta de bienes públicos tales como el transporte y la infraestructura

Palabras Clave: Subcentro de empleo, Subcentro de comercio, Monocentrismo, Policentrismo, Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ), Zona de Transporte (ZAT), matrices de contigüidad, regresión cuantílica.

Clasificación JEL¹: J61, R12, R14

*Trabajo presentado para optar al título de Magister en Economía de la Pontificia Universidad Javeriana.

**Agradecemos el acompañamiento de la profesora Ana María Díaz del Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Javeriana en su calidad de directora del presente trabajo. De igual manera agradecemos el apoyo prestado por el profesor Antonio José Avendaño Arosemena al facilitarnos algunos de sus trabajos de investigación. Agradecemos las bases de datos de las encuestas distritales de movilidad suministradas por la Dirección de Estudios Sectoriales y de Servicios de Secretaría Distrital de Movilidad y en particular al funcionario Luis Plinio Mendoza Parra quien solventó diversas dudas asociadas a los datos. Agradecemos al Grupo SINGEO del Servicio Geológico Colombiano por sus orientaciones para georeferenciar gran parte de la información. Cualquier error presentado es de entera responsabilidad de los autores.

¹Puede consultarla en http://www.econlit.org/subject_descriptors.html.

Índice

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. Funciones de densidad | 7 |
| 2.2. Regresión cuantílica | 9 |
| 3. DATOS | 10 |
| 4. MATRICES DE CONTIGUIDAD | 14 |
| 5. ANALISIS CUANTÍLICO | 19 |
| 5.1. Subcentros de empleo (UPZ) | 20 |
| 5.2. Subcentros de comercio (UPZ) | 23 |
| 5.3. Subcentros de empleo (ZAT) | 26 |
| 5.4. Subcentros de comercio (ZAT) | 29 |
| 6. CONCLUSIONES | 30 |

1. INTRODUCCIÓN

Las ciudades han jugado un papel trascendental a lo largo de la historia de la humanidad permitiendo desarrollar las sociedades a través del intercambio comercial, científico, cultural y político. Las ciudades son estructuras cambiantes que se transforman de acuerdo a la necesidad de sus habitantes; en un principio establecidas como espacios de reunión e intercambio de bienes, pasando posteriormente, tras la revolución industrial, a ser los centros económicos y políticos de los países. Esto ha generado masivas migraciones desde el campo hacia estos centros urbanos.

Colombia no es un caso alejado a dicho proceso de urbanización. De acuerdo con el Censo General realizado por el DANE², en el año 2005 el 76 % de los colombianos habitan en zonas urbanas, siendo Bogotá la ciudad más grande del país con más de 8 millones de habitantes, concentrando así gran parte de la oferta y demanda de bienes y servicios del país.

La identificación de centros económicos de las ciudades y áreas metropolitanas ha sido de gran interés para la economía urbana puesto que permite caracterizar, de una u otra forma, las relaciones económicas de los individuos y su impacto en la economía nacional. Dicha identificación ha evolucionado a partir de la incursión de nuevas y mejores técnicas analíticas y cuantitativas. La gran mayoría de los estudios utilizan muy estrechamente la densidad de empleo de determinadas áreas como proxy de la actividad económica. Los primeros estudios como el de Odland (1978) parten de estructuras urbanas simples donde la principal actividad económica gira en torno a un solo gran centro de negocios (Central Business District por sus siglas en inglés), lo que se conoce en la literatura como modelo urbano monocéntrico. Estudios posteriores como los de Giuliano & Small (1991), McDonald & Prather (1994) y McMillen & McDonald (1997) parten de estructuras monocéntricas para mostrar el, cada vez más aceptado, carácter policentrista de las ciudades donde se cuenta con varios centros negocios. Por su parte estudios como lo de Craig & Ng (2001), McMillen (2003), McMillen (2004) y Garcia (2008) incorporan técnicas estadísticas más sofisticadas que mejoran la identificación de los subcentros de empleo.

Los estudios sobre la estructura del empleo para Bogotá se han enfocado principalmente al análisis del entorno macroeconómico de la ciudad con enfoques de economía laboral, no obstante, estudios como los de Avendaño (2008) y Ruiz (2010) abordan el problema desde la identificación de los subcentros de empleo en la ciudad mediante la estimación de funciones de densidad de empleo.

Este trabajo realiza la identificación de los subcentros de empleo a partir del uso de matrices de contigüidad así como el método de regresión por cuantiles con el objetivo de identificar los cambios de los subcentros de empleo de

²Departamento Administrativo Nacional de Estadística (www.dane.gov.co)

la ciudad de Bogotá entre el año 2005 y 2011. Adicionalmente, se analizará el efecto de cambiar el tamaño de la unidad geográfica de análisis para el año 2011. En su conjunto el trabajo resulta ser novedoso en la medida que se busca hacer comparaciones poco ahondadas en la literatura, tales como una comparación intertemporal de los resultados. Por otra parte, otro aspecto fundamental de este trabajo es la identificación de subcentros de comercio de la ciudad de Bogotá, aspecto que ha sido poco profundizado desde la perspectiva de la economía urbana.

La identificación de los subcentros de empleo y comercio resulta ser bastante útil en la definición de políticas públicas de la ciudad puesto que puede ser utilizada como insumo en la construcción de sistemas de transporte, en la mejora de la infraestructura urbana (vías, parques, puentes, parqueaderos, entre otros), en la definición de planes de ordenamiento territorial así como la localización de hospitales, colegios, incluso barrios. El trabajo está dividido en cinco secciones, en la primera se presenta una revisión a literatura de economía urbana asociada a la identificación de subcentros de empleo y se realiza un análisis teórico del problema a abordar, presentando la metodología de los modelos a utilizar. En la segunda sección se describen los datos a utilizar. En las secciones tercera y cuarta se presentan los principales hallazgos de las metodologías utilizadas. Finalmente cierra la última sección con las conclusiones.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La identificación de subcentros de empleo de las ciudades o regiones metropolitanas ha sido de gran interés en la economía urbana y ha evolucionado favorablemente a través del desarrollo de nuevos métodos analíticos y el uso de herramientas más robustas que permiten lograr una mejor identificación. Los primeros trabajos se basaban en estructuras urbanas monocéntricas, sin embargo, Odland (1978) logró demostrar que a pesar de que el supuesto de estructura monocéntrica logra simplificar el análisis de los patrones urbanos, las ciudades de tamaño moderado no logran ser descritas por un modelo monocéntrico debido a que existen complejos patrones de uso de la tierra que no logran ser identificados. Vale la pena anotar que se entiende monocentrismo como aquel sistema urbano en el cual existe una única concentración de empleo y la renta del suelo está determinada por la distancia a dicho centro (Aalbu, 2004). Por otra parte García López (2008) define el policentrismo como la compensación de pérdida de economías de aglomeración en el área central de la ciudad, generando concentraciones periféricas o subcentros.

Un estudio de referencia en el análisis de la estructura urbana es el de Giuliano & Small (1991) quienes presentan un análisis empírico de los patrones laborales y poblacionales de la región metropolitana de Los Ángeles, usando métodos no paramétricos de estimación de la densidad de empleo, tales como la inspección visual y la estimación de valores críticos de concentración de empleados por acre. Por otro lado, McDonald & Prather (1994) realizan una

identificación de la ciudad de Chicago, partiendo de un modelo monocéntrico y usando una función de densidad exponencial negativa. Así también, McMillen & McDonald (1997) por medio del uso de una regresión localmente ponderada, muestran el carácter policentrista de la ciudad de Chicago a través de la estimación de los subcentros de empleo. Craig & Ng (2001), usando una transformación de la función de densidad de empleo, identifican los subcentros de empleo de la ciudad de Houston por medio del análisis de los gradientes de una estimación cuantílica con splines suavizados. McMillen (2003) introduce un método de identificación basado en algoritmo y usando matrices de contigüidad. McMillen (2004), usando funciones de densidad, realiza estimaciones no paramétricas y semi-paramétricas con el fin identificar subcentros de empleo en grandes áreas metropolitanas. Garcia (2008) realiza un análisis de la población de la región metropolitana de Barcelona entre los años 1991 y 2003 con el fin de determinar cambios en la estructura espacial.

Para el presente estudio el área urbana de interés es la ciudad de Bogotá, donde encontramos los trabajos de Avendaño (2008) y Ruiz (2010). El primero corresponde a la implementación de un modelo policéntrico estimando una función de densidad de empleo a partir del censo de 1993 así como datos proporcionados por la Secretaría Distrital de Movilidad. Por su parte, el segundo trabajo corresponde a un análisis policentrista empleando también una función de densidad de empleo y utilizando una técnica umbrales de referencia a partir de datos del censo de 2005 y la encuesta de movilidad del mismo año.

Por otra parte, algunos autores suelen referirse a las ciudades del mundo actual con distintos términos tales como mega ciudades (Scott, 2006), ciudades post industriales (Hall, 2006), ciudades región globales (Dieleman and Faludi, 1998), polinucleismo (Kloosterman and Musterd, 2001). Lo cierto es que esas pareciesen ser la características de las principales capitales mundiales, ciudades que ocupan importantes extensiones de territorio con un sinfín de relaciones económicas, cada vez más descentralizadas y complejas. Es aquí donde entra a jugar en término de policentrismo que, siguiendo a Davoudi (2003), se puede definir como la descentralización de actividades económicas, movilidad aumentada, desplazamientos complejos y distribución espacial fragmentada de actividades.

Por muchos años el análisis de la distribución espacial de las ciudades se rigió bajo los postulados de la Nueva Economía Urbana donde se asumían las ciudades bajo un esquema monocéntrico en donde la renta del suelo estaba determinada por la distancia al Centro de Negocios (CBD por sus siglas en inglés). Poco a poco, a los postulados de la Nueva Economía Urbana³, se fueron introduciendo términos como dispersión y policentrismo en la medida que las distancias al CBD aumentaban como consecuencia del crecimiento poblacional

³Corriente del pensamiento sobre economía urbana que predominó en los años setenta y ochenta basado en la idea de la renta ofertada, según la cual, a medida que aumenta la distancia al Centro de Negocios, y por ende también de los costos de desplazamiento, debe compensarse con una menor renta del suelo.

(White, 1991). Al respecto Champion (2001) describe 3 formas (ver figura 1) en las cuales se puede llegar a una ciudad policéntrica (centrífuga, incorporación, fusión).

Vale la pena mencionar en este punto el contexto histórico de la ciudad de Bogotá. Desde sus comienzos la ciudad ha tenido como principal zona de desarrollo en centro de la capital. Fue aquí donde se establecieron los primeros colonizadores e incluso es en esta zona donde históricamente ha estado ubicado la sede del gobierno Nacional así como la mayoría de sus entidades de apoyo. Por muchos años los ojos de la dirigencia capitalina estuvieron enfocados hacia el norte, en especial hacia la ciudad de Tunja y hacia el río Magdalena el cual a su vez comunicaba con la costa caribe. De esta forma poblaciones aledañas a Bogotá, como el municipio de Usaquén, eran pasos casi que obligados para los primeros habitantes de la ciudad. Municipios intermedios como el municipio de Chapinero fueron adquiriendo importancia toda vez que eran corredores importantes de mercancías entre Bogotá, Usaquén y el norte del país. Poco a poco, debido al crecimiento demográfico, dichos municipios fueron absorbidos por la ciudad de Bogotá, permaneciendo casi que intactos los corredores comerciales dando así origen a lo que hoy conocemos como el centro ampliado de la ciudad.

A partir de la segunda mitad del siglo XX el país comienza a vivir una oleada de violencia entre partidos políticos, lo cual hace que muchos habitantes de zonas rurales comiencen a migrar hacia las ciudades, especialmente Bogotá. Al llegar se ubican en áreas aledañas al centro histórico con una tendencia predominante hacia al sur debido, entre otras, al alto costo de la tierra que tenía el corredor comercial del norte. Esto se tradujo en una densificación de la zona sur y occidental de la ciudad. Posteriormente, hacia finales de los años 80 y gran parte de los 90 se agudiza el conflicto interno colombiano lo que se traduce en una segunda oleada de desplazamiento rural conformándose así nuevos cinturones periféricos altamente poblados, nuevamente con preferencia por el sur y el occidente de la ciudad. Teniendo en cuenta lo anterior, se podría pensar en un modelo de incorporación para explicar la anexión de centros como Usme, Fontibón, Engativá, Suba o Usaquén (bajo el supuesto que dichas regiones son subcentros de empleo).

Por su parte, Champion (2001) se refiere a diferentes escalas de policentrismo, realizando una distinción entre áreas metropolitanas individuales, regiones metropolitanas polinucleadas y campos urbanos polinucleados. Otros nombres usualmente empleados en refieren a micro, meso y macro policentrismo respectivamente.

Otro aspecto a ser tenido en cuenta al hablar de policentrismo tiene que ver con el gradiente, o en otros términos, el grado de interdependencia que presentan los distintos centros urbanos (Green, 2007). Su forma más básica, en la cual la interdependencia es escasa o nula, se presenta cuando no existe ninguna zona de la ciudad con relevancia considerable sobre otras regiones, en este caso solo hay

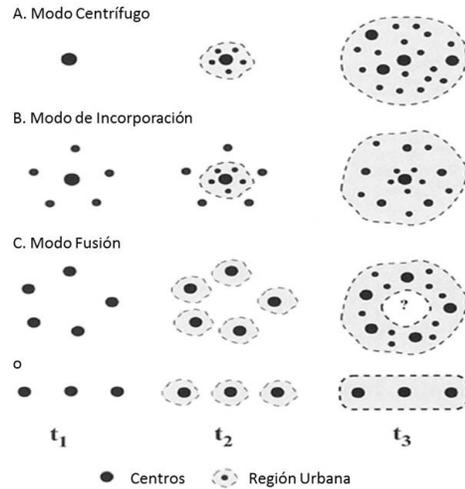


Figura 1: Caminos alternativos para la evolución de regiones urbanas policéntricas (Tomado de: Champion, 2001)

distribución de la población sin ningún tipo de gravedad o atracción entre uno u otro individuo. El polo opuesto se manifiesta cuando existe total interacción entre los distintos subcentros de una ciudad.

Ahora, en cuanto a las ventajas o desventajas del policentrismo se refiere, no hay un consenso unificado. Ma y Banister (2006), por ejemplo, evidencian como las ciudades policéntricas presentan un exceso de viajes entre los ciudadanos. Otros, en cambio, presentan el concepto de economías de aglomeración como una ventaja indiscutible de las ciudades policéntricas, Aguilera (2005).

2.1. Funciones de densidad

Varios métodos han sido utilizados por los investigadores para la identificación de subcentros en las ciudades. Greene (1980), por ejemplo, define las concentraciones de empleo como aquellas zonas en las cuales el empleo es más del doble del promedio de empleo de la ciudad. McDonald (1987) define posibles subcentros como aquellas zonas que tienen una densidad de empleo mayor que cualquiera de las zonas contiguas. Giuliano y Small (1991) identifican subcentros de empleo como aquellas zonas que tienen al menos 10 empleados por acre y un total de empleo entre dichas zonas de no menos de 10000 empleados. Shukla and Waddel (1991) realizan un avance al incluir variables explicativas adicionales para determinar la densidad de empleo, variables tales como acceso al aeropuerto, acceso a autopistas, calidad de las vías, así como variables de aglomeración de empleo.

Estudios posteriores incluyen un poco más de rigurosidad estadística mediante la utilización de la función exponencial negativa para determinar densidades de empleo. El modelo en su forma estándar se presenta de la siguiente forma:

$$D(CBD) = d_0 e^{(-\beta d + u)}$$

Donde D es la densidad de empleo medida como la cantidad de empleados en unidad geográfica, d es la distancia al Centro de Negocios (CBD por sus siglas en inglés), d_0 es la densidad de empleo en la distancia cero, β representa el coeficiente que captura el gradiente de densidad y u representa el término de error aleatorio. El modelo en logaritmo natural sería de la siguiente forma:

$$\ln D(CBD) = \ln d_0 - \beta d + u$$

Varios estudios han investigado distintas formas funcionales a partir de la ecuación anterior. Por ejemplo, Mc Donald (1989) utiliza siete formas funcionales distintas encontrando problemas de heterocedasticidad en varias de ellas así como relaciones no lineales significativas.

La anterior función exponencial es muy útil para describir ordenamientos urbanos monocéntricos en donde el principal polo de desarrollo se concentra en un solo lugar. Sin embargo, en la realidad acontece que para el establecimiento de subcentros se debe tener en cuenta la relación de estos con otros subcentros. Dicha relación podría bien ir en una sola vía, es decir, cada subcentro potencial tiene solo relación con el subcentro más cercano, o el caso en el que cada subcentro potencial tiene relación con todos los otros subcentros como explica Heikkila (1989). Un punto intermedio es el propuesto por Griffith (1981), en donde se puede utilizar una función de densidad aditiva en la cual se incluye la relación con los demás subcentros, de esta forma la función de densidad de empleo tendría la siguiente forma:

$$D(d, X) = \alpha + \sum_{(n=1)}^N \beta d_n + \sum_{(i=1)}^K \beta X_i + u$$

Donde d_n es la distancia a la zona específica n y X_i el conjunto de variables explicativas adicionales para estimar la densidad de empleo. Dichas variables pueden ser la actividad industrial de determinada zona, el nivel de infraestructura, la cantidad de parqueaderos, entre otras.

A partir de la función de densidad anterior se han desarrollado distintas metodologías en aras de realizar correctas aproximaciones a los subcentros de empleo. McMillen (2001) utiliza una regresión en 2 etapas, en la primera realiza una regresión localmente ponderada (LWR por sus siglas en inglés) que se realiza con la intención de dar más peso a los subcentros más cercanos a la zona de estudio. La segunda etapa consiste en utilizar un modelo semiparamétrico para conocer la significancia de las zonas identificadas en la primera etapa. Un procedimiento similar utiliza Redfean (2007) para estimar densidades de empleo

en la ciudad de Los Ángeles esta vez, a diferencia de McMillen (2001), utilizando submuestras que permiten usar una mayor ventana de ponderación. Por su parte Craig and Ng (2001) utilizan splines cúbicos para identificar subcentros. Aquellos subcentros que se encuentren en al menos el percentil 95 de la densidad de empleo o comercio son firmes candidatos a comportarse como subcentro.

2.2. Regresión cuantílica

Para este caso particular es, como en casi todos los análisis estadísticos, de gran interés obtener una profunda caracterización de los datos y en especial de aquellas áreas geográficas que concentren la mayor parte del empleo. Es así como la metodología de regresión cuantílica provee información sobre la densidad de empleo en percentiles específicos de estudio, como por ejemplo, los percentiles 90 y 95 en donde esperaríamos encontrar las densidades de empleo más altas.

Siguiendo lo expuesto por Cameron & Trivedi (2005) podemos definir el q -ésimo cuantil como el valor μ_q tal que la variable dependiente y es menor o igual que μ_q con probabilidad q . Entonces tenemos:

$$q = Pr [y \leq \mu_q] = F_y(\mu_q)$$

Donde F_y es la función de distribución acumulada de y . Para el caso del modelo de regresión, el q -ésimo cuantil poblacional de y condicional en x es la función $\mu_q(x)$ tal que y condicional en x es menor o igual que $\mu_q(x)$. De esa forma tenemos:

$$q = F_{(y|x)}(\mu_q(x))$$

A nivel muestral Koenker and Bassett (1978) observan que el cuantil muestral puede ser hallado con la solución al siguiente problema de optimización, respecto a :

$$\sum_{(i:y_i \geq \beta)} q |y_i - \beta| + \sum_{(i:y_i < \beta)} (1 - q) |y_i - \beta|$$

Extendiendo el modelo al caso de una regresión lineal de la forma $y = x' \beta + \mu$ tendríamos el siguiente problema de optimización:

$$\sum_{(i:y_i \geq \beta)} q |y_i - x' \beta| + \sum_{(i:y_i < \beta)} (1 - q) |y_i - x' \beta|$$

La ecuación anterior no es diferenciable así que los métodos diferenciales de optimización no son aplicables, por ende tampoco mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Buchinsky (1998) demuestra que:

$$\sqrt{N}((\hat{\beta}_q - \beta_q)) \rightarrow N[0, A^{(-1)} B A^{(-1)}]$$

Donde:

$$A = plim \frac{1}{n} \sum_{(i=1)}^n f_{(\mu_q)}(0|x_i)x_i x_i^t$$

$$B = plim \frac{1}{n} \sum_{(i=1)}^n q(1 - q)x_i x_i^t$$

Siendo $f_{(\mu_q)}$ la densidad condicional del termino de error $u_q = y - x' \beta_q$ evaluada en $u_q = 0$. La estimación de la varianza de $(\hat{\beta}_q)$ suele necesitar del uso de bootstraping.

3. DATOS

Política y geográficamente la ciudad de Bogotá está dividida en 20 localidades. Estas a su vez se pueden dividir en Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ), 117 en total para Bogotá (anexo 1 y anexo 2). Las UPZ a su vez están divididas en barrios y estos último en Zonas de Transporte (ZAT) con un total para estas últimas de 1020 para Bogotá (Anexo 3).

Con el fin de realizar la identificación de los subcentros de empleo y comercio para la ciudad de Bogotá en los años 2005 y 2011, se utilizaron datos generados por entidades públicas del orden distrital, en particular de la Secretaria Distrital de Movilidad y la Secretaria Distrital de Planeación utilizando las encuestas distritales de movilidad para los años 2005 y 2011, el inventario de información en materia estadística sobre Bogotá, el sistema de consulta de datos de información estadística y la cartografía distrital de la Unidad Administrativa de Catastro Distrital –IDECA–.

La encuesta distrital de movilidad del año 2005 está compuesta por cuatro módulos que presentan la siguiente información: el modulo A es el de identificación y control de la entrevista; el modulo B contiene los vehículos de transporte disponibles en el hogar; el modulo C presenta las características de los miembros del hogar y finalmente el módulo D contiene los desplazamientos realizados por las personas del hogar. La unidad geográfica de la encuesta del 2005 es la UPZ.

La encuesta distrital de movilidad del año 2011 está compuesta por cuatro módulos de información; el módulo A presenta la información general de los hogares encuestados; el módulo B contiene la información socioeconómica del hogar; el módulo C presenta la información de los vehículos que disponen las personas del hogar y finalmente el módulo D presenta los desplazamientos realizados por las personas del hogar. La unidad geográfica de la encuesta del 2011 es la ZAT, sin embargo, esta puede ser fácilmente comparable con la UPZ razón por la cual el análisis por UPZ se puede hacer tanto para el año 2005 como el 2011, lo cual no ocurre con el análisis a nivel de ZAT el cual solo puede ser realizado para el año 2011.

Del Inventario Estadístico de la Secretaría Distrital de Planeación, se hizo uso del módulo de aspectos geográficos y de localización, en particular de la información de extensión de suelo (urbano – rural) y cantidad y superficie. El sistema de consulta de datos de información estadística contiene además información demográfica y económica de la ciudad, en particular el módulo de información territorial contiene el censo distrital de edificaciones el cual permite determinar las unidades económicas por UPZ y por sector económico.

A partir de las fuentes de información presentadas anteriormente se establecieron las siguientes variables:

dtrabajo: corresponde a la densidad de trabajo por unidad geográfica, la variable se obtuvo como la suma de los viajes cuyo motivo era trabajar que se encuentra en el módulo D de las encuestas distritales de movilidad de para Bogotá de los años 2005 y 2011.

dcompras: corresponde a la densidad de compras por unidad geográfica, la variable se obtuvo como la suma de los viajes cuyo motivo era compras que se encuentra en el módulo D de las encuestas distritales de movilidad de para Bogotá de los años 2005 y 2011.

eindustria: corresponde al número de unidades económicas del sector industria por UPZ para los años 2005 y 2011, la información fue extraída del módulo de información territorial del sistema de consulta de datos de información estadística.

ecomercio: corresponde al número de unidades económicas del sector comercio por UPZ para los años 2005 y 2011, la información fue extraída del módulo de información territorial del sistema de consulta de datos de información estadística.

eservicios: corresponde al número de unidades económicas del sector servicios por UPZ para los años 2005 y 2011, la información fue extraída del módulo de información territorial del sistema de consulta de datos de información estadística.

psuelohab: corresponde a porcentaje de suelo habitable por UPZ. La variable fue construida con información del módulo de aspectos geográficos y de localización del inventario de información en materia estadística sobre Bogotá en donde se tomó área habitable de la UPZ y se dividió por el área total de la UPZ.

area: corresponde al área de cada una de las zonas geográficas de estudio, el cálculo fue realizado por los autores en el sistema de información geográfica ArcGIS⁴ a partir de la información cartográfica IDECA. La unidad de medida

⁴ArcGIS® es un software de información geográfica que permite la elaboración de mapas

es kilómetros cuadrados.

distcbd: corresponde a la distancia lineal en kilómetros de cada una de las zonas geográficas de estudio al CDB (Central Business District), el cálculo fue realizado por los autores en el sistema de información geográfica ArcGIS a partir de la información cartográfica IDECA.

distaero: corresponde a la distancia lineal en kilómetros de cada una de las zonas geográficas de estudio al Aeropuerto Internacional El Dorado, el cálculo fue realizado por los autores en el sistema de información geográfica ArcGIS a partir de la información cartográfica IDECA.

transmi: corresponde a una variable categórica construida por los autores en donde la zona geográfica de estudio que tiene acceso directo al Transmilenio se le asigna un valor de 1 y en caso contrario tiene un valor de 0.

transmicons: corresponde a una variable categórica construida por los autores en donde la zona geográfica de estudio que tiene acceso directo a una troncal de Transmilenio en construcción se le asigna un valor de 1 y en caso contrario tiene un valor de 0.

La Encuesta de Movilidad del año 2005 cuenta con una muestra de un poco más de veinte mil viajes realizados por habitantes de Bogotá hacia su destino de trabajo y 619 cuyo motivo de viaje fueron las compras. Cerca de la mitad de dichos viajes fueron realizados hacia las localidades de Usaquén y Chapinero, localidades reconocidas como importantes centros de empleo y comercio de la ciudad. La UPZ con el mayor número de viajes con motivo trabajo es la UPZ 97 (Chicó Lago) con cerca del 8 % del total de este tipo de viajes. Le sigue muy de cerca la UPZ 93 (Las Nieves) con un 6 %. Las UPZ con menores viajes de trabajo son las UPZ 63 y UPZ 64 en la localidad de Ciudad Bolívar. En cuanto a los viajes con destino compras la UPZ 16 (Santa Bárbara) encabeza el listado con el 8 %, seguida muy de cerca por la UPZ 93 (las nieves) con el 7 %. Un total de 10 UPZ se encuentran al final de la lista con ningún viaje con motivo de compra.

En la encuesta de movilidad del año 2011 el número de viajes con destino trabajo es de 7365 y de 2970 con destino compras. La UPZ con el mayor número de viajes con destino trabajo sigue siendo la UPZ 97 (Chicó Lago) pero con una participación menor del orden del 5 %, seguida por la UPZ 102 (La Sabana) también con una participación cercana al 5 %. La UPZ 93 (Las Nieves) ocupa el tercer lugar en importancia. La UPZ 63 se mantiene en el último lugar la lista sin ningún viaje con destino trabajo. Para los viajes con destino compras aparece la UPZ 13 (Los Cedros, Usaquén) con 4 % del total de viajes de compras, seguida de cerca por la UPZ 28 (El Rincón, Suba) con 3 % de la participación.

y la administración de datos bajo distintas modalidades. Para este trabajo el software fue empleado con el fin de elaborar y gestionar datos georeferenciados sobre las distintas unidades geográficas de referencia para la ciudad de Bogotá.

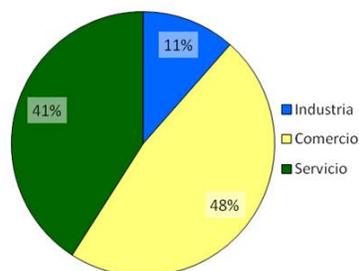


Figura 2: Porcentaje de Unidades Económicas por sector. Fuente: Inventario estadístico SDP

La UPZ 16 (Santa Bárbara) no figura entre las 20 primeras mientras la UPZ 93 (Las Nieves) es relegada al séptimo puesto. Ninguna de las UPZ destinadas a parques metropolitanos reporta destino de compras tal es el caso de la UPZ 60 (Parque entre nubes), UPZ 61 (Ciudad Usme), UPZ 103 (Parque Salitre) y UPZ 105 (Jardín Botánico). Debido a su notoria participación en los niveles de empleo y comercio de la ciudad la UPZ 97 (Chicó Lago) fue escogida como principal centro de negocios para la elaboración de los modelos estadísticos. La distancia promedio de las distintas UPZ hacia la UPZ 97 es de 10,18 km (distancia de tipo lineal desde el centroide de cada UPZ hacia su contraparte en el CBD). Así mismo se calculó también la distancia lineal al aeropuerto (UPZ 117) cuyo promedio es de 10,95 km. Un aspecto adicional tenido en cuenta es el área de cada UPZ. El promedio de área de las UPZ es de 3,68 kms cuadrados, siendo la UPZ 61 (Ciudad Usme) la más grande con 9,25 km cuadrados y la UPZ 92 (La Macarena) la más pequeña con tan solo 0,86 kms cuadrados.

En cuanto a la estructura productiva de la ciudad se tomaron el número de unidades económicas en los sectores de industria, servicios y comercio para cada una de las UPZ, siendo este último el sector preponderante (ver figura 2)

La UPZ 102 (La Sábana) en la localidad de Los Mártires es la UPZ que cuenta con mayor número de unidades económicas tanto para el sector industrial como para el comercio. Por su parte la UPZ 97 (Chicó Lago) encabeza el listado en el sector de servicios.

En lo relacionado con el uso del suelo las UPZ 60 (Parque Entrenubes, Usme), 103 (Parque Salitre, Barrios Unidos), 62 (Tunjuelito, Tunjuelito), 105 (Jardín Botánico, Engativá) son las que menor porcentaje de área habitacional tienen puesto que se trata áreas destinadas a parques metropolitanos o zonas de conservación periféricas al Río Bogotá. Los porcentajes de área habitable son del 0%, 19%, 29% y 36% respectivamente.

Finalmente para el año 2005 cerca del 44% de las UPZ contaban con acceso directo al Transmilenio (troncales calle 80, avenida caracas, autonorte, calle 13,

avenida Américas). Dicho porcentaje aumenta al 60% para el año 2011 puesto que entraron en operación las troncales NQS y avenida Suba (la cuales se encontraban en construcción en el año 2005). Para el año 2011 las troncales en construcción son las troncales carrea décima y calle 26:

Para el caso de la información que se deriva a partir de las ZAT llama mucho la atención que los principales destinos de trabajo se encuentran fuera de la ciudad encabezadas por las ZAT 934, 901 las cuales se ubican en la zona rural de Bogotá y en el municipio de Mosquera respectivamente. La primera ZAT dentro del perímetro urbano que figura en la lista es la ZAT 364 que se ubica al interior de la UPZ 108 (Zona Industrial, Puente Aranda), seguida por la ZAT 363 ubicada en la UPZ 102 (La Sábana). Para el caso de los viajes con destino compras la ZAT que lidera la cantidad de viajes es la 901 que, al igual que en el caso anterior, se encuentra por fuera de Bogotá. Sigue muy de cerca la ZAT 560 ubicada en la UPZ 84 (Bosa Oriental). Los siguientes cuatro puestos corresponden a ZAT por fuera de Bogotá (en orden ZAT 778, 813, 910 y 907). La ZAT 163 en la UPZ 97 (Chicó Lago) fue escogida como Centro de Negocios y se calculó la distancia promedio de todas las ZAT a dicho centro de negocios así como al aeropuerto (8,5 km cuadrados y 9,5 km cuadrados en promedio respectivamente).

Dado que el área de las ZAT es mucho menor que el de las UPZ (0,6 km. Cuadrados versus 3,68 km. cuadrados en promedio respectivamente) el acceso a Transmilenio se puede aproximar de mejor forma encontrándose que el año 2011 tan solo cerca del 23% de las ZAT tiene acceso directo al Sistema Transmilenio.

Vale la pena aclarar que la encuesta de movilidad del 2005 no contiene información detallada acerca de los viajes que se realizaron desde o hacia las afueras de Bogotá. Por tal razón para el análisis por UPZ solo se tuvo en cuenta información de viajes provenientes del área metropolitana de Bogotá.

4. MATRICES DE CONTIGUIDAD

El punto de partida consiste en la identificación inicial de las áreas de la ciudad que potencialmente representan un subcentro de empleo o de comercio. En la literatura se describen varios tipos de metodología para identificar dichos subcentros (McDonald (1987), Giuliano y Small (1991), Craig y Ng (2001), McMillen (2001)). Para el presente caso seguimos lo propuesto por Greene (1980), quien define los candidatos a subcentros como aquellas áreas en las cuales el empleo es más del doble del promedio de empleo de la ciudad. Primero se describen los resultados cuando la unidad geográfica de análisis es la UPZ, luego se realiza en análisis con ZAT.

Utilizando información de la encuesta de movilidad de los años 2005 y 2011 y aplicando la metodología de Greene (1980) se identifican aquellas UPZ cuya

densidad es mayor al doble del promedio de la densidad de viajes (para el motivo de viaje trabajo), en donde se identifican 15 potenciales subcentros de empleo para el año 2005 y 13 para el año 2011 de un total de 117 UPZ para ambos años. Posteriormente, se construyen la matriz de contigüidad, en donde cada una de las filas y columnas representan los potenciales subcentros de empleo para cada uno de los años. Dicha matriz de contigüidad contiene 1 en los casos que las UPZ sean contiguas y 0 en caso contrario. Existen varias formas para determinar si 2 áreas son contiguas o no de acuerdo a la escogencia de los vecinos (V) para determinada área de análisis (A), Gumprecht (2008). De forma esquemática los 3 criterios analizados son:

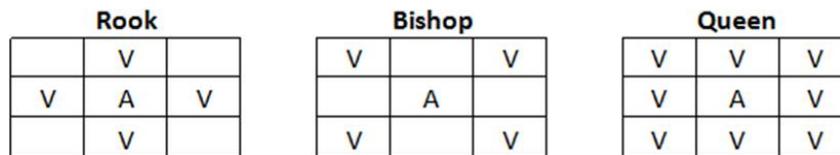


Figura 3: Criterios para determinar contigüidad

Para el presente caso se utilizó el criterio de Bishop al igual que el de Queen encontrando exactamente los mismos resultados. Una vez identificados los subcentros potenciales y construida la matriz de contigüidad se desarrollan las iteraciones descritas por McMillen (2003) para hallar los subcentros de empleo. Para el año 2005 se identifican subcentros conexos en donde se encuentran las UPZ 13, 14, 16, 88, 91, 93, 94, 97, 98, 99, 101, 102, 104, 108 y 111 las cuales forman en su conjunto una gran área. Para el año 2011 se identifica un área conjunta más pequeña, compuesta por las UPZ 88, 91, 93, 94, 97, 98, 99, 101, 102 y 108. A diferencia del 2005 en el 2011 se presentan algunos subcentros aislados a la zona conjunta, como son las UPZ 13, 16 y 28. Para una mejor ilustración, los resultados se presentan en la Figura 4.

Para el año 2005 se observa una sola gran área en el centro oriente de la ciudad que concentra gran parte del empleo, dicho gran centro abarca parte de las localidades de Usaquén, Chapinero, Los Mártires y Candelaria (UPZ13, UPZ14, UPZ18, UPZ88, UPZ91, UPZ93, UPZ94, UPZ97, UPZ98, UPZ99, UPZ101, UPZ102, UPZ104, UPZ108 y UPZ111). Para el año 2011 desaparecen las UPZ14, UPZ104 y UPZ111 como subcentros de empleo y a su vez aparece la UPZ28 (el Rincón, Suba).

Los anteriores resultados nos permiten observar que hay una importante concentración de empleo en el Centro Ampliado de la ciudad sin mayores cambios entre los años 2005 y 2011. Estos hallazgos guardan coherencia con el contexto histórico que ha permitido al Centro Ampliado ser el principal concentrador del empleo de la ciudad.

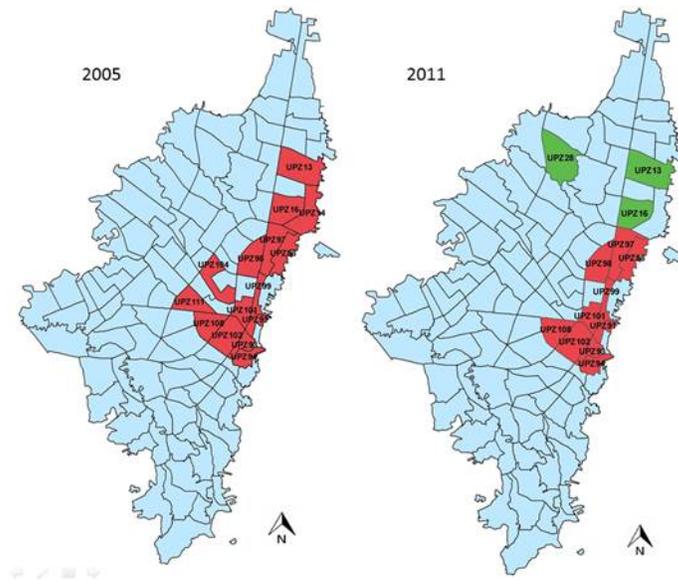


Figura 4: Subcentros de empleo mediante matrices de contigüidad (UPZ)

La identificación mediante matrices de contigüidad se repite pero esta vez para la identificación de los centros de comercio, para lo cual, se tiene en cuenta la densidad de concentración de los viajes cuyo motivo sea compras. Se realizan los mismos pasos que en el caso anterior con la identificación de varios centros de comercio para ambos años, como se muestra en la figura 5.

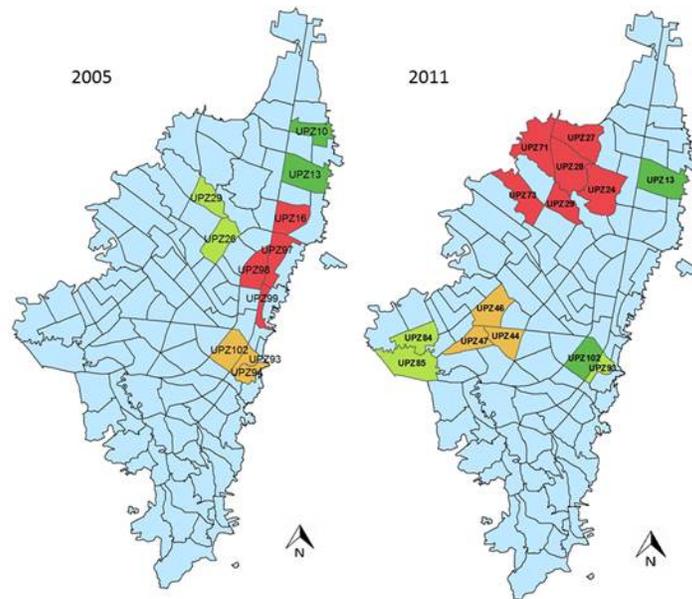
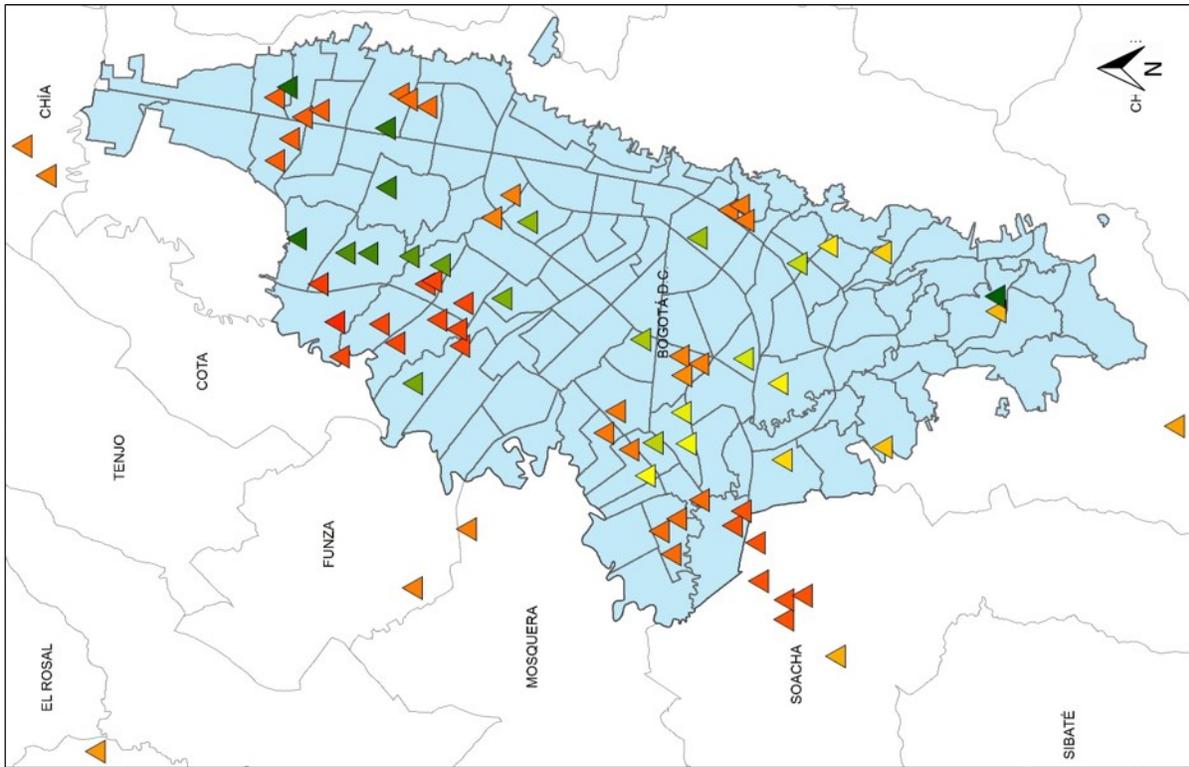


Figura 5: Subcentros de comercio mediante matrices de contigüidad (UPZ)

Llama la atención que 8 subcentros de comercio son a la vez subcentros de empleo para el 2005, lo cual contrasta con los resultados obtenidos para el año 2011 en donde solamente 4 de los subcentros de comercio son a la vez subcentros de empleo. Otro hallazgo de interés tiene que ver con la aparente atomización de centros de comercio si se comparan los años 2005 y 2011. Por ejemplo, aparece el área compuesta por los subcentros UPZ24 (Niza, Suba), UPZ27 (Suba, Suba), UPZ28 (el Rincón, Suba), UPZ29 (Minuto de Dios, Engativá) y UPZ71 (Tibauyes, Suba) como un área concentradora de comercio en el 2011, lo cual no ocurría en el año 2005. Otras nuevas áreas identificadas en el 2011 son, por un lado, la compuesta por las UPZ44 (Américas, Kennedy), UPZ46(Castilla, Kennedy) y UPZ47(Kennedy Central, Kennedy) y, por otro, la compuesta por las UPZ84 (Bosa Occidental, Bosa) y UPZ85 (Bosa Central, Bosa). Otro aspecto que llama la atención es la disposición de los nuevos centros de comercio los cuales tienen una relación estrecha con la ubicación de los portales del sistema de transporte masivo Transmilenio.

Con el fin de analizar el efecto del tamaño del área geográfica en la identificación de subcentros de empleo y comercio, se realiza el mismo procedimiento descrito con anterioridad para el año 2011, pero esta vez tomando como unidad geográfica de análisis las ZAT, en donde se encuentran 103 posibles subcentros de empleo y 76 subcentros de comercio de un total de 1020 ZAT. Los resultados se esquematizan en la figura 6.

SUBCENTROS DE COMERCIO



SUBCENTROS DE EMPLEO

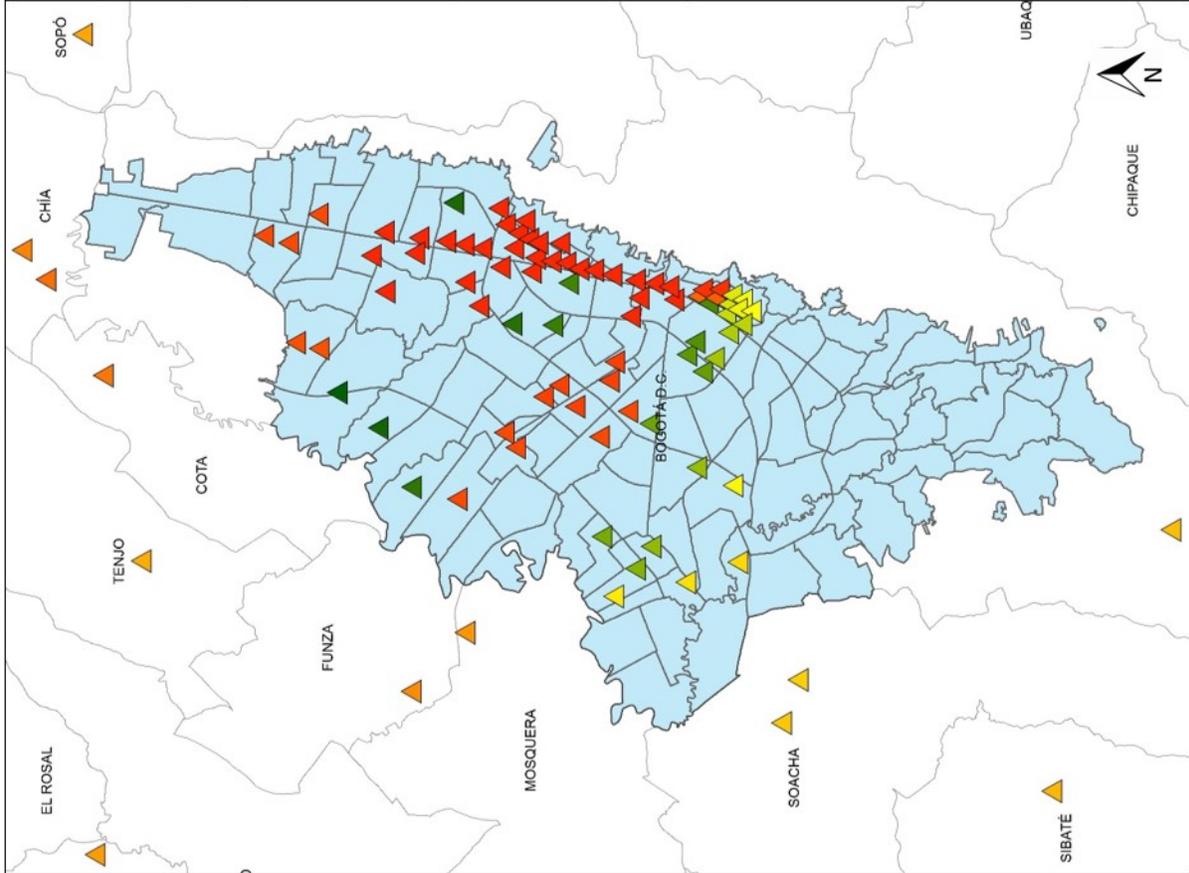


Figura 6: Subcentros de empleo y comercio para el año 2011, identificados mediante matrices de contigüidad (ZAT)

Es evidente que, dada la fragmentación de la unidad geográfica de análisis, al pasar de UPZ a ZAT, se tienen ahora muchos más subcentros, sin embargo, los mismos están circunscritos a las UPZ previamente identificadas como subcentros de empleo y de comercio. Los resultados nos muestran como el nivel de granularidad de los datos, esto es, el nivel de detalle y fragmentación de los datos, afecta el número de subcentros, sin embargo, la ubicación geográfica de los mismos es muy similar a la encontrada a nivel de UPZ. No obstante, el nivel de desagregación espacial permite identificar importantes subcentros de empleo por fuera de la ciudad de Bogotá tales como los municipios de Mosquera y Soacha.

Respecto a los municipios aledaños, vale la pena mencionar que su crecimiento ha sido concomitante con el crecimiento de Bogotá por cuanto se han creado condiciones favorable en varios municipios para el incremento de actividad industrial y sobre todo el desplazamiento de industrias que originalmente se encontraban al interior de la ciudad, entre otras, por disposiciones ambientales, tributarias o financieras.

5. ANALISIS CUANTÍLICO

Con el fin de realizar la identificación de los subcentros de empleo y comercio para la ciudad de Bogotá para los años 2005 y 2011 se realizan dos análisis a partir del uso de la regresión cuantílica. En el primer análisis se utiliza la unidad geográfica UPZ y se evalúa el modelo propuesto para los años 2005 y 2011. Posteriormente se repite el análisis para el año 2011, pero esta vez, utilizando como unidad geográfica de análisis la ZAT.

Estudios similares como el Craig (2000) y Mc Millen (2004) han utilizado modelos a partir del análisis del efecto de la distancia al CBD de la ciudad sobre la densidad de empleo, logrando así, identificar los subcentros de empleo de las áreas de interés. El presente trabajo, parte reconociendo el efecto que puede tener el CBD sobre las densidades de empleo y comercio alrededor de la ciudad, pero adicionalmente se contemplan otras variables para robustecer la estimación y aislar el efecto generado por la distancia al CBD.

Se utilizaron distintas fuentes de información con el fin de obtener datos suficientes para la construcción del modelo propuesto. Las densidades de empleo y comercio se obtuvieron de las encuestas distritales de movilidad para la ciudad de Bogotá para los años 2005 y 2011, calculando la densidad de trabajo y comercio como la suma de los viajes a determinada UPZ cuyo motivo de viaje fuera trabajar o comprar respectivamente. Haciendo uso de información geo referenciada de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital se calculó la distancia lineal de cada unidad geográfica al CBD y al aeropuerto.

Con información del Inventario Estadístico de la Secretaria Distrital de Pla-

neación de Bogotá se caracterizó la estructura productiva de la ciudad y se identificó el número de unidades económicas para los sectores de industria, comercio y servicios. De este inventario estadístico se obtuvo adicionalmente, información sobre la extensión y uso de suelo de la ciudad para así determinar el porcentaje de área habitable por unidad geográfica, información que a su vez se alimenta de los decretos que reglamentan el Plan de Ordenamiento Territorial y los Planes Maestros de Equipamiento del Distrito Capital. Finalmente, haciendo uso de la cartografía de la malla vial de la ciudad y las troncales del sistema masivo de transporte Transmilenio, se identificaron las áreas que tienen acceso directo al sistema de transporte masivo y las troncales que se encontraban en construcción para cada uno de los años.

Para realizar el análisis se hizo uso de dos modelos econométricos. El primero relaciona la densidad de empleo y comercio únicamente con la distancia al CBD de la siguiente forma:

$$D_i = c + \beta_i DCBD + \mu_i$$

Como segundo modelo, se amplía la especificación del modelo anterior incluyendo las variables de control ya mencionadas:

$$D(d, X) = \alpha + \sum_{(n=1)}^N \beta d_n + \sum_{(i=1)}^K \beta X_i + u$$

Siendo $D(d, X)$ la densidad de trabajo o comercio según se especifique, d_n la distancia a la zona específica n y X_i el conjunto de variables explicativas adicionales para estimar la densidades.

Mediante el uso de la regresión cuantílica, se identificaron los subcentros de empleo y comercio a partir de la estimación de los residuos positivos sobre el cuantil 90 asumiendo que aquellas unidades geográficas con estimaciones de densidad por encima dicho cuantil son las que concentran las mayores densidades de empleo y comercio para cada uno de los años.

5.1. Subcentros de empleo (UPZ)

El primer análisis a realizar busca identificar de los subcentros de empleo de los años 2005 y 2011, realizando dos análisis de corte transversal para cada uno de los años, la unidad geográfica sobre la cual se basa el análisis es UPZ.

Graficando de la función de distribución acumulada empírica del logaritmo natural de la densidad del trabajo ($\ln d_{trabajo}$) para el año 2005 se observa una distribución con crecimiento constante para los cuantiles $0.1 < q < 0.8$. En el mismo sentido, la función de distribución acumulada empírica del año 2011 presenta un comportamiento similar para los cuantiles $0.2 < q < 0.8$ (Anexo 4).

Se realizan dos modelos para conocer la densidad de trabajo para cada uno de los años. En los modelos se calculan errores estándar mediante bootstrapping.

Los resultados obtenidos de la regresión cuantílica verifican lo establecido en la revisión de literatura, en donde la distancia al CBD (*distcbd*) resulta ser significativa tanto en la forma reducida como ampliada del modelo, adicionalmente se puede determinar que a medida que las zonas se alejan del CBD la densidad de empleo disminuye. Por otra parte, en la versión ampliada del modelo se encuentra que adicionalmente solo el porcentaje de área habitable de la UPZ (*psuelohab*) resulta ser significativo en los primeros cuantiles. Al centrarnos en cuantiles más altos para la identificación de los subcentros de empleo para el año 2005 (*QR_90*) encontramos que la distancia al CBD resulta ser la única variable significativa (Cuadro 1).

| Variable | Modelo 1 | Modelo 2 | | | |
|--------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | QR_25 | QR_50 | QR_75 | QR_90 |
| distcbd | -.18628628*** | -.1393224*** | -.13444807*** | -.1444947*** | -.1710594*** |
| distaero | | -0.01337833 | 0.00302658 | 0.0015552 | 0.00282737 |
| eindustria | | 0.00055497 | 0.0001875 | 0.00006717 | -0.00011085 |
| ecomercio | | 0.00011637 | 0.00005566 | 0.00006341 | 0.00019564 |
| eservicios | | 0.0001395 | 0.00043047 | 0.00031724 | 0.00012066 |
| Area | | 0.02416516 | 0.03642939 | 0.08991132 | 0.12408831 |
| psuelohab | | 3.0321919*** | 1.7693204** | 0.86828041 | 0.17829633 |
| transmi | | -0.28148458 | -0.11527971 | -0.1283279 | 0.14438054 |
| transmicons | | 0.07029826 | 0.06333449 | -0.02611961 | -0.03221766 |
| _cons | 11.205708*** | 7.2296054*** | 8.2835224*** | 9.5916277*** | 10.703614*** |

P-value: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

Cuadro 1: Densidad de trabajo 2005 (UPZ)

De igual forma, para el año 2011 se realizan los dos modelos, el Modelo 1 que solo incluye la distancia al CBD como variable explicativa y el Modelo 2 que incluye todas las otras variables. En los resultados obtenidos la distancia al CBD (*distcbd*) resulta ser la única variable significativa en ambos casos. En los resultados por discriminados por cuantiles se mantienen los resultados (Cuadro 2).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, la identificación de los subcentros de empleo para el año 2005 y 2011 se realizó a partir de la identificación de los residuos positivos del cuantil 90 de la forma reducida del modelo econométrico (anexo 6).

De los modelos seleccionados para los años 2005 y 2011, se identificaron los

| Variable | Modelo 1 | Modelo 2 | | | |
|-------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | QR_25 | QR_50 | QR_75 | QR_90 |
| distcbd | -.12620067*** | -0.07655852 | -.08688893** | -.06859907** | -.08873348** |
| distaero | | -0.07111167 | -0.0448291 | -0.01201674 | -0.02691363 |
| eindustria | | 0.00026607 | 0.00001486 | -0.00050739 | -0.00016401 |
| ecomercio | | 0.00018567 | 0.00014423 | .00014333 | 0.00011107 |
| eservicios | | 0.00013275 | 0.00026072 | .00025077 | 0.00023428 |
| area | | 0.09538927 | 0.11851135 | .05781669 | 0.00956805 |
| psuelohab | | 3.0781813* | 14.374.069 | .36477862 | 0.03859324 |
| transmi | | 0.05773081 | 0.00898638 | .47716526 | 0.30081669 |
| transmicons | | 0.09191772 | 0.13280151 | .3786387 | 0.05176688 |
| _cons | 10.075228*** | 6.1072457*** | 7.7881075*** | 8.7310611*** | 9.9377746*** |

P-value: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Cuadro 2: Densidad de trabajo 2011 (UPZ)

siguientes subcentros de empleo para la ciudad de Bogotá:

| UPZ - Subcentros | 2005 | 42 | 75 | 84 | 85 | 91 | 93 | 94 | 102 | 108 | 111 | |
|------------------|------|------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | | 2011 | 44 | 45 | 47 | 63 | 82 | 85 | 91 | 93 | 94 | 102 |

Cuadro 3: Subcentros de empleo

Se observa que la estructura de densidad de empleo durante los años de estudio sufrió cambios significativos, sin embargo, las UPZ85, UPZ91, UPZ93, UPZ94, UPZ102 y UPZ108 se mantienen como subcentros en los dos periodos.

Llama la atención que gran parte de los subcentros de empleo para el año 2005 y 2011 identificados a partir de la regresión cuantílica (ver figura 7) difieren en comparación a los obtenidos por el método de matrices de contigüidad, esto se debe a que al tener una variable de control adicional como es la distancia al CBD, las UPZ identificadas resultan tener densidades de empleo elevadas frente a UPZ con distancias similares al CBD. Los subcentros de empleo que permanecen bajo las dos metodologías (Matrices de contigüidad y regresión cuantílica) son los localizados en el centro histórico de la ciudad (Localidad de la Candalaria) para ambos años y el ubicado en la UPZ85 (Bosa Central) solo para el año 2011.

Como se puede observar en la figura 7, bajo esta metodología aparecen nuevos centros de empleo hacia el occidente del centro de la ciudad. Específicamente se encuentran en las localidades de Bosa y Kennedy, así como las zona industrial

contigua al aeropuerto en la localidad de Fontibón. Gran parte de este efecto se debe a la presencia de importantes plantas de producción (PAVCO, General Motors, HOLCIM, CEMEX, Protabaco, Corabastos, entre otras) así como a l establecimiento de zonas francas (Salitre Occidental).

5.2. Subcentros de comercio (UPZ)

Para la identificación de los subcentros de comercio de la ciudad de Bogotá de los años 2005 y 2011, se realiza un análisis de corte transversal para cada año haciendo uso de la regresión cuantílica. En ambos casos, la unidad geográfica sobre la cual se realiza el análisis es la UPZ.

Las funciones de distribución acumuladas empíricas del logaritmo natural de compras (*Indcompras*) para los años 2005 y 2011 presentan tasa de crecimiento casi constante a partir de los cuantiles 0.2 y 0.1 respectivamente (anexo 4).

Siguiendo la estructura planteada en el análisis de la sección anterior, para el año 2005 se proponen dos modelos de regresión cuantílica. En el modelo reducido la variable distancia al CBD resulta significativa, sin embargo, en el modelo ampliado además de la distancia al CBD también resultan ser significativas las variables: unidades económicas de comercio (*ecomercio*) en el cuantil 50 y las troncales de Transmilenio (*transmi*), lo cual resulta natural ya que a mayor cantidad de establecimientos comerciales las personas se van a dirigir con mayor frecuencia a realizar compras. El análisis por cuantiles del modelo ampliado y en particular del cuantil de interés (QR_90), muestra que las variables: distancia al CBD y Transmilenio resultan ser significativas para la densidad de compras por UPZ (cuadro 4).

Teniendo en cuenta lo anterior, la identificación de los subcentros de comercio para el año 2005 se realizará con el modelo ampliado de densidad de compras (anexo 7).

Para el año 2011, la distancia al CBD no resulta ser significativa en ninguno de los dos modelos, sin embargo, en el modelo ampliado resultan ser significativas las variables de área de la UPZ y Transmilenio en algunos cuantiles. El análisis del modelo ampliado muestra que en ningún cuantil la distancia al CBD es significativa, por otra parte, en el cuantil de interés (QR_90) el área de la UPZ y el porcentaje de área habitable de la UPZ resulta ser significativa (cuadro 5).

Teniendo en cuenta lo anterior, la identificación de los subcentros de comercio para el año 2011 se realizará con el modelo ampliado de densidad de compras (anexo 7).

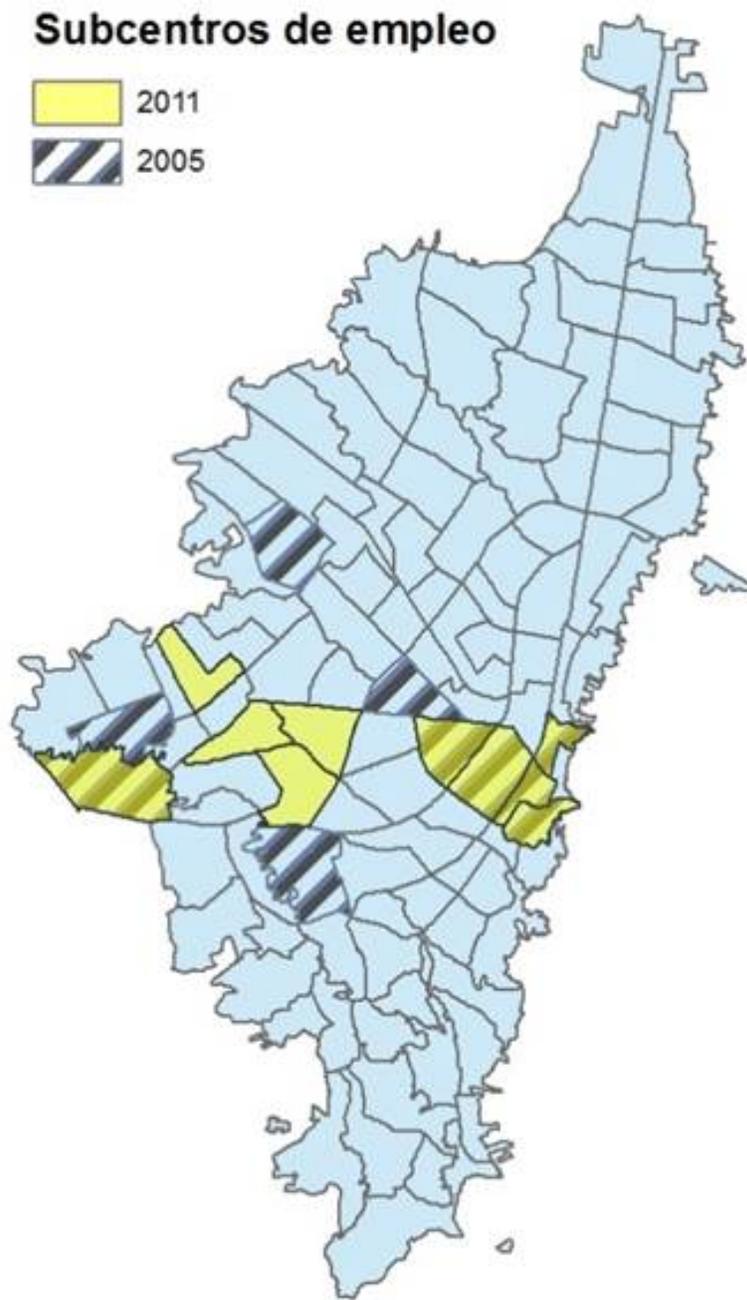


Figura 7: Subcentros de empleo mediante regresión cuantílica (UPZ)

| Variable | modelo 1 | Modelo 2 | | | |
|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| | | QR_25 | QR_50 | QR_75 | QR_90 |
| distcbd | -.15792449*** | -.17142479*** | -.18948276*** | -.1540307*** | -.1408191* |
| distaero | | 0.03242065 | 0.03873183 | 0.00143517 | 0.04025611 |
| eindustria | | -0.00047607 | -0.00038686 | -0.00081269 | -0.00135201 |
| ecomercio | | 0.00028908 | .00048065* | 0.00039899 | 0.00043767 |
| eservicios | | -0.00007354 | -0.00016382 | -0.00001037 | 0.00010741 |
| area | | 0.14015744 | 0.06266041 | 0.08551337 | -0.00523886 |
| psuelohab | | 12.223.787 | 1.723.253 | 10.592.431 | 0.85600771 |
| transmi | | .69238647* | 0.3422384 | .5477689* | .71466115* |
| transmicons | | -0.09013049 | -0.40555264 | -0.49889808 | -0.30325522 |
| _cons | 7.6240983*** | 4.9136643*** | 5.3088799*** | 6.2905395*** | 6.5624065** |

P-value: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Cuadro 4: Densidad de comercio 2005 (UPZ)

| Variable | modelo 1 | Modelo 2 | | | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | QR_25 | QR_50 | QR_75 | QR_90 |
| distcbd | -0.04581645 | -0.01958686 | -0.02289613 | -0.02225029 | 0.02890555 |
| distaero | | -0.05863181 | -0.04000951 | -0.03565492 | -0.02981735 |
| eindustria | | 0.00071038 | -0.00007592 | -0.00053929 | 0.00018063 |
| ecomercio | | 0.00013902 | 0.00025808 | 0.0004282 | 0.00016204 |
| eservicios | | -0.00000360 | 0.00001595 | -0.00013045 | 0.00011161 |
| area | | 0.13672923 | .17351858* | .1885885* | .2343986** |
| psuelohab | | 0.52281939 | 0.70728538 | 0.75829142 | 2.0504266* |
| transmi | | 0.46363986 | .51101493* | .58692877* | 0.18856738 |
| transmicons | | -0.41425108 | -0.29546984 | -0.12239453 | -0.1450228 |
| _cons | 8.3511714*** | 6.5646776*** | 6.7960417*** | 6.9372855*** | 5.6239423*** |

P-value: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Cuadro 5: Densidad de comercio 2011 (UPZ)

De los modelos seleccionados para los años 2005 y 2011, se identificaron los siguientes subcentros de comercio para la ciudad de Bogotá:

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|
| UPZ - | 2005 | 10 | 16 | 70 | 80 | 93 | 94 | 102 | | | | | | |
| Subcentros | 2011 | 13 | 27 | 28 | 29 | 44 | 60 | 61 | 84 | 85 | 93 | 102 | 103 | 105 |

Cuadro 6: subcentros de comercio

Se observa que la estructura de densidad de compras durante los años de estudio sufrió cambios significativos, sin embargo, las UPZ 93 (Las Nieves), 102 (La Sabana) se mantienen como subcentros en los dos periodos. Otro hallazgo de interés es que tanto para el año 2005 como el año 2011 los subcentros de comercio se encuentran más dispersos por la ciudad si se comparan con la identificación por matrices de contigüidad (ver figura 8).

5.3. Subcentros de empleo (ZAT)

La encuesta distrital de movilidad para Bogotá de 2011, cambia la metodología respecto a la encuesta de 2005 al utilizar un área más pequeña y detallada que la UPZ, denominada ZAT (Zona de Transporte), lo cual permite realizar análisis estadísticos a una escala geográfica diferente. Por lo tanto se realiza un análisis de corte transversal a través del uso de la regresión cuantílica identificando centros de empleo y de comercio.

El anexo 5 muestra la gráfica de la función de distribución acumulada empírica del logaritmo natural de la densidad del trabajo (*ln dtrabajo*) para el año 2011, se observa un incremento casi constante para $0.01 < q < 0.8$.

La regresión cuantílica con unidad geográfica de análisis ZAT, muestra que la variable distancia al CBD resulta ser significativa tanto para la forma reducida como para la forma ampliada del modelo de densidad de empleo. Por otra parte, en la forma ampliada del modelo las variables: distancia al aeropuerto, unidades económicas de industria, unidades económicas de comercio, unidades económicas de servicios, Transmilenio y Transmilenio en construcción resultan ser significativas. El análisis por cuantiles del modelo ampliado permite ver cambios en la significancia de las variables a través de los cuantiles. Para el cuantil de interés (QR_90) las variables distancia al CBD, unidades económicas de industria, acceso al Transmilenio y Transmilenio en construcción resultan ser variables significativas (cuadro 7).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, la identificación de los subcentros de empleo se realiza a partir del cuantil 90 del modelo ampliado, obteniendo así, los siguientes subcentros (cuadro 8) a nivel de ZAT (aquellos con residuos positivos para el cuantil 90) (Anexo 8):

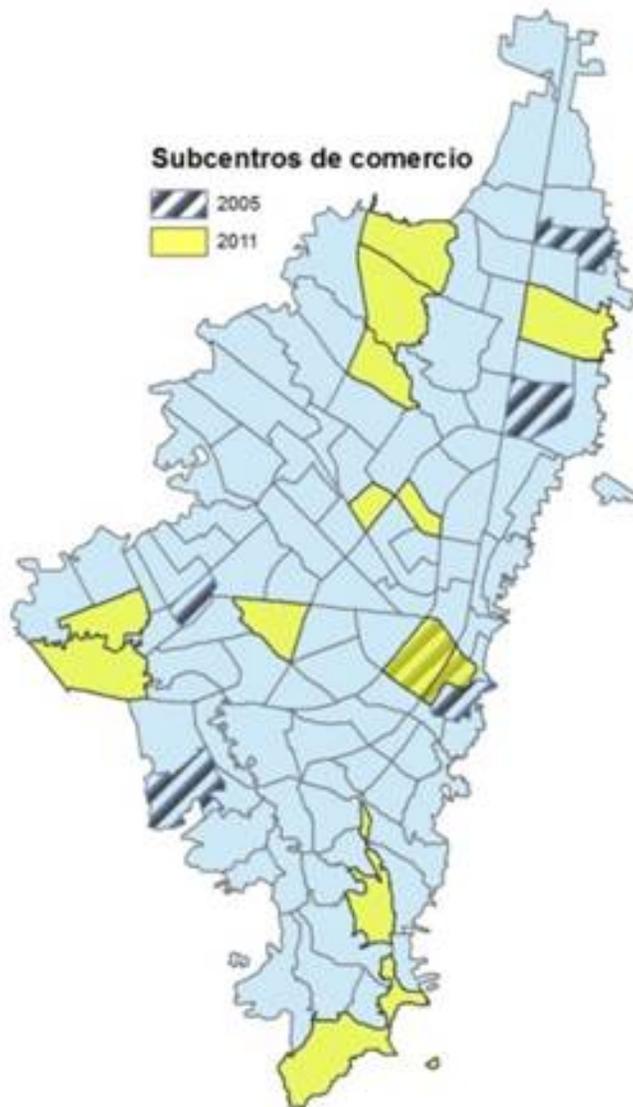


Figura 8: Subcentros de comercio mediante regresión cuantílica (UPZ)

| Variable | modelo 1 | Modelo 2 | | | |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | | QR_25 | QR_50 | QR_75 | QR_90 |
| distcbd | -.00008067*** | -.00004137* | -.0000406* | -.00005661** | -.00005828** |
| distaero | | -.00008307*** | -.00007635*** | -.00008836*** | -0.00004116 |
| eindustria | | -.00073465* | -.00078877* | -.00100063*** | -.00066868* |
| ecomercio | | .00017319* | .00017232** | .00021024*** | 0.00012594 |
| eservicios | | .00022158*** | .00017586*** | .00012189** | 0.00012113 |
| area | | 0.0658658 | 0.00846762 | 0.26443705 | 0.94388847 |
| psuelohab | | 0.60398283 | 0.31781277 | -0.14826563 | 0.14037574 |
| transmi | | .59427636*** | .449077*** | .41250655*** | .55681196*** |
| transmicons | | 0.31295916 | .74060292* | .5894152** | .95051237*** |
| _cons | 7.4350472*** | 5.8743047*** | 7.0322109*** | 8.4793603*** | 8.140734*** |

P-value: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Cuadro 7: Densidad de trabajo 2011 (ZAT)

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ZAT | 9 | 13 | 27 | 28 | 33 | 52 | 54 | 69 | 78 | 89 | 115 |
| UPZ | 17 | 9 | 17 | 17 | 27 | 12 | 12 | 13 | 13 | 19 | 71 |
| ZAT | 119 | 136 | 138 | 144 | 146 | 147 | 151 | 194 | 235 | 245 | 255 |
| UPZ | 72 | 25 | 20 | 16 | 16 | 16 | 14 | 74 | 98 | 88 | 99 |
| ZAT | 261 | 276 | 279 | 294 | 322 | 324 | 325 | 326 | 344 | 351 | 352 |
| UPZ | 88 | 99 | 101 | 104 | 110 | 112 | 112 | 111 | 101 | 91 | 91 |
| ZAT | 363 | 364 | 371 | 373 | 396 | 416 | 420 | 423 | 433 | 457 | 459 |
| UPZ | 102 | 108 | 108 | 40 | 79 | 80 | 44 | 44 | 102 | 94 | 94 |
| ZAT | 502 | 517 | 519 | 526 | 529 | 532 | 533 | 538 | 543 | 551 | 554 |
| UPZ | 38 | 45 | 45 | 47 | 82 | 81 | 47 | 45 | 49 | 84 | 86 |
| ZAT | 569 | 576 | 618 | 657 | 662 | 735 | 741 | 745 | 749 | 767 | |
| UPZ | 85 | 42 | 42 | 62 | 66 | 57 | 58 | 57 | 52 | 0 | |

Cuadro 8: Subcentros de empleo

Al analizar los resultados de la figura 9 se observa como la ubicación de los centros de empleo se da principalmente en el Centro Ampliado y parte de las localidades de Bosa y Kennedy, con un patrón muy similar al obtenido mediante el uso de UPZ. Se observa la aparición de la zona industrial de Puente Aranda la cual no lograba ser capturada estadísticamente cuando se utilizaba la UPZ como unidad de análisis geográfico. Otra zona de interés que se observa es la de Usme hacia el sur de la ciudad. En esta zona se localizan varias plantas de producción

| Variable | modelo 1 | Modelo 2 | | | |
|-------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | | QR_25 | QR_50 | QR_75 | QR_90 |
| distcbd | 0.00002083 | .00009436** | .00005354** | 0.00003271 | 0.00002225 |
| distaero | | -.00011555*** | -.0001128*** | -.00009835*** | -.00006763* |
| eindustria | | 0.00007887 | -2.12E-06 | -0.00014101 | -0.0003857 |
| ecomercio | | -0.00001115 | 0.00004731 | 0.00008399 | 0.00015376 |
| eservicios | | .00012092* | 0.00003124 | 0.00002517 | -0.00002534 |
| area | | 13.872.453 | 2.067864** | 2.2543599*** | 1.9654356** |
| psuelohab | | 13.473.522 | 0.85529111 | 0.9554121 | 0.79497815 |
| transmi | | .36619462* | .32706222* | 0.21273506 | 0.07313124 |
| transmicons | | -0.20924855 | 0.23534489 | 0.04464437 | 0.05429249 |
| _cons | 5.9398298*** | 3.8695808*** | 5.2639103*** | 5.924464*** | 6.6251699*** |

P-value: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Cuadro 9: Densidad de comercio 2011 (ZAT)

de cemento, ladrillo y materiales agregados y nos descartamos el posible efecto que la cárcel La Picota y el batallón militar contiguo tengan sobre el empleo.

5.4. Subcentros de comercio (ZAT)

El anexo 5 muestra la gráfica de la función de distribución acumulada empírica del logaritmo natural de la densidad del comercio (*Indcomercio*) para el año 2011, se observa un incremento constante $0.1 < q < 0.9$.

La regresión cuantílica y con unidad geográfica de análisis ZAT, presenta que la variable distancia al CBD no resulta ser significativa para la forma reducida del modelo. Por otra parte, en la forma ampliada del modelo las variables distancia al CBD, distancia al aeropuerto, área de la ZAT y Transmilenio resultan ser significativas para los primeros cuantiles. Al revisar la regresión en el cuantil de interés (QR_90), se observa que las variables: distancia al aeropuerto y área de la ZAT resultan ser significativas (cuadro 9).

Usando los resultados obtenidos en el cuantil 90 de la regresión cuantílica, se identifican los subcentros de comercio a nivel de ZAT (anexo 8) y se presentan en el cuadro 10:

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| ZAT | 11 | 23 | 26 | 27 | 28 | 33 | 52 | 69 | 75 | 76 | 87 | 94 | 107 |
| UPZ | 9 | 9 | 10 | 17 | 17 | 27 | 12 | 13 | 13 | 13 | 15 | 24 | 28 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ZAT | 115 | 119 | 124 | 129 | 170 | 177 | 197 | 216 | 363 | 394 | 396 | 416 | 422 |
| UPZ | 71 | 72 | 29 | 29 | 21 | 26 | 74 | 22 | 102 | 46 | 79 | 80 | 44 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ZAT | 423 | 453 | 454 | 457 | 500 | 514 | 522 | 525 | 544 | 548 | 550 | 560 | 568 |
| UPZ | 44 | 93 | 93 | 94 | 35 | 41 | 47 | 47 | 85 | 81 | 84 | 84 | 85 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ZAT | 576 | 595 | 621 | 644 | 709 | 714 | 742 | 766 | 774 | 778 | 779 | 782 | 785 |
| UPZ | 42 | 34 | 69 | 50 | 67 | 67 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ZAT | 900 | 901 | 934 | 951 |
| UPZ | 0 | 0 | 0 | 44 |

Cuadro 10: Subcentros de comercio

Los subcentros de empleo y comercio con unidad geográfica ZAT, se presentan en la figura 9

Si se comparan los resultados de la regresión cuantílica con aquellos de las matrices de contigüidad se observa que la ubicación predominante de los subcentros de empleo continúa siendo el área centro oriental de la ciudad, sin embargo, la densidad de empleo en las localidades de Kennedy y Bosa es mayor en la regresión cuantílica puesto que dichas zonas tienen densidades de empleo muy elevadas comparadas con otras zonas con la misma distancia al CBD. Respecto a los subcentros de comercio los resultados de la metodología de regresión cuantílica no difieren considerablemente de aquellos obtenidos con matrices de contigüidad a excepción de los subcentros de comercio que se encuentran por fuera de la ciudad los cuales son más evidentes cuando se hace uso de los cuantiles.

Dichos centros de comercio por fuera de Bogotá predominan para los municipios de Soacha, Funza y Mosquera por las razones previamente expuestas. Un aspecto adicional es la aparente distribución de los centros de comercio de acuerdo a la distribución de los portales del sistema de transporte masivo Transmilenio, como ocurre con los centros de comercio localizados en Bosa, Usme, Kennedy, Suba, Calle 80 y autopista norte todos los cuales cuentan a su vez con un portal de Transmilenio.

6. CONCLUSIONES

En la ciudad de Bogotá se logran identificar varias áreas geográficas que presentan las mayores concentraciones de empleo en la ciudad. Casos como la

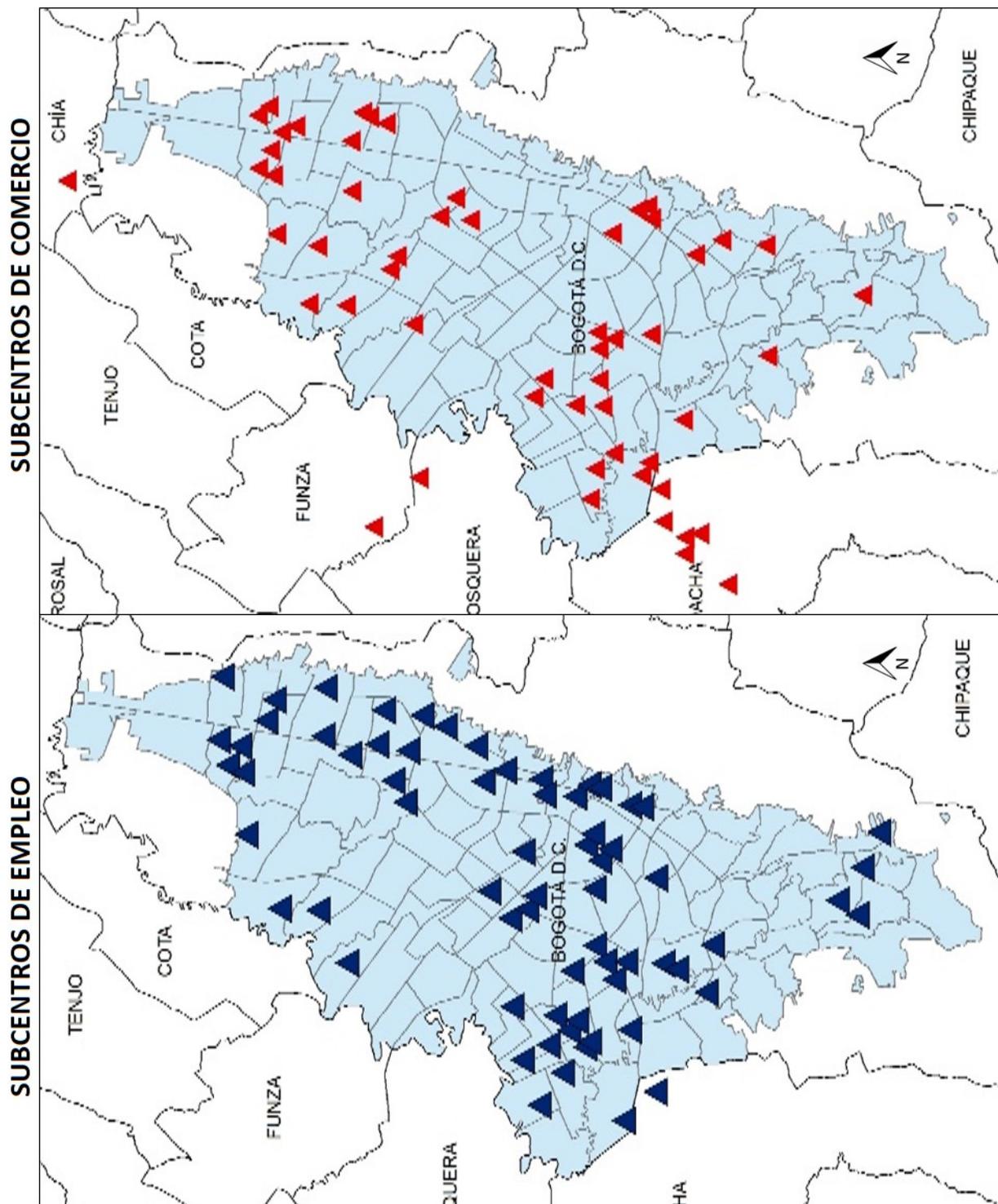


Figura 9: Subcentros de empleo y de comercio año 2011, identificados mediante regresión cuantílica (ZAT)

UPZ 97 (Chicó Lago) o la UPZ 102 (La Sábana) son ejemplos de ellas, tanto para los años 2005 como 2011 figuran como importantes centros concentradores de empleo. Las localidades de Kennedy y Bosa revisten un interés particular puesto que se configuran como subcentros de empleo mediante la metodología de regresión cuantílicas ya que al ser considerada la distancia al CBD, dichas localidades tienen densidades de empleo particularmente altas para la aparente lejanía al CBD. Para los subcentros de comercio ocurre una situación un poco distinta ya que no se logra identificar un patrón definido de agregación entre los años 2005 y 2011 dado que la mayoría de subcentros de comercio que figuran en el año 2005 no figuran en el año 2011. Tal es el caso de la UPZ 16 (Santa Bárbara) quien encabezaba en listado de densidad de comercio en el año 2005, sin embargo, en el año 2011 no logra superar el umbral del cuantil 90.

Otro hallazgo importante es la relevancia que tiene la distancia al CBD como predictor de la densidad de empleo, efecto ampliamente evidenciado en la literatura. Adicional a la distancia al CBD son poco los casos que la densidad de empleo es explicada por otra variable, por lo menos las utilizadas en el presente trabajo. Para el caso de la densidad de comercio la distancia al CBD no es determinante en ninguno de los modelos utilizados, si lo es en cambio el acceso a Transmilenio, lo cual se puede explicar por el gran volumen de pasajeros que el sistema transporta lo cual es muy atractivo para los comerciantes.

Adicionalmente vale la pena destacar el cada vez mayor impacto que tienen los centros de empleo y comercio que se ubican fuera del perímetro urbano. Si bien los datos del 2005 no incluyen información sobre los viajes realizados desde o hacia las afueras de la ciudad, en el año 2011 dicha información si está disponible y aplicando las metodologías de identificación de subcentros se lograron identificar varios de ellos en las zonas periféricas a la ciudad, en especial para los municipios de Soacha y Mosquera.

En cuanto al impacto del tamaño del área geográfica se refiere, el hecho de contar con mayor volumen de datos para el caso de las ZAT permite contar con estimaciones más robustas lo que a su vez se traduce en mayor significancia de algunas variables en comparación con el análisis mediante UPZ. Casos como el de la distancia al aeropuerto o el número de unidades económicas de industria, comercio y servicios son un ejemplo. Consideramos que se trata de un efecto estadístico el hecho de contar con nuevas variables significativas para lo cual sería deseable contar con información a nivel de ZAT para el año 2005 que permita hacer afirmaciones concluyentes, sin embargo, dicha información no está disponible.

De cara a futuras investigaciones vale la pena resaltar labor que lidera la Secretaría Distrital de Planeación mediante la recopilación de valiosa información tanto a nivel de localidad como a nivel de UPZ, lo cual, sin duda permite realizar estudios a un mayor nivel de desagregación geográfica con lo cual, en caso de realizarse una nueva encuesta de movilidad, se podrán hacer comparaciones con

una rigurosidad estadística considerable puesto que a la fecha la granuralidad de los datos acarrea algunos inconvenientes para las investigaciones.

BIBLIOGRAFIA

Referencias

- [1] Aalbu, Hallgeir. (2004). “Europa policéntrico: ¿Utopía o realidad?” En *Orñdenación del Territorio y Desarrollo Territorial*, eds. Juan Romero y Juaquin Farinós, 145-171. Girón: Ediciones Trea, S.L.
- [2] Avendaño Arosemena, A. J. (2008). Identificación de subcentros de empleo y estimación de funciones de densidad para Bogotá D. C. Documentos de Investigación del Programa de Doctorado de Economía Aplicada Universitat Autònoma de Barcelona, 1-25.
- [3] Aguilera, A. (2005). “Growth in Commuting Distances in French Polycentric Metropolitan Areas: Paris, Lyon and Marseille” in “Urban Studies”, 42, pp. 1537–1548.
- [4] Buchinsky, M. (1994): Recent advances in quantile regression models: A practical guidline for empirical Research. *The Journal of Human Resources*, 33, 88–126.
- [5] Cameron & Trivedi (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications*. Cambridge University Press, New York, May 2005.
- [6] Champion, A.G.A. (2001). “Changing Demographic Regime and Evolving Polycentric Urban Regions: Consequences for the Size, Composition and Distribution of City Populations” in “Urban Studies”, 38(4), pp. 657–677.
- [7] Craig, S. G., & Ng, P. T. (2001). Using Quantile Smoothing Splines to Identify. *Journal of Urban Economics*, 49, 100–120.
- [8] Davoudi, S. (2003). “Polycentricity in European Spatial Planning: from an Analytical Tool to a Normative Agenda” in “European Planning Studies”, 11(8), pp. 979–999.
- [9] Dieleman, F.M. and A. Faludi. (1008) “Polynucleated Metropolitan Regions in Northwest Europe: Theme of the Special Issue” in “European Planning Studies”, 6(4), pp. 365–377.
- [10] Dühr, Stefanie. (2005). “Potentials for Polycentric Development in Europe: The ESPON 1.1.1 Project Report” in “Planning Practice and Research”, 20:2, pp.235-239.
- [11] Garcia López, M. À. (2008). Quince años de suburbanización en la barcelona metropolitana, ¿se está dispersando la población? *investigaciones económicas*. vol. XXXII (1), 53-86.

- [12] Green, N. (2007). "Functional Polycentricity: A Formal Definition in Terms of Social Network Analysis" in "Urban Studies", 44, pp.2077-2103.
- [13] Greene, D. L. (1980), Recent Trends in Urban Spatial Structure. *Growth and Change*, 11: 29–40.
- [14] Giuliano, G., & Small, K. A. (1991). Subcenters in the Los Angeles Region. *Regional Science and Urban Economics*, 163-182.
- [15] Griffith (1981). Modellhng urban population density in a multi-centered city, *Journal of Urban Economws*, 9, 298-310.
- [16] Gumprecht, D (2008). *Spatial Methods in Econometrics*. VDM Verlag Dr. Müller Aktiengesellschaft & Co. KG and licensors.
- [17] Hall, P. (2006), "Modelling the Post-Industrial City" in "Futures", 29(4/5), pp. 311–322, 1997; in Lambregts, B., "Polycentrism: Boon or Barrier to Metropolitan Competitiveness? The Case of the Randstad Holland" in "Built Environment", 32, pp. 114-123.
- [18] Heikkila, P Gordon, J Kam, H Richardson, and D Dale-Johnson (1989). What happened to the CBD distance gradient? Land values in a polycentnc city, *Environment and Planning A*, 21, 221-232.
- [19] Kloosterman, R.C. and S. Musterd. (2001). "The Polycentric Urban Region: Towards a Research Agenda" in "Urban Studies", 38(4), pp.623-633.
- [20] Koenker, R., and G. Bassett (1978). Regression Quantiles. *Econometrica*, 46, 33-50.
- [21] Ma, K.R. and Banister, D. (2006). Excess commuting: a critical review. *Transport Reviews*, 26(6): 749-767
- [22] McDonald, J.F (1987). The identification of urban employment subcenters. *Journal of Urban Economics*. 21, 242-258.
- [23] McDonald, J. F., & Prather, P. J. (1994). Suburban Employment Centres : The Case of Chicago. *Urban Studies*, Vol. 31, No. 2, 201-218.
- [24] McMillen, D. P., & McDonald, J. F. (1997). A NONPARAMETRIC ANALYSIS OF EMPLOYMENT DENSITY. *JOURNAL OF REGIONAL SCIENCE*, VOL. 37, NO. 4, 591-612.
- [25] McMillen, D. P. (2001) "Nonparametric employment subcenter identification," *Journal of Urban Economics*, 50(3), 448-473.
- [26] McMillen, D. P. (2003). Identifying Sub-centres Using Contiguity Matrices. *Urban Studies*, Vol. 40, No. 1, 57–69.
- [27] McMillen, D. P. (2004). Employment densities, spatial autocorrelation, and subcenters in large metropolitan areas. *journal of regional science*, vol. 44, No. 2, 225–243.

- [28] Odland, J. (1978). The Conditions for Multi-Center Cities. *Economic Geography*, Vol. 54, No. 3, 234-244.
- [29] Redfearn L.C. (2007). The topography of metropolitan employment: Identifying centers of employment in a polycentric urban area. *Journal of Urban Economics* 61 519-541.
- [30] Ruiz Estupiñán, N. H. (2010). detección y análisis de subcentros de empleo El caso de Bogotá D.C. Universitat Politècnica de Catalunya.
- [31] Secretaria Distrital de Planeación. (2014). Inventario de información en materia estadística sobre Bogotá. Recuperado el 20 de enero de 2014, de <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Informaci%F3nTomaDecisiones/Estadisticas/Inventarios/geograf%EDA>
- [32] Secretaria Distrital de Planeación. (2014). Sistema de consulta de información estadística. Recuperado el 20 de enero de 2014, de <http://200.69.105.197/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?>
- [33] Scott, A.J. (2006). "Global City-Regions: Trends, Theory, Policy". Oxford: Oxford University Press, 2001; in LAMBREGTS, B., "Polycentrism: Boon or Barriage to Metropolitan Competitiveness? The Case of the Randstad Holland" in "Built Environment", 32, pp. 114-123.
- [34] Shukla, V., and P. Waddell (1991) Firm Location and Land Use in Discrete Urban Space: A Study of the Spatial Structure of Dallas-Fort Worth. *Regional Science and Urban Economics*, 21(2), 225-51.
- [35] Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital de Bogotá -Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital -IDECA-. (2013). Mapa de referencia de Bogotá V.06.13. Bogotá, Colombia: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital de Bogotá -UAECD-
- [36] White, M. J. (1999): «Urban Areas with Decentralized Employment: Theory and Empirical Work», en E.S. Mills y P. Cheshire (eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*, volumen 4, 1375-1412.

Anexo 2

Listado UPZ

| Número Localidad | Nombre Localidad | Número UPZ | Nombre UPZ | Número Localidad | Nombre Localidad | Número UPZ | Nombre UPZ |
|------------------|------------------|------------|---------------------------|------------------|------------------|------------|---------------------------|
| 1 | Usaquén | 1 | Paseo de los Libertadores | 7 | Bosa | 87 | Tintal Sur |
| 1 | Usaquén | 9 | Verbenal | 8 | Kennedy | 44 | Américas |
| 1 | Usaquén | 10 | La Uribe | 8 | Kennedy | 45 | Carvajal |
| 1 | Usaquén | 11 | San Cristóbal Norte | 8 | Kennedy | 46 | Castilla |
| 1 | Usaquén | 12 | Toberín | 8 | Kennedy | 47 | Kennedy Central |
| 1 | Usaquén | 13 | Los Cedros | 8 | Kennedy | 48 | Timiza |
| 1 | Usaquén | 14 | Usaquén | 8 | Kennedy | 78 | Tintal Norte |
| 1 | Usaquén | 15 | Country Club | 8 | Kennedy | 79 | Calandaima |
| 1 | Usaquén | 16 | Santa Bárbara | 8 | Kennedy | 80 | Corabastos |
| 2 | Chapinero | 88 | El Refugio | 8 | Kennedy | 81 | Gran Britalia |
| 2 | Chapinero | 89 | San Isidro Patios | 8 | Kennedy | 82 | Patio Bonito |
| 2 | Chapinero | 90 | Pardo Rubio | 8 | Kennedy | 83 | Las Margaritas |
| 2 | Chapinero | 97 | Chicó Lago | 8 | Kennedy | 113 | Bavaria |
| 2 | Chapinero | 99 | Chapinero | 9 | Fontibón | 75 | Fontibón |
| 3 | Santa Fe | 91 | Sagrado Corazón | 9 | Fontibón | 76 | Fontibón San Pablo |
| 3 | Santa Fe | 92 | La Macarena | 9 | Fontibón | 77 | Zona Franca |
| 3 | Santa Fe | 93 | Las Nieves | 9 | Fontibón | 110 | Ciudad Salitre Occidental |
| 3 | Santa Fe | 95 | Las Cruces | 9 | Fontibón | 112 | Granjas de Techo |
| 3 | Santa Fe | 96 | Lourdes | 9 | Fontibón | 114 | Modelia |
| 4 | San Cristóbal | 32 | San Blas | 9 | Fontibón | 115 | Capellania |
| 4 | San Cristóbal | 33 | Sosiego | 9 | Fontibón | 117 | Aeropuerto El Dorado |
| 4 | San Cristóbal | 34 | 20 de Julio | 10 | Engativá | 26 | Las Ferias |
| 4 | San Cristóbal | 50 | La Gloria | 10 | Engativá | 29 | Minuto de Dios |
| 4 | San Cristóbal | 51 | Los Libertadores | 10 | Engativá | 30 | Boyacá Real |
| 5 | Usme | 52 | La Flora | 10 | Engativá | 31 | Santa Cecilia |
| 5 | Usme | 56 | Danubio | 10 | Engativá | 72 | Bolivia |
| 5 | Usme | 57 | Gran Yomasa | 10 | Engativá | 73 | Garcés Navas |
| 5 | Usme | 58 | Comuneros | 10 | Engativá | 74 | Engativá |
| 5 | Usme | 59 | Alfonso López | 10 | Engativá | 105 | Jardín Botánico |
| 5 | Usme | 60 | Parque Entrenubes | 10 | Engativá | 116 | Álamos |
| 5 | Usme | 61 | Ciudad Usme | 11 | Suba | 2 | La Academia |
| 6 | Tunjuelito | 42 | Venecia | 11 | Suba | 3 | Guaymaral |
| 6 | Tunjuelito | 62 | Tunjuelito | 11 | Suba | 17 | San José de Bavaria |
| 7 | Bosa | 49 | Apogeo | 11 | Suba | 18 | Britalia |
| 7 | Bosa | 84 | Bosa Occidental | 11 | Suba | 19 | El Prado |
| 7 | Bosa | 85 | Bosa Central | 11 | Suba | 20 | La Alhambra |

| Número Localidad | Nombre Localidad | Número UPZ | Nombre UPZ | Número Localidad | Nombre Localidad | Número UPZ | Nombre UPZ |
|------------------|------------------|------------|----------------------------|------------------|--------------------|------------|--------------------|
| 7 | Bosa | 86 | El Porvenir | 11 | Suba | 23 | Casa Blanca Suba |
| 11 | Suba | 24 | Niza | 16 | Puente Aranda | 41 | Muzú |
| 11 | Suba | 25 | La Floresta | 16 | Puente Aranda | 43 | San Rafael |
| 11 | Suba | 27 | Suba | 16 | Puente Aranda | 108 | Zona Industrial |
| 11 | Suba | 28 | El Rincón | 16 | Puente Aranda | 111 | Puente Aranda |
| 11 | Suba | 71 | Tibabuyes | 17 | La Candelaria | 94 | La Candelaria |
| 12 | Barrios Unidos | 21 | Los Andes | 18 | Rafael Uribe Uribe | 36 | San José |
| 12 | Barrios Unidos | 22 | Doce de Octubre | 18 | Rafael Uribe Uribe | 39 | Quiroga |
| 12 | Barrios Unidos | 98 | Los Alcázares | 18 | Rafael Uribe Uribe | 53 | Marco Fidel Suárez |
| 12 | Barrios Unidos | 103 | Parque Salitre | 18 | Rafael Uribe Uribe | 54 | Marruecos |
| 13 | Teusaquillo | 100 | Galerías | 18 | Rafael Uribe Uribe | 55 | Diana Turbay |
| 13 | Teusaquillo | 101 | Teusaquillo | 18 | Rafael Uribe Uribe | 60 | Parque Entrenubes |
| 13 | Teusaquillo | 104 | Parque Simón Bolívar - CAN | 19 | Ciudad Bolívar | 63 | El Mochuelo |
| 13 | Teusaquillo | 106 | La Esmeralda | 19 | Ciudad Bolívar | 64 | Monte Blanco |
| 13 | Teusaquillo | 107 | Quinta Paredes | 19 | Ciudad Bolívar | 65 | Arborizadora |
| 13 | Teusaquillo | 109 | Ciudad Salitre Oriental | 19 | Ciudad Bolívar | 66 | San Francisco |
| 14 | Los Mártires | 37 | Santa Isabel | 19 | Ciudad Bolívar | 67 | Lucero |
| 14 | Los Mártires | 102 | La Sabana | 19 | Ciudad Bolívar | 68 | El Tesoro |
| 15 | Antonio Nariño | 35 | Ciudad Jardín | 19 | Ciudad Bolívar | 69 | Ismael Perdomo |
| 15 | Antonio Nariño | 38 | Restrepo | 19 | Ciudad Bolívar | 70 | Jerusalén |
| 16 | Puente Aranda | 40 | Ciudad Montes | | | | |

Fuente: Secretaria Distrital de Planeación de Bogotá (www.sdp.gov.co)

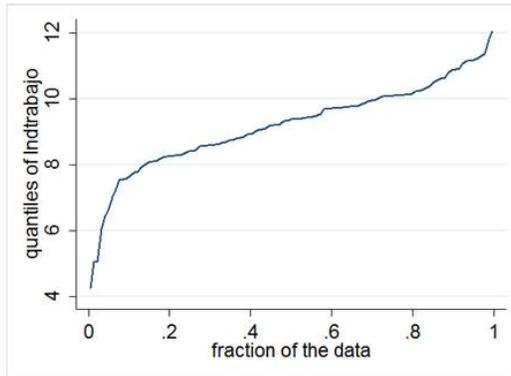
Anexo 3

Zonas de Transporte (ZAT) para la ciudad de Bogotá

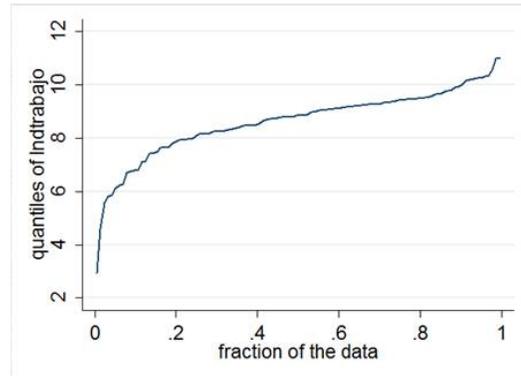


Fuente: Secretaria Distrital de Movilidad (OIS-SDM Mapa referencia IDE-CA)

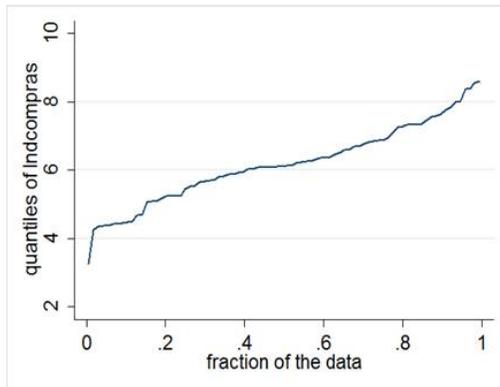
Anexo 4



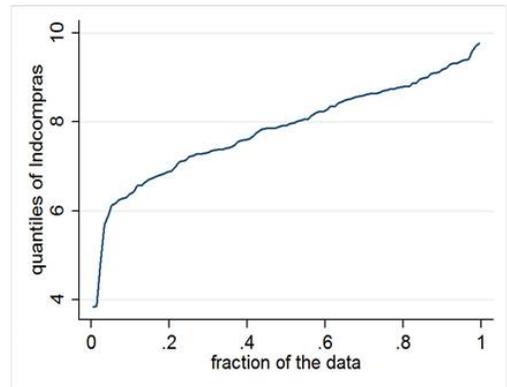
Cuantiles variable dependiente Indtrabajo año 2005 (UPZ)



Cuantiles variable dependiente Indtrabajo año 2011 (UPZ)

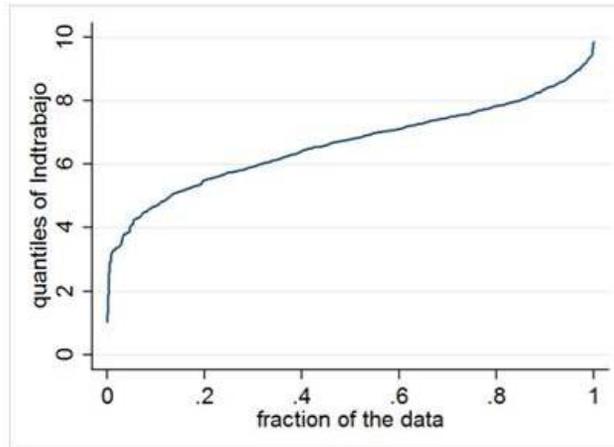


Cuantiles variable dependiente Indcompras año 2005 (UPZ)

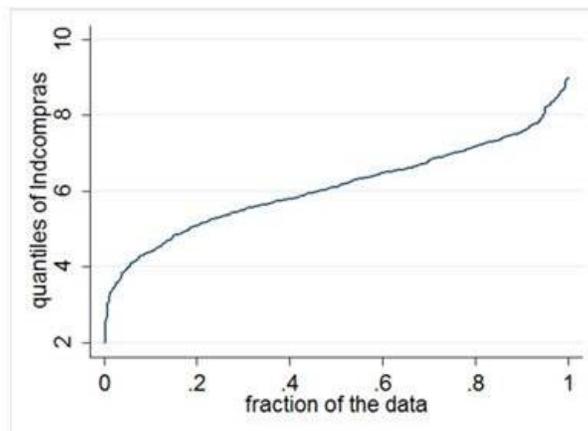


Cuantiles variable dependiente Indcompras año 2011 (UPZ)

Anexo 5



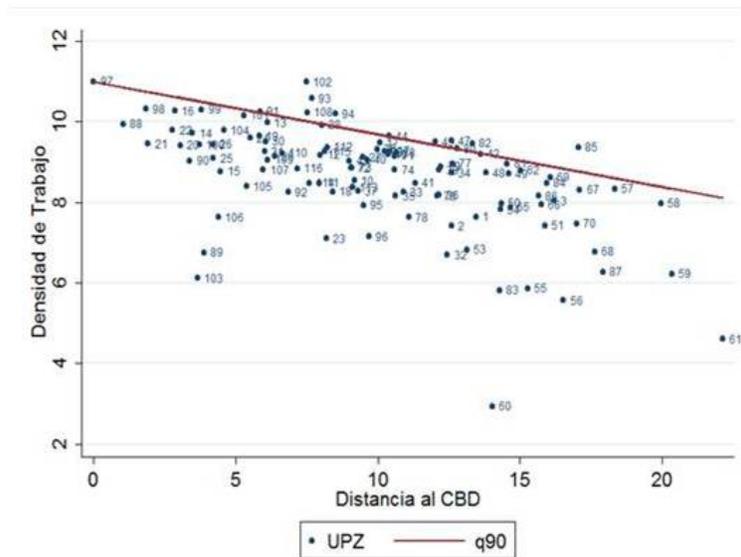
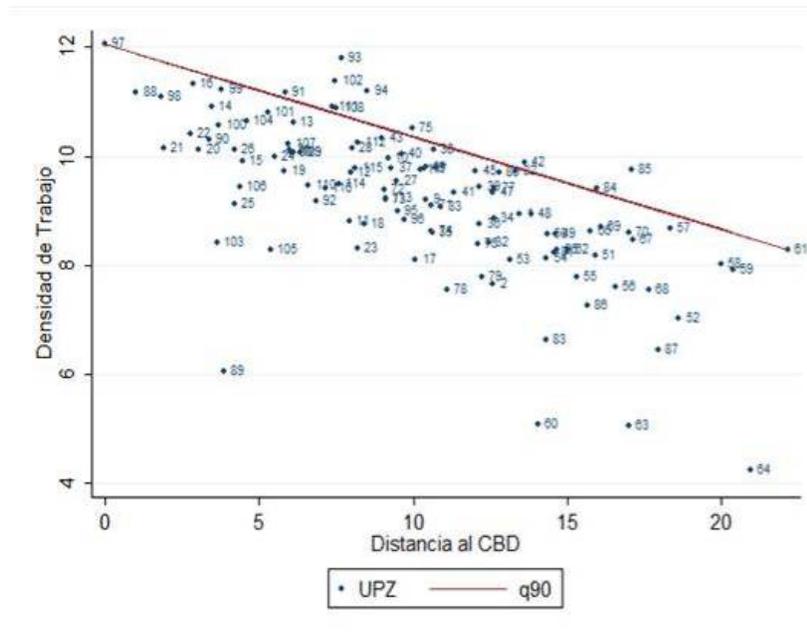
Cuantiles variable dependiente Indtrabajo
(ZAT)



Cuantiles variable dependiente Indcompras
(ZAT)

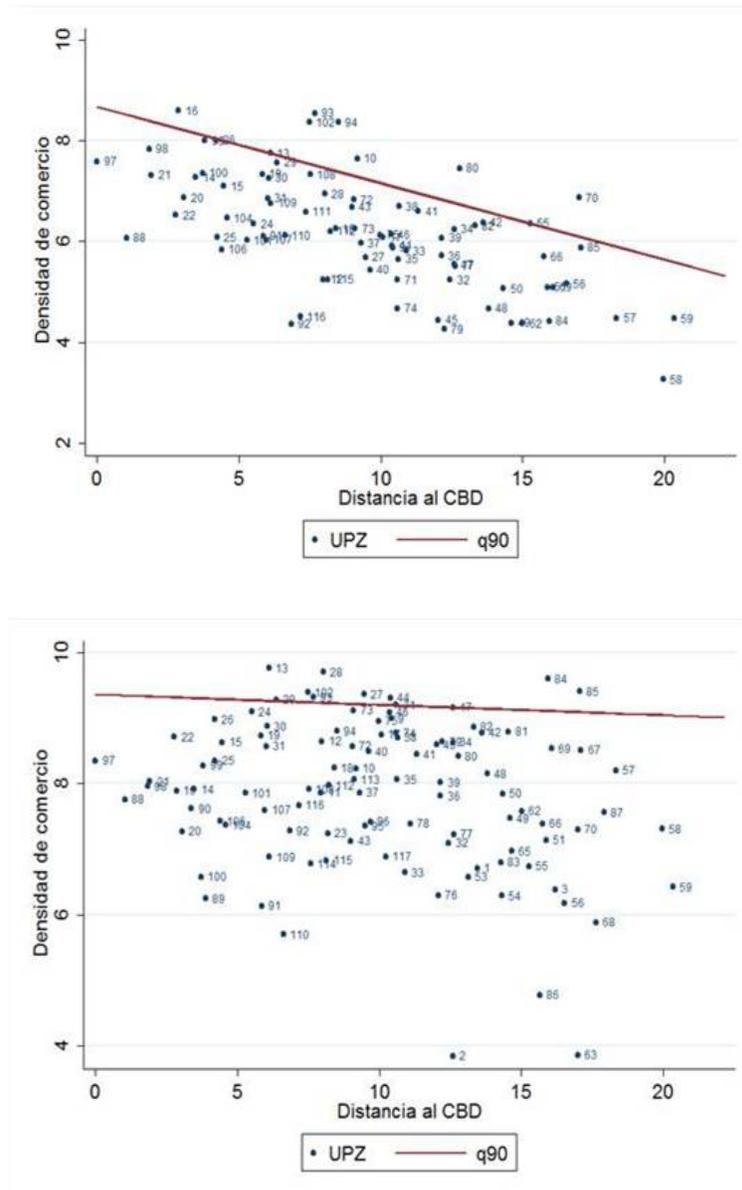
Anexo 6

Identificación visual de zonas de trabajo (UPZ) para los años 2005 y 2011 a partir del cuantil 90 (2005 a la izquierda, 2011 a la derecha):



Anexo 7

Identificación visual de zonas de comercio (UPZ) para los años 2005 y 2011 a partir del cuantil 90 (2005 a la izquierda, 2011 a la derecha):



Anexo 8

Identificación visual de zonas de trabajo y comercio, respectivamente, para el año 2011 a partir del cuantil 90:

