

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ECONOMIA

Disertación previa a la obtención del título de Economista

Centros de empleo en el Distrito Metropolitano de Quito: influencia en la distribución de la población y la configuración social urbana.

Diego Israel Rojas Báez

dirojasb@gmail.com

Director: Ec. Diego Mancheno P.

diegomancheno@gmail.com

Quito, Junio de 2013

Resumen

Este análisis se realiza desde la economía urbana, que introduce en la dimensión del espacio y de los flujos en la macroeconomía. Con este marco teórico se desarrolla una descripción exhaustiva a través de técnicas estadísticas y econométricas espaciales de la distribución de la población y de la actividad económica. Estas representadas en la densidad de población y empleo, respectivamente, con el objeto de identificar la presencia de centros de empleo en el escenario del Quito urbano. Los métodos no paramétricos de estimación de superficies juegan un papel fundamental en este análisis al igual que los indicadores de autocorrelación espacial. Para lograr esta identificación se utilizan diversas herramientas cartográficas que permiten visualizar e intuir sobre las dos variables a través de mapas y otras formas de representación. Lo que se busca es tratar de comprobar la hipótesis de la influencia de la actividad económica, representada por centros de empleo, sobre las preferencias de localización de la población. Y si estas preferencias guardan un orden consistente con los desarrollos teóricos de esta escuela aterrizados en el espacio del Quito.

Palabras clave: densidad de empleo, densidad de población, centros de empleo, estadística espacial, configuración urbana.

Centros de empleo en el Distrito Metropolitano de Quito: influencia en la distribución de la población y la configuración social urbana.

Resumen.....	2
Introducción	4
Preguntas y Objetivos.....	6
Metodología del Trabajo	7
Primer momento	7
Segundo Momento.....	7
Tercer Momento	9
Fundamentos Teóricos.....	15
Contexto socio demográfico y económico del DMQ.....	20
Dinámicas socio-demográficas.....	20
El Fenómeno del crecimiento urbano	24
Dinámicas Económicas	26
La función de densidad poblacional: un acercamiento a la distribución espacial de la población en Quito.....	33
La población en Quito un análisis exploratorio espacial.....	33
Estimación de la función de densidad poblacional: Un análisis de los gradientes de decaimiento .	40
Una función de densidad poblacional flexible	43
La función de densidad de empleo y centros de empleo en Quito	54
Un análisis exploratorio de la densidad de empleo	54
Una estimación flexible de la función de densidad de empleo.....	61
Identificación de Centros de empleo	64
Una ciudad policéntrica, al menos en empleo	71
Influencia de los centros de empleo sobre la localización de la población y la configuración social urbana	74
El análisis gráfico intuitivo	75
Un modelo de ciudad policéntrica para la densidad de población	79
Influencia del empleo en la configuración social urbana.....	82
Referencias Bibliográficas	89
Glosario	92
Anexos.....	94

Introducción

La teoría económica incorpora el análisis espacial dentro de sus desarrollos tras comprender que una de las decisiones principales que los agentes económicos enfrentan es la de localización. En un principio se afronta esta realidad dentro de un marco clásico de pensamiento propuesto por Von Thünen (1966), posteriormente sería Marshall quien haría las primeras constataciones sobre el fenómeno de las externalidades que genera la ubicación espacial, específicamente de la aglomeración. Posteriormente, ya en un contexto urbano, estos discursos serían recogidos por la nueva economía urbana en planteamientos como *la ciudad monocéntrica* de Alonso (1964); que plantea una ciudad que se desarrolla alrededor de un núcleo económico, Central Business District, en medio de la interrelación de fuerzas de atracción y dispersión de la actividad económica y de la población. Estas fuerzas pueden afectar las decisiones de localización de firmas y trabajadores a través de un elemento clave: el costo de transporte en el que incurren los agentes al trasladarse ellos y sus productos hacia el CBD. El crecimiento de estas ciudades, tanto demográfico como económico, determinará, al menos a nivel teórico, que la interacción de fuerzas de origen a múltiples centros de empleos concentrados en el territorio de estas. En este contexto, este trabajo aterriza algunos de estos desarrollos en un escenario real, como lo es el DMQ, como ejercicio de validación de estas regularidades empíricas que se habían encontrado. Específicamente la existencia de múltiples centros de empleo es el elemento principal de análisis que se trabaja en este documento.

El análisis de la conformación del espacio urbano desde la perspectiva económica cobra aun mayor relevancia, ya a un nivel político, cuando se discuten procesos como los de relocalización industrial, conformación de parques industriales o estructuración de ciudades productivas; pues todas estas propuestas deben finalmente partir de un análisis de decisiones de localización espacial de empresas y hogares. Este estudio puede aportar a esta discusión; no solo desde la utilidad intrínseca que representa conocer la validez de los argumentos teóricos antes mencionados; sino también desde la identificación de algunos de los factores que pueden determinar que procesos de relocalización o similares tengan un relativo éxito o fracaso. Es claro de otro lado que esta discusión ha estado ausente en el Ecuador; tanto en lo académico, como en el campo de lo político institucional. Este estudio pretende, sobretodo, aportar a la comprensión de la configuración del territorio en el DMQ a través de la identificación de centros de empleo urbanos en la ciudad de Quito; y su influencia en la distribución de la población. Para esto este trabajo desarrolla metódicamente un proceso de descripción de la distribución espacial del empleo y la población en el afán de encontrar una posible relación entre la distribución del uno con el otro.

El primer capítulo de esta disertación aborda el contexto socio demográfico y económico que rodea a la ciudad. A través del análisis de datos estadísticos se intenta dar a entender al lector una breve idea de la situación del tejido productivo y de la población de Quito dentro del contexto nacional y para sí mismo. El segundo capítulo describe a través de técnicas de análisis exploratorio espacial y econometría las lógicas de la distribución de la población en el escenario urbano de la ciudad de Quito. El análisis de autocorrelación espacial, los métodos no paramétricos de ajuste y los modelos de ciudad monocéntrica permiten ilustrar al lector sobre la lógica de distribución de la población en los periodos 2001 y 2010. En el tercer capítulo se usan las mismas técnicas para el análisis exhaustivo de la distribución espacial de la densidad de empleo para posteriormente desembocar en un análisis de identificación de centros de empleo. Se exploran tres métodos de identificación utilizados

previamente en otros lugares. Se escoge finalmente el que mejor se adapta a las expectativas generadas por el análisis exploratorio y el conocimiento convencional que se posee sobre la ciudad. El cuarto capítulo conjuga los resultados de los capítulos previos y trata de relacionarlos con la densidad de población y la del empleo a través de técnicas estadísticas espaciales. El análisis visual de mapas y superficies ajustadas con métodos no paramétricos permite identificar una relación de distribución entre ambos. Una vez que se ha confirmado esta relación el paso siguiente es explorar la posibilidad de que exista de la misma manera una relación entre la configuración social y la distribución del empleo. Finalmente se exponen las conclusiones.

Preguntas y Objetivos

1. Pregunta general

¿Cuál es la relación entre la ubicación de los centros de empleo, la distribución de la población y la configuración social urbana del Distrito Metropolitano de Quito?

2. Objetivo general

Identificar la ubicación espacial de los centros de empleo en el Distrito Metropolitano de Quito; y establecer cuál es la relación entre estos, la distribución espacial de la población y la configuración social urbana.

3. Objetivos específicos

- Describir la distribución y los rasgos socio-económicos más característicos del DMQ.
- Describir el fenómeno de concentración de la población en el territorio y estimar la función de densidad poblacional del DMQ.
- Describir el fenómeno de la concentración del empleo en el territorio y determinar la ubicación de los centros de empleo del DMQ.
- Identificar la relación entre la distribución de la población con respecto la ubicación de los centros de empleo del DMQ.
- Describir la influencia de los centros de empleo en la configuración social urbana del DMQ

4. Preguntas específicas

- ¿Cuáles son las características socio económicas más relevantes del DMQ?
- ¿Cuáles son las características más relevantes de la distribución espacial de la población y cuál es la función de densidad poblacional en el DMQ?
- ¿Cómo se distribuye el empleo en el DMQ y cuál es la ubicación de sus centros de empleo?
- ¿Cómo y en qué medida influye la ubicación espacial de los centros de empleo en la distribución espacial de la población del DMQ?
- ¿Cómo puede influir la ubicación espacial de los centros de empleo en la configuración social urbana del DMQ?

Metodología del Trabajo

Este trabajo se puede dividir metodológicamente en tres momentos que aprovechan distintas técnicas e instrumentos simultáneamente o no. Debido a este uso transversal de los métodos no se realiza una descripción por secciones del método sino de las técnicas utilizadas a través de todo el trabajo según el momento que le corresponde.

Primer momento

El primer momento consiste en realizar un primer acercamiento a las características de la actividad económica y de la población en Quito. Los niveles de concentración de la economía, la diversidad del tejido productivo, el crecimiento poblacional, la pobreza, el crecimiento urbano son dimensiones que se tocan de lado en este capítulo en un esfuerzo de contextualizar al empleo y la población desde aspectos que se encuentran ligados a estos y que pueden determinar de alguna manera su distribución espacial.

Segundo Momento

Es transversal a los capítulos dos, tres y cuatro. En este momento se realiza un análisis que se vale del examen de patrones de distribución espacial de variables sobre mapas en un área de estudio específica. El análisis exhaustivo de la cartografía estadística, pone especial atención en los cambios intertemporales, que se generan con el objeto de elaborar conjeturas e intuitivamente definir cualidades y regularidades empíricas encontradas en el área de estudio; en relación con las lógicas de distribución de la actividad económica, de la población y de su inter-relación. Además la generación de una cartografía estadística se acompaña del uso de técnicas estadísticas que tratan de dar un primer sustento formal a los juicios que se desprenden del análisis visual de la cartografía. Por ejemplo un instrumento invaluable en el desarrollo de este trabajo es el uso de cocientes de localización; este consiste en la representación de una variable como porcentaje de un parámetro fijo de la ciudad como el promedio de la densidad. Este ejercicio permite además de facilitar un elemento de comparación que vaya más allá de una arbitraria selección y en el tiempo de cuenta del fenómeno de crecimiento urbano (Millward, 2008). Así mismo, la utilización del análisis de autocorrelación espacial local y global al que denominaremos análisis exploratorio espacial, se encuentra incluida una herramienta que es indispensable y que da mucho sustento a las conclusiones de este trabajo: el análisis de autocorrelación espacial local y global. Esta herramienta es indispensable explicar de manera detallada por su carácter de transversal a todos los análisis de este trabajo.

Autocorrelación Espacial y Análisis LISA

El análisis de la distribución espacial de una variable debe tener en cuenta la formación de patrones que a través de relaciones de proximidad entre lugares pueden influenciar de manera no aleatoria otras características del mismo lugar. Para entender esto se puede decir que las relaciones espaciales entre dos lugares pueden determinar características similares entre estos. Un ejemplo que se puede mencionar es la influencia que tiene la proximidad de dos espacios en la diseminación de enfermedades o patrones socio-culturales. Es decir si una ciudad X tiene una relación de proximidad

mas fuerte con la ciudad Y que con la ciudad Z las características de X y Y deberían ser similares en un mayor grado que entre X y Z. El análisis de estos patrones se ha facilitado gracias al desarrollo de pruebas de autocorrelación espacial que permiten entender si los patrones de características similares en un espacio responden a un fenómeno aleatorio o dependen de los efectos que la cercanía puede causar. En este sentido una de las pruebas más famosas para contrastar la hipótesis de la autocorrelación espacial en un espacio determinado es la I de Moran.

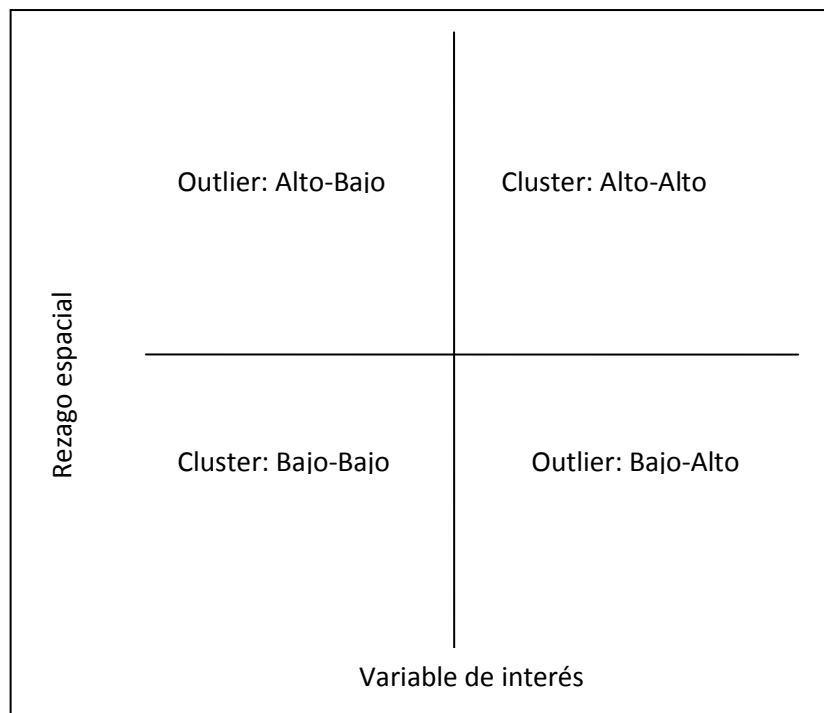
Esta prueba, que se utilizará de manera transversal en este trabajo, se calcula como el ratio del producto de la variable de interés y su rezago espacial con el producto cruzado de la variable de interés y ajustado a través de pesos espaciales (Bivand, Pebesma, & Rubio, 2008:259). Esta es una extensión espacial del coeficiente de correlación espacial de Pearson y se calcula como:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Donde y_i is la observacion i , \bar{y} es la media de la variable de interes y w_{ij} es el peso espacial que liga al i con j . Lo que este coeficiente de correlación asume es que el modelo ideal tiene una media constante y que cualquier patrón que sobre después del centrado debe ser un efecto de la relación espacial expresada en w_{ij} . Este coeficiente puede calcularse para dos variables sustituyendo el valor de otra variable rezagada espacialmente, esto da origen a la I de Moran bivariada.

Gráfico N° 1:

Gráfico de dispersión de Moran (Moran Scatterplot)



Elaboración: Diego Rojas

La utilización de índices globales sin embargo determina una pérdida en la identificación de patrones locales que son ignorados por este tipo de indicadores. Para solucionar este problema Anselin (1995) introduce los indicadores locales de asociación espacial o LISA por sus siglas en inglés. Los define básicamente a como un indicador que da indicios sobre el grado de aglomeración espacial entre la observación y sus vecinos; además la suma de todos los LISA debe ser proporcional al indicador global. La fórmula de este indicador puede expresarse como sigue:

$$I_i = (y_i - \bar{y}) \sum_{j=1}^J w_{ij} (y_j - \bar{y})$$

El análisis que se desprende de este indicador es la conformación de clusters con valores Altos y con valores Bajos. Además permite la identificación de outliers que muestran la asociación de valores disímiles en las distintas combinaciones que se pueden realizar. Esta clasificación se realiza alrededor del gráfico de dispersión de Moran o *Moran Scatterplot*, ilustrado en el Gráfico N° 1. Los valores se clasifican según en los cuadrantes en los que se ubique según la clasificación del análisis LISA. El valor del indicador global puede observarse en la pendiente de una regresión que se ajusta a los datos del gráfico de dispersión.

Tercer Momento

El tercer momento es el análisis formal de los datos a través de técnicas econométricas que permitan encontrar relaciones estables y/o significativas entre variables. El primer elemento con el que se introduce la dimensión espacial es la distancia con respecto a puntos específicos. Este momento entonces se enfoca en encontrar relaciones entre las variables estudiadas, como la densidad de empleo o de población, y la distancia que existe entre las unidades espaciales y el centro de la ciudad.

En esta etapa se utilizan modelos econométricos de estimación lineales como: mínimos cuadrados ordinarios, regresiones robustas, regresiones no lineales; para tratar de encontrar el gradiente de decaimiento en una función inversa exponencial de población o empleo; en otro caso para medir la significación estadística de la ubicación de centros de empleo con respecto a la densidad de empleo o la población. Además se utilizan otros métodos econométricos no paramétricos en la búsqueda de formas funcionales flexibles que permitan apreciar el comportamiento de una variable en términos estadísticos. Estas herramientas son vitales para comprender cada una de las características de los fenómenos analizados.

Existen dos métodos que son centrales y cuyo carácter específico atañe únicamente al capítulo tres, a pesar de que sus resultados afectan las conclusiones de todo el trabajo. Estas herramientas son los métodos de identificación de centros de empleo. Debido al papel fundamental de los centros de empleo dentro del análisis de la relación entre la población y la actividad económica es necesario dar un vistazo más cercano a estos métodos. Las metodologías utilizadas para la identificación de subcentros de empleo en este trabajo son tres: el método de densidades mínimas de Giuliano y Small (1991) con el algoritmo de matrices de contigüidad introducido por McMillen (2003); el método de identificación no paramétrico utilizado por McMillen (2001); y el método combinado de

identificación de McMillen (2003). Debido a que el tercer método de identificación de empleo es una combinación de los primeros dos no se le dará un análisis detallado en esta sección.

El método de densidades y empleo mínimo

El método original introducido por Giuliano y Small (1991) de identificación de centros de empleo supone la inspección visual de mapas de densidad en busca de conjuntos de unidades territoriales que cumplan con la condición de tener cada uno un nivel mínimo de densidad de empleo y el conjunto debe contener un nivel del empleo mínimo. Este método es bastante popular y ha sido utilizado en muchas ciudades y en varios periodos de tiempo¹. El método de inspección visual es sin embargo mejorado por McMillen (2003) introduciendo un algoritmo de identificación que involucra matrices de contigüidad. Una matriz de contigüidad es una matriz que permite entender si dos polígonos en un mapa son vecinos directos. Esta matriz también conocida como matriz de pesos espaciales, puede ser elevada por ejemplo al cuadrado para determinar que polígonos pueden ser alcanzados en dos desplazamientos desde cualquier polígono. El método que utiliza McMillen (2003) puede resumirse en estos pasos:

1. Seleccionar los polígonos con densidades más altas al mínimo establecido
2. Usar con los polígonos seleccionados en el paso 1 las matrices de contigüidad para determinar conjuntos de polígonos vecinos
3. Seleccionar los conjuntos de polígonos que tienen un empleo superior al establecido.

El algoritmo de matrices de contigüidad es un proceso iterativo que se puede explicar usando tres matrices A_n , B_n y W_n . La matriz A_n es la que muestra las relaciones de vecindad entre los polígonos a ser analizados por ejemplo el elemento a_{ij} es igual a uno si el polígono i se relaciona con el polígono j a través de n pasos; es igual a cero si i y j no tienen ninguna relación hasta en n pasos. La matriz W_n representa las relaciones de contigüidad entre los polígonos, así w_{ij} tomará un valor de uno si existe contigüidad entre el polígono i y el polígono j ; esta matriz también permite evaluar la contigüidad en más de un paso, por ejemplo si se eleva W_1^2 la matriz resultante W_2 permitirá visualizar los sectores que son contiguos hasta en dos pasos, W_2^2 mostrará las relaciones de contigüidad hasta en tres pasos. La matriz B_n es un poco más compleja, ésta funciona como un instrumento que recoge la nueva información que se genera entre las iteraciones del algoritmo. Por ejemplo, el elemento b_{ij_n} perteneciente a la matriz B_n será igual a 1 solo si w_{ij_n} es igual a uno y, simultáneamente $b_{ij_{n-1}}$ sea igual a cero.

El ejemplo que se plantea a continuación se encuentra tomado de McMillen (2003:60). Para comenzar se establece el supuesto que el paso 1 se realizó. Es decir, de un grupo de polígonos se examinó cuales cumplían con el umbral mínimo de densidad de empleo; esto dejó como resultado 5 polígonos que pasaron el filtro. La información de contigüidad entre estos polígonos está representada en la matriz W_1 . La primera iteración muestra a la matriz inicial A_1 que representa que todos los polígonos son vecinos de sí mismos por esto es una matriz identidad. La matriz de información B_1 , que es la que presenta la información nueva sobre la contigüidad de los polígonos,

¹ Algunos ejemplos son: Anderson y Bogart (2001), (Bogart & Ferry, 1999), Cervero & Wu (1997,1998), Small y Song (1994).

es igual a W_1 , esto pues toda la información de contigüidad que aporta la matriz de pesos es nueva. La primera iteración o escenario inicial se vería así:

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad W_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad B_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Cabe recalcar que cada fila k de estas matrices de dimensión $k \times k$ representa un polígono; al igual que su respectiva columna k . En este caso en específico, por ejemplo, las filas de las matrices de dimensión 5×5 representan a cada uno de los polígonos que han pasado el filtro de la etapa 1 del proceso. Para la segunda iteración se tiene que la nueva matriz de vecindad se construye así $A_2 = A_1 + B_1$; mientras la matriz de pesos es el cuadrado de la matriz de pesos de la iteración anterior, $W_2 = W_1^2$. De esta manera se identifica en la matriz de pesos los polígonos que se pueden alcanzar en dos pasos. La matriz B_2 por otra parte tendrá la información nueva sobre contigüidad es decir aquella que no se haya reportado en B_1 . Estos resultados lucen así:

$$A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad W_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad B_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

La tercera iteración repite el proceso de construcción de las matrices de la iteración anterior. Este proceso iterativo de suma de matrices se detiene cuando el resultado de la matriz B tenga todos sus elementos iguales a cero. Esto se ilustra en la tercera iteración:

$$A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad W_3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix} \quad B_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Al final la matriz A_n contiene dentro de si la información de todos los conjuntos de polígonos que se han formado dentro del mapa. Para el caso del ejemplo tenemos que existen 2 conjuntos de polígonos en la matriz A_3 , el primero conformado por los polígonos representados en las filas 1 y 2; y, el segundo por los polígonos representados en las filas 3, 4 y 5. Este cálculo puede resultar engorroso y requerir una capacidad de procesamiento muy alta para realizarlo en este trabajo se utilizó el paquete de R llamado McSpatial² que sirve para realizar este procedimiento a partir de un archivo de cartografía tipo ESRI. Lo siguiente en el método es comprobar si cada uno de estos conjuntos tiene el empleo mínimo necesario. Cada uno de estos polígonos contienen un nivel determinado de empleados que puede ser representado como un vector de 1×5 . Para comprobar el nivel de empleo en el conjunto de polígonos se hace la multiplicación de la matriz A_3 por el empleo registrado en cada uno de los polígonos en el ejemplo ilustrado por McMillen (2003:61):

² Ver D. McMillen (2012)

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2000 \\ 1500 \\ 4000 \\ 5000 \\ 3000 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3500 \\ 3500 \\ 12000 \\ 12000 \\ 12000 \end{bmatrix}$$

Como se puede observar la multiplicación de matrices arroja los totales de empleo en cada conjunto de polígonos. Esto permite hacer la identificación de subcentros ya que permite evaluar el total de empleo que el conjunto de polígonos agrupa; se establece un empleo mínimo y se califica así a los conjuntos de polígonos. Por ejemplo con un umbral de 10,000 empleos en el ejemplo antes ilustrado definiría como centro de empleo al conjunto conformado por los polígonos 3,4 y 5 con un total de empleo de 12.500.

El método no paramétrico de McMillen

Este presenta la ventaja de tener una forma flexible de identificar los centros de empleo a través de métodos no paramétricos sin tener que contar con un stock enorme de conocimiento específico sobre el territorio a ser analizado y con un nivel menor de arbitrariedad que los otros métodos. Se utiliza un procedimiento de dos fases para poder identificar los subcentros de empleo. En la primera parte se estima una superficie del logaritmo de la densidad bruta³ de empleo como una suerte de vitrina para mostrar los lugares candidatos a centros de empleo. La estimación se hace a través de un método no paramétrico de ajuste de superficies, que se utilizará en otros puntos de este trabajo, denominado regresión localmente ponderada⁴. Esta regresión estima una densidad de empleo para cada uno de los centroides de las unidades territoriales. Para realizar esta estimación es necesario especificar la forma como se ponderan los casos en el momento del ejecutar el procedimiento. En este trabajo se utiliza un *kernel tricubico*⁵ similar al utilizado por McMillen (2001) que pondera las observaciones haciendo que las que estén más próximas del punto a ser estimado se les confiera una ponderación más alta. Un factor que es definitorio en este tipo de métodos de ajuste de superficies es el tamaño de la ventana o span que se escoge para la estimación. Este valor representa el porcentaje de casos que se utilizan el momento de la ponderación con respecto al total de observaciones. Este parámetro es definitorio pues de este depende el nivel de suavizado y el tamaño del error de ajuste que la superficie. Los casos que se encuentren fuera de esta ventana recibirán una ponderación igual a cero. A continuación se seleccionan aquellas unidades territoriales que tienen residuos significativamente positivos al 5% de confianza, es decir que $(y_i - \hat{y}_i)/\sigma > 1.96$ y se identifican los máximos locales de la superficie predicha en un radio o distancia determinada por el

³ Se utiliza la densidad bruta de empleo pues como se expone en McDonald (1987):

$$E/L = (E/L_e) (L_e/L)$$

donde E es el empleo total en un sector, L es el total de la extensión del sector, L_e es la extensión dedicada exclusivamente a esta actividad dentro del sector. Si el valor de L_e es bajo puede llevar a alzas en el E/L_e (Densidad Neta) que, sin embargo, podrían no tener efecto sobre las zonas circundantes. Desde esta perspectiva, la densidad neta de empleo permite evitar esa posibilidad.

⁴ Para más detalles sobre la *Locally Weighted Regression* (LOESS), Cleveland & Devlin (1988)

⁵ Un kernel tricubico se representa así:

$$K_i = \left(1 - \left(\frac{d_i}{d_{max}}\right)^3\right)^3 \text{ iff } (d_i < d_{max})$$

donde d_i es la distancia del punto a ser estimado con respecto al punto i , d_{max} es la distancia máxima determinada por la ventana escogida y $I()$ es una función binaria que es igual a 1 cuando al condición se cumple o igual a cero si no.

investigador para encontrar a los candidatos a centros de empleo, cuya ubicación será posteriormente examinada para determinar si en efecto son centros de empleo. Para realizar la estimación no paramétrica se utilizan como variable dependiente el logaritmo de la densidad del empleo o población; como regresores las distancias de los puntos en el eje este-oeste y en el eje norte-sur con respecto a lo que se denomina como el CBD o hipercentro, de tal manera que se obtiene un modelo del tipo⁶.

Una vez que se ha realizado el proceso de selección de candidatos, en la segunda fase se procede a realizar una regresión semiparamétrica para determinar si la localización de los candidatos identificados tiene alguna influencia sobre el total de la densidad de empleo. Se emplea un modelo de la forma:

$$\ln(Demp_i) = g(dcbd_i) + \sum_{j=1}^s (\delta_{1j} dcent_{ij}^{-1} + \delta_{2j} dcent_{ij}) + \varepsilon_i$$

Donde $dcbd$ es la distancia de la observación i hasta el CBD y $dcent_{ij}$ es la distancia entre cada observación con respecto al candidato a subcentro j ; y ε_i es el término de error estocástico. Como se ve la relación entre la distancia entre la distancia al CBD y la densidad de empleo es una función a ser determinada por un método no paramétrico. El término no paramétrico es estimado a través del uso de una expansión de Fourier. Para poder hacer esto primero se debe transformar la variable $dcent$ de tal manera que se encuentre en un rango entre 0 y 2π . La expansión de Fourier entonces sería:

$$g(dcbd_i) \approx \lambda_0 + \lambda_1 z_i + \lambda_2 z_i^2 + \sum_{q=1}^Q (\gamma_q \cos(qz_i) + \delta_q \sin(qz_i))$$

La variable z denota la variable $dcbd$ transformada para estar dentro del rango ya especificado. El q que se escoge es aquel que minimiza un criterio estándar de información. McMillen (2001) usa originalmente el criterio de información de Schwartz (SIC), en este trabajo al igual que en Mancheno y Rojas (2013) se utiliza el *criterio de información de Akaike* (AIC)⁷. Esto pues el criterio de Akaike presenta características de mejor desempeño práctico en la selección de modelos⁸.

En el modelo se incluye a D_{ij}^{-1} y a $-D_{ij}$, para que los estimadores lineales en la regresión semiparamétrica tengan una relación positiva con el logaritmo de la densidad si ejercen alguna influencia sobre la densidad de empleo. A continuación se corre el modelo utilizando un proceso de regresión de selección inversa en que se incluyen todas las variables de distancia antes mencionadas para todos los candidatos en el modelo y se elimina aquella cuyo valor t sea el más bajo de todos y se

⁶ Esta técnica también se utiliza dentro de la estimación de una función de densidad poblacional en los capítulos 2 y 3.

⁷ Donde $AIC = \log(\sigma^2) + 2m/n$, teniendo en cuenta que además $m = 3 + 2Q$.

⁸ Para ver las ventajas del AIC sobre el SIC (o BIC), véase (Burnham & Anderson, 2002, 2004)

vuelve a correr el modelo. Así hasta que todos los estimadores sean significativos al 10%^{9,10}. En todos los pasos se fuerza a los términos de la expansión y al intercepto a permanecer en el modelo. Es así que son subcentros aquellos candidatos que tengan variables de distancia con efectos significativamente positivos en el logaritmo de la densidad del empleo al final del proceso de regresión de selección inversa.

Recapitulando el sentido de esta sección es describir brevemente los principales instrumentos que serán utilizados a lo largo de este trabajo. Por el carácter de transversal de algunos de estos se ha dividido en tres momentos la metodología del trabajo. Se ha ilustrado cada uno de estos tiempos de tal manera que el lector tenga la capacidad de seguir el desarrollo de este trabajo de capítulo en capítulo donde se recordarán a penas las definiciones de cada herramienta mientras se lleva de la mano al lector a través del proceso descriptivo y analítico de este trabajo.

⁹ La metodología original McMillen (2001) considera un nivel del 20% de confianza sin embargo por la reducción del span antes explicada, se utiliza un filtro más riguroso en la significancia de la relación entre las variables dependientes y los regresores.

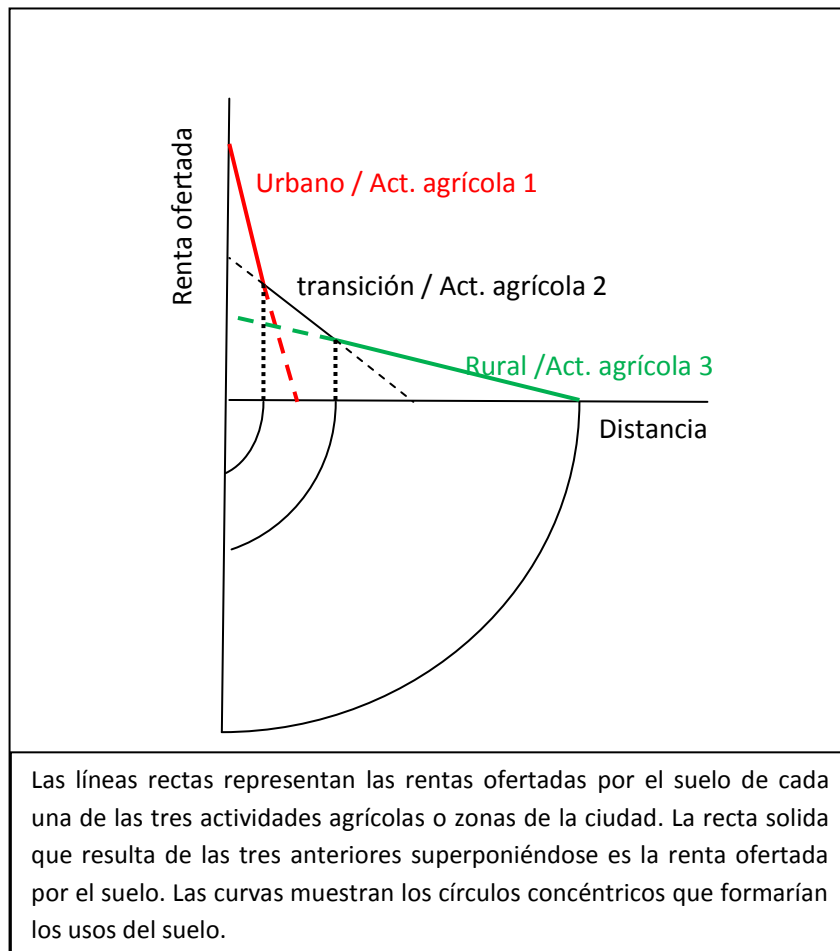
¹⁰ La variable que se borra puede ser significativa si su coeficiente es negativo.

Fundamentos Teóricos

Los determinantes de una conformación urbana, por ende de la distribución de su población y de su actividad económica, se han tratado de encontrar desde varias perspectivas. La economía clásica y neoclásica, propone una situación de localización de los agentes y de conformación de la ciudad que responde a una lógica de mercado; lo que implica la existencia de agentes que toman decisiones libres y soberanas con información perfecta, lo que permite alcanzar situaciones de equilibrio óptimas para el conjunto.

Gráfico N° 2:

Modelo de uso del suelo de Von Thunen



Elaboración: Diego Rojas

La ciudad y el uso del suelo han sido estudiados por la ciencia económica casi desde sus orígenes. Ricardo (1821) da uno de los primeros significativos pasos en el estudio de la dimensión geográfica en el tema productivo; cuando habla de las rentas marginales de la tierra y su ubicación con respecto al centro de la ciudad en función de la renta típica de cada uso del suelo. Posteriormente, Von Thünen (1866) recoge las ideas de Ricardo y en su obra, *El Estado Aislado*, propone un modelo que define una forma de toma de decisiones de localización de los productores agrícolas. Estos se distribuyen en el territorio en anillos concéntricos alrededor de un mercado principal ubicado en el centro de la ciudad. El principio que guía esta decisión se basa en la existencia de un costo de oportunidad entre

el consumo de suelo, limitado por el precio del suelo, y la distancia de traslado hasta el centro de la ciudad.

Este modelo, eminentemente clásico, explicaría la forma de la ciudad gracias a la existencia a una *mano invisible espacial*. De tal manera que esta asignación del suelo, resultado de la interacción de individuos tomadores de decisiones, sería la manera más eficiente de localización de las actividades productivas. El modelo en síntesis se puede describir a través del Gráfico N° 2 que muestra en el eje horizontal la distancia de los productores a al mercado de la ciudad, en el eje vertical se encuentra la renta ofertada. Cada actividad agrícola presenta su propia renta ofertada para cada distancia posible. Esta renta ofertada será resultado de un proceso de decisión individual en función del trade off entre el consumo del suelo y el costo del traslado de los bienes producidos al mercado de la ciudad. En el Gráfico N° 2 cada una de las tres rectas que se observan pertenecen a tres actividades agrícolas hipotéticas. El uso del suelo entonces se puede predecir a través de la línea que se forma de la intersección de las tres rectas, en trazado sólido. Este modelo ilustra simultáneamente como se configura la ciudad en áreas urbanas, rurales y de transición; cualquiera de las dos formas de aplicar el modelo llegan a un mismo resultado. La línea que delimita la parte superior del gráfico, que recibe el nombre de curva de renta ofertada e ilustra la distribución de los usos del suelo según la renta que ofertan ya sea entre actividades agrícolas como plantea el modelo o zonas de la ciudad.

Posteriormente la escuela Neoclásica, adaptó los principios de localización thunesianos a su discurso marginalista. Se producía entonces la llamada *síntesis espacial neoclásica* (Abramo, 2011). En términos sucintos, la síntesis adaptó, a través de curvas de indiferencia, restricciones presupuestarias y otros elementos de la microeconomía, de tal manera que el resultado de las interacciones de los individuos sea un equilibrio de asignación de espacio y localización con las características de un equilibrio walrasiano. Es decir un equilibrio: único, estable en el tiempo y pareto óptimo en la asignación de recursos (Abramo, 2011). La lógica de distribución de la población y actividad económica está determinada por la necesidad específica de espacio de cada individuo o actividad. Por ejemplo las actividades capital intensivas se encontrarían más cerca del centro de la ciudad, donde hay un precio del suelo más alto, que aquellas actividades empleo intensivas que demandan más espacio. Estos resultados se cumplen siempre y cuando en el modelo la existencia de un CBD sea una condición ex-ante .

La explicación del modelo monocéntrico está basada en Anas, Arnott y Small (1998: 1434). El modelo de ciudad monocéntrica que se construye básicamente supone que en una ciudad existen dos círculos concéntricos. El primer círculo CBD, donde se concentran todos los empleos, se encuentra en el centro de la ciudad y está rodeado por otro círculo de uso residencial. La población es fija¹¹. En este escenario existen N hogares cuya función de utilidad se puede expresar como:

$$u = f(z, L)$$

Donde z es un bien numerario y L es el tamaño del lote que habita el hogar. Un hogar que se encuentra ubicado a x unidades de distancia del CBD entonces tendrá que asumir un costo de

¹¹ El modelo también puede ser construido con una población variable, es decir que observa la migración.

transporte $T(x)$; este hogar tiene además un ingreso exógeno I que tiene que gastar entre el bien numerario, el arriendo $r(x)$ y el transporte¹².

Por otra parte se tiene una función de renta oferta $b(x, \bar{u})$ esta se define como el máximo que un hogar paga por cierta cantidad de tierra, percibiendo la utilidad \bar{u} ; de tal manera que el problema de maximización que enfrenta el hogar es:

$$b(x, \bar{u}) = \max_{z,L} \frac{I - T(x) - z}{L} \quad \text{s. a. } u(z, L) \geq \bar{u}$$

La pendiente de esta función, por el teorema de la envolvente, es entonces:

$$\frac{db(x, \bar{u})}{dx} = - \frac{T'(x)}{L[I - T(x), \bar{u}]}$$

Donde $L[I - T(x), \bar{u}]$ es la solución al problema de maximización. El resultado dice que para un incremento mínimo de dx unidades de distancia el hogar tendrá que incurrir en un incremento del costo de transporte de $T'(x)dx$. Para mantener el nivel de utilidad, la renta deberá entonces disminuir a medida que la distancia, y por ende el costo de transporte, aumente; de tal manera que $Ldb = -T'(x)$ (Anas et al., 1998). Este modelo asume que la movilidad o movimiento entre lotes tiene costo cero y, además homogeneidad de los hogares. Esto implica que su utilidad en el equilibrio es siempre igual y por ende la función de renta $r(x)$ coincide con cada función de renta ofertada en los distintos puntos de la ciudad. Esta forma de modelar las preferencias espaciales de los individuos en un marco de equilibrio general y considerando la economía del bienestar determinaría los primeros pasos de la *Nueva Economía Urbana*. Esta distribución del suelo es Pareto eficiente (Fujita & Thisse, 2002) debido a la simplicidad del modelo que no incorpora externalidades sino que están basadas puramente en las decisiones de los agentes privados; esta característica desaparece cuando se incorpora en el análisis cuestiones como medio ambiente, congestión, amenidades¹³ y otros factores (Anas et al., 1998).

El trabajo de Alonso (1964), que es una adaptación del modelo del uso del suelo agrícola de Von Thunen, pretende demostrar que las ciudades se ajustan a un prototipo monocéntrico; alrededor de lo que él llama el *Central Business District*, -CBD-; concepto que ocupa el lugar del mercado de la ciudad en una concepción más moderna de aquella de la ciudad tunecina del siglo XIX. Las principales características de este CBD serán: precios altos en el suelo y la mayor densificación del espacio tanto en población como en la distribución de la actividad económica. Además determinará la existencia de una disposición espacial que se subordina a la localización presupuesta de este.

Es decir, siguiendo el principio de trade-off entre el consumo del espacio y la distancia al lugar central; se establece una función de renta ofertada de cada agente, es decir una función que muestra: el máximo que el agente estaría dispuesto a pagar por unidad de suelo a determinada

¹² El costo de transporte puede internalizar el tiempo de transporte. Es decir que se valore dentro del costo de transporte la cantidad de tiempo que implica el traslado; por lo que el ingreso del modelo supone una cierta dotación dentro de la que hay un componente de tiempo.

¹³ Se llama amenidades a equipamientos de tipo cultural, social, entre otros; que presentan ventajas para las personas que se localizan más cerca de ellos. Ejemplo: Parques, cines, teatros, etc.

distancia del CBD percibiendo un nivel de utilidad fijo. El uso de una unidad de suelo entonces se ve determinado, al igual que en el modelo thunesiano, por el uso con la mayor renta ofertada en relación a la distancia a la que se encuentra esa unidad de suelo del CBD.

Se intenta confirmar este modelo con datos empíricos a través de la estimación de función de densidad con respecto a la distancia del CBD. Clark (1951) fue el pionero de esta técnica. La forma que se daba a esta función era una exponencial negativa del tipo:

$$D(x) = D_0 e^{-Yx}$$

Donde $D(x)$ es la función de densidad a la distancia x ; Y y D_0 son constantes a ser estimadas. Esta forma funcional es conveniente pues permite, transformándole con logaritmos, estimar $Y \equiv D'/D$, este es el principal resultado que encuentra en este trabajo. Esta constante es un gradiente que expresaba el decaimiento proporcional de la densidad poblacional con respecto a la distancia al CBD. Cuya característica que más destaca es que el gradiente es siempre positivo (Anas et al., 1998).

A esto se le puede sumar la exploración de los determinantes de localización de la actividad económica que estaban siendo, además, atribuidos a externalidades que se desprendían por ejemplo de la localización de las firmas en ciudades metropolitanas. El discurso de la economía urbana comenzaba a entender las ventajas de la existencia en un espacio de un mayor "pool" de empleados que determina productividades más altas; los "spillovers"¹⁴ de conocimiento; la posibilidad de mejores niveles de especialización de la mano de obra y la integración horizontal; los beneficios de los rendimientos crecientes a escala; entre otros (Cervero, 2001). El aprovechamiento de las firmas de estas externalidades estaba ligado directamente a las decisiones de ubicación de la empresa, generándose así los procesos de aglomeración de la actividad económica. En resumidas cuentas la creación de un centro de empleo fuera del tradicional CBD dependería de la capacidad de esa localidad para recrear las economías de aglomeración que existían dentro del CBD (Muñiz, García-López, & Galindo, 2008) y que por motivos de congestión motivaron a salir de este a la firma o al individuo. Lo que prevendría la dispersión completa del empleo y la población sería la existencia de costos de transporte.

Independientemente de la externalidad la fuerza centrípeta que se originaba, determinará que el crecimiento en tamaño e importancia de ciertas localidades, tanto para la población como para el empleo sea inusitado. De tal manera que si el fenómeno, antes mencionado, sucede a gran escala podría modificar de manera sustancial la estructura de la urbe e incluso generar el nacimiento de otros centros de empleo de menor relevancia que el CBD. Estos procesos de aglomeración que influenciaban de distinta escala pero simultáneamente a firmas y hogares comenzaron a manifestarse a través del tiempo con un resultado que afirmaba que: el gradiente D'/D se disminuía en el tiempo en una misma ciudad (Anas et al., 1998).

Este sería el origen de la *ciudad policéntrica*. A continuación entonces se emprendieron esfuerzos por medir y determinar la localización de las centralidades. Básicamente el fenómeno, desde la

¹⁴ Los spillovers se pueden entender como una transferencia de tecnología que se da debido a las interrelaciones sociales que se desprenden de la cercanía de las firmas y que suponen la discusión de las mejoras en los procesos e invenciones entre empleados de estas. Marshall, citado en Krugman (1991) dice que es: "*como que los misterios del comercio dejaron de ser misterios sino que están como esparcidos en el aire*";

economía urbana, se trata de abordar desde la lógica de la población, del empleo y de los flujos de transporte.

La estructura policéntrica de las metrópolis es una hipótesis ampliamente aceptada desde la economía urbana. La discusión ahora gira alrededor de la interacción que existe entre los centros de empleo y la distribución del empleo y la población. La existencia de estos centros de empleo estaría causado por una tensión en la relación de fuerzas, de aglomeración y de dispersión que resultan del proceso de producción y de los factores internos y externos para motivar su aglomeración (Anas et al., 1998). Tanto la perspectiva de la Nueva Economía Urbana, que sigue la línea del modelo monocéntrico, como la teoría del lugar central¹⁵ concuerdan en la existencia de este fenómeno lo que resulta distinto es su explicación. El modelo de ciudad policéntrica supone la existencia de una relación estable entre distintas características alrededor de los centros de empleo (Muñiz et al., 2008). Una de estas características asociadas a este fenómeno de concentración de empleo es la población. Esta población tomará sus decisiones de localización en función de su restricción presupuestaria y esto determinará entonces la aparición de una configuración social urbana alrededor de este hecho. De la misma manera como lo haría con respecto al CBD en un modelo siempre de ciudad monocéntrica; la diferencia radica en que la existencia de las múltiples centralidades suponen la existencia de efectos de aglomeración y dispersión que están vinculados a los procesos de decisión óptima de elección de una localización de los individuos.

La relación teórica entre los centros de empleo y la localización de la población puede romperse básicamente por cuatro factores: i) el centro de empleo se encuentra demasiado cerca al CBD y por eso no logra afectar a la población; ii) la densidad de población tiende a ser baja en los centros de empleo debido al uso del suelo de tipo económico; iii) el centro de empleo no tiene el tamaño necesario para afectar a la población; iv) la aparición de ciertos centros de empleo no tiene ninguna relación con la distribución de la población solo con la del empleo; v) para que el centro de empleo influya sobre la población es necesario un tiempo prolongado.

¹⁵ La explicación de esta teoría es la integración de centros poblados debido a la ampliación del mercado, que supone la especialización de los centros poblados en un sistema de ciudades. Este trabajo no desarrolla la perspectiva de la teoría del lugar central de la policentralidad debido a que tiene un enfoque de corte de la NEU, para trabajos al respecto de esta ver: (Champion, 2001; W. A. Clark & Kuijpers-Linde, 1994).

Capítulo 1.

Contexto socio demográfico y económico del DMQ

El Distrito Metropolitano de Quito, por su característica de ciudad capital del Ecuador y centro político administrativo del país ha desarrollado particularidades que indirecta o directamente tienen un efecto en la distribución de la población en el territorio, en el desarrollo urbano y en las dinámicas económicas. El estado de la población, la economía y la ciudad son dimensiones que vale comprender, a breves rasgos, más allá de lo cualitativo. Es decir es necesario realizar un análisis con datos duros y relativamente actuales para poder tener un mejor panorama del contexto socio económico del área de estudio. Este capítulo tiene por fin dar una descripción a breves rasgos del el contexto socio-económico actual y ciertas tendencias de evolución temporal de las principales características económicas del DMQ. Cada uno de los aspectos que se van a mencionar tienen como fin entender ciertas lógicas ligadas a los dos principales objetos de estudio de este trabajo: la población y la actividad económica.

El trabajo de esta sección se organizará de esta manera: En primer lugar se dará un panorama general de la distribución de la población, su conformación etaria, la ocupación y sus características, la identificación étnica; entre otros rasgos socio-demográficos. En un segundo momento se tratará brevemente el fenómeno del crecimiento urbano de la ciudad. Finalmente se tratarán las dinámicas económicas del DMQ, el número de establecimientos, empleo, ingresos y otros rubros de interés.

El trabajo de este capítulo y de los capítulos subsiguientes menciona localidades dentro del DMQ que pueden resultar ajenas al conocimiento del lector; para evitar que esto sea un inconveniente el Anexo A contiene una enumeración básica de las 66 parroquias que conforman el DMQ así como localidades que se han señalado para que se pueda comprender la lectura de mapas que se realizan durante todo este trabajo. La información en el Anexo A permite situar el área de estudio seleccionada para trabajar en posteriores capítulos, y situarla dentro del DMQ en general y su zona consolidada.

Dinámicas socio-demográficas.

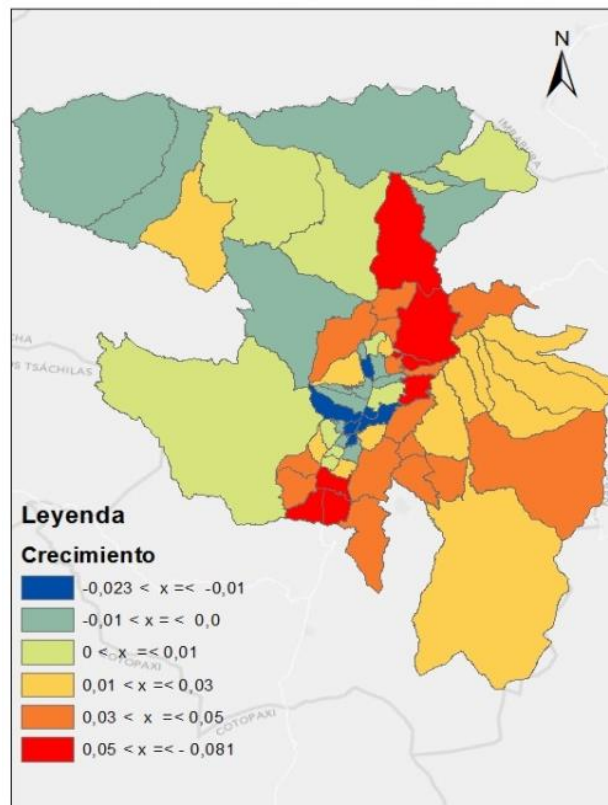
El Distrito Metropolitano de Quito tiene una población de 2,239,191 personas. De estas un 72% se encuentra catalogada como población urbana y un 28% como rural. Entre 2001 y 2010 ha registrado un crecimiento de 2.2% anual a partir de una población de 1,839,853 millones de personas, esto significa un aumento absoluto de población de alrededor de cerca de 400 mil personas en un periodo de 9 años, es decir un aumento de cerca del 22% en su población.

Crecimiento poblacional

La dinámica de crecimiento es más notoria en las parroquias de los extremos de la ciudad, al norte las parroquias de Calderón, Llano Chico y San Antonio; al sur las parroquias de Quitumbe, Guamaní y Turubamba son las que presentan las tasas de crecimiento más altas. Este fenómeno se ilustra a través del Gráfico N° 3. Las parroquias coloreadas en gama de azul son aquellas que tienen una tasa de crecimiento anual negativa; en escala amarillo se ilustran aquellas de crecimiento leve hasta del 1% y 3%; y en escala de rojo se encuentra ilustradas aquellas parroquias de crecimiento medio y alto de más de 3% y 5%.

Gráfico 3:

Mapa de crecimiento poblacional anual por parroquia



Fuente: INEC (2001,2010). Censo de Población y Vivienda.

Elaboración: Diego Rojas

El fenómeno que ilustra es claro: existe una tendencia al despoblamiento de las zonas rurales del noroccidente. Al mismo tiempo existe al mismo tiempo un despoblamiento de las parroquias de la zona central del conglomerado urbano. Por otra parte las parroquias que se encuentran hacia los extremos de la ciudad registran crecimientos medios y altos. Esto da cuenta de una presión sobre los extremos de la ciudad que tiene por causa la migración de población desde el centro de la ciudad hacia sus extremos. Esto también da cuenta de una expansión de la oferta inmobiliaria en función del abrupto crecimiento en estas zonas y de la enorme demanda de servicios públicos que se generan de manera simultánea. Este hecho es importante para los fines de este trabajo pues permite tener un primer vistazo sobre las lógicas de asentamiento de la población en el espacio.

Pobreza en Quito

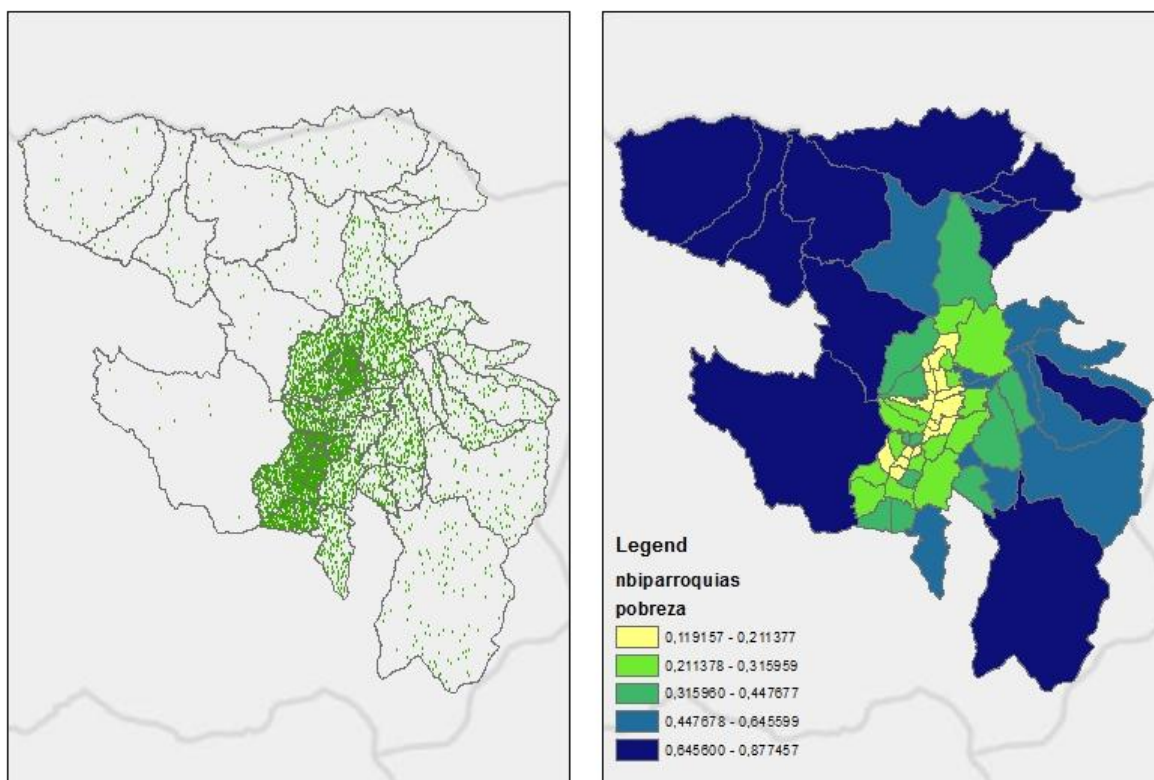
El Gráfico N° 4 permite visualizar: en el panel izquierdo la concentración de las personas pobres por parroquia; y en el panel derecho permite observar la incidencia de la pobreza por parroquia. El criterio de pobreza en este caso estará determinado por el indicador de necesidades básicas insatisfechas que en ciertos aspectos de su construcción permite evidenciar el acceso, o la falta del mismo, a servicios públicos considerados como necesidades básicas que un hogar debe tener¹⁶. Este

¹⁶ Para más detalle de la metodología véase Boletín estadístico ICQ #9, 2012

indicador alcanza, para 2010, un valor para todo el DMQ del 29.7% de personas consideradas pobres; para el año 2001 el valor que alcanzaba era de 43.7%.

El Gráfico N° 4 muestra principalmente como las parroquias más alejadas a la ciudad tienen índices de pobreza más altos. Las parroquias de alto crecimiento demográfico por otra parte tienen índices de pobreza relativamente bajos y medios; véase en el panel derecho Calderón, San Antonio, Quitumbe y otras. Sin embargo en el panel izquierdo se puede ver como la mayor parte de población en situación de pobreza se concentra justamente en aquellas parroquias que registran un alto crecimiento poblacional. Poniendo en evidencia la importante brecha entre oferta y demanda de servicios públicos en estas zonas. Esto no hace menos grave la situación de las parroquias rurales, que en algunos casos tienen a más del 75% de la población viviendo en situación de pobreza, sin embargo, permite ver la magnitud del crecimiento de las parroquias mencionadas con anterioridad.

Gráfico N° 4:
Pobreza en el DMQ: incidencia y concentración



Fuente: INEC (2010). Censo de Población y Vivienda.

Elaboración: Diego Rojas

Identificación Étnica

En lo que respecta a la identificación étnica de las personas se encuentra en los datos que existe una gran mayoría, el 83%, de personas que se auto identifican como mestizas en la ciudad. Existen, sin embargo, minorías de importancia entre las que se mencionan: blancos; negros y afro ecuatorianos; e indígenas. Esto no sorprende pues como se observa en la Cuadro N° 1 la composición porcentual entre etnias del DMQ se asemeja, en cierta medida, a la del país.

Cuadro N° 1
Pertenenencia étnica en el DMQ y en Ecuador

Etnia	DMQ		Nacional	
	Personas	%	Personas	%
Indígena	91478	4%	1018176	7%
Afroecuatoriano/a	59113	3%	615262	4%
Negro/a	11281	1%	145398	1%
Mulato/a	34365	2%	280899	2%
Montubio/a	30387	1%	1070728	7%
Mestizo/a	1853203	83%	10417299	72%
Blanco/a	150678	7%	882383	6%
Otro/a	8686	0%	53354	0%
Total	2239191	100%	14483499	100%

Fuente: INEC (2010). Censo de Población y Vivienda.

Elaboración: Diego Rojas

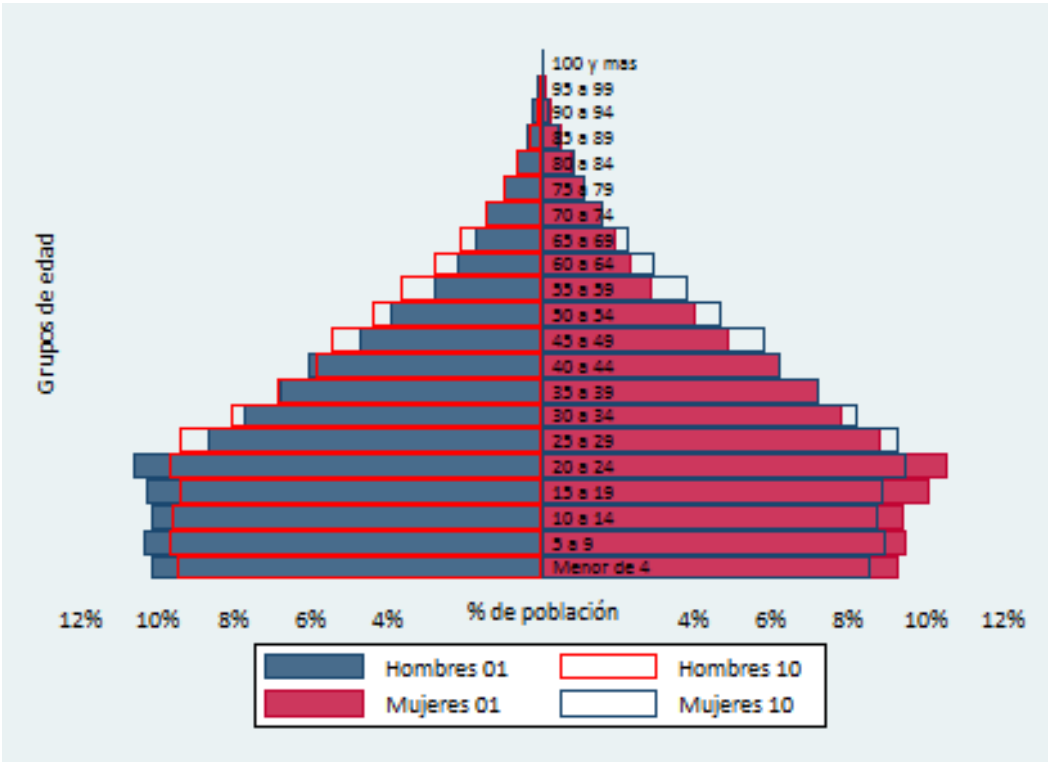
Estructura etaria en el tiempo

Un aspecto que es necesario analizar para entender la realidad de un territorio es la conformación etaria del mismo, con respecto a esto el DMQ muestra una evolución que tiende a acumular gente en edades superiores a los 24 años y menores a 75 años. En otras palabras muestra un "envejecimiento de la población". Este fenómeno se ilustra en el Gráfico N° 5 que muestra una suerte de pirámide poblacional para dos periodos en el tiempo. Las barras transparentes representan el porcentaje de población por grupo quinquenal por sexo en 2010; mientras las barras con relleno son aquellas que representan el porcentaje de población por sexo en el 2001. Como se puede ver el porcentaje que representan las personas en edades entre los 0 y 24 años disminuye entre 2001 y 2010 en ambos sexos de manera similar. Esto mientras la importancia relativa de las barras entre los 25 y 74 años ha aumentado en casi todos los grupos quinquenales en el rango. Esto podría explicarse básicamente desde dos fuentes: la migración de población a la capital para servirse de los equipamientos educativos, culturales, de salud y otros es principalmente población en las edades que adquieren importancia. Esto acompañado de un posible proceso de disminución del crecimiento vegetativo, es decir, nace menos gente y muere más gente que en 2001, sería la causa de la estructura etaria que se observa.

Este fenómeno en particular tiene repercusiones en el largo plazo sobre la disponibilidad y el crecimiento de la fuerza laboral. Es decir que el crecimiento de la PEA se desacelerará hasta el punto en que comience a registrarse un decrecimiento en ella, siendo la principal causa de esto la desaceleración del crecimiento de la población en edad de trabajar. Esto no representa un problema de seriedad siempre y cuando se tenga disponible mano de obra disponible de otras ciudades del

Ecuador. Esto también significa que buena parte de la mano de obra que se emplee a futuro en Quito tendrá capacidades heterogéneas y sobre las cuales la ciudad por sí misma no tendrá influencia. En otras palabras se puede decir parámetros que influyen sobre la productividad de la fuerza laboral , como nutrición o escolaridad, dependerán de los esfuerzos que cada localidad proveedora de mano de obra pueda sustentar. Este escenario tiene que estudiarse sobre todo desde la perspectiva de la planificación que apunta a la conformación de una ciudad Red-Región teniendo en cuenta que uno de los lazos más importantes con otros puntos de la red será la movilidad de la fuerza laboral.

Gráfico N° 5:
Población 2001-2010 por grupo de edad quinquenal y sexo



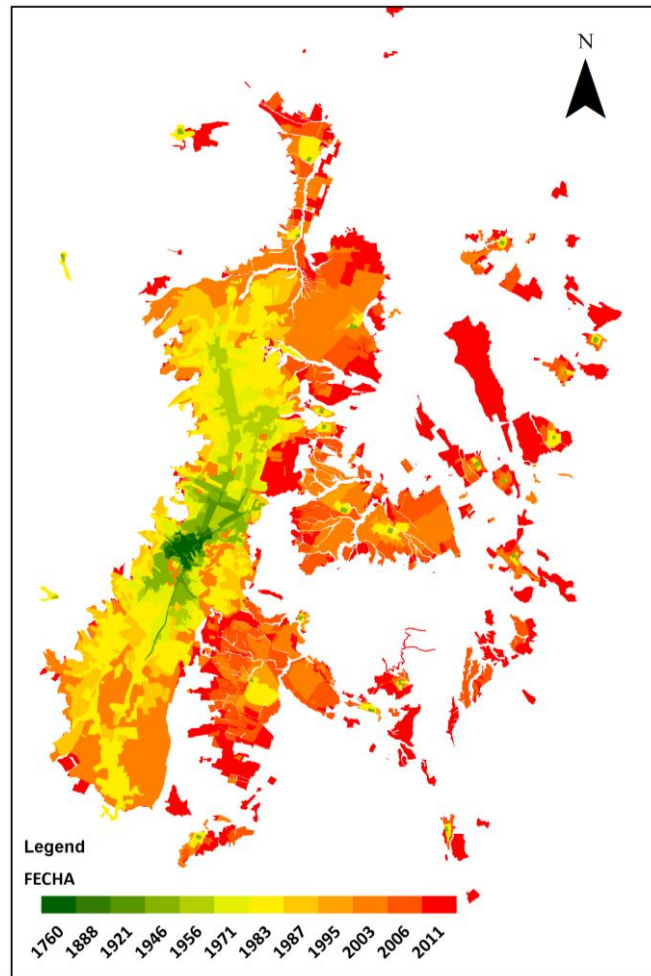
Fuente: INEC (2001,2010). Censo de Población y Vivienda.
Elaboración: Diego Rojas

El Fenómeno del crecimiento urbano

El ultimo puntal para contextualizar al lector con respecto a la situación de Quito es el análisis del crecimiento urbano. Quito presenta una lógica de crecimiento urbano a través del tiempo, que como ya se mencionó anteriormente, se encontró fuertemente ligada a eventos históricos determinantes, sobre todo a los ciclos económicos. La explosión de crecimiento es sin embargo relativamente reciente a partir de la década de los 70. El Gráfico N° 6 muestra un mapa de crecimiento urbano a partir de 1760 hasta 2011, en este se puede visualizar que el área de Quito hasta 1971 representa apenas el 12% de la superficie total actual. Es decir el crecimiento longitudinal se produce a partir de esta época, especialmente hacia el norte, mientras hacia el sur de la ciudad se ve un desarrollo más reciente entre los años 1995 y 2003.

Gráfico N° 6:

Crecimiento urbano en Quito entre 1760 y 2011



Fuente: Secretaria de Territorio Hábitat y Vivienda MDMQ (2011).

Elaboración: Diego Rojas

Se observa que en los 80 se da un crecimiento de las zonas de la ciudad más acercadas hacia las laderas y los extremos de tal manera que en esta década la superficie de crecimiento representa el 25% de la superficie actual. El plan de 1993 cataloga este crecimiento como anormal e injustificado; el plan menciona que a pesar de la enorme migración relativa a la época el crecimiento desmesurado de la ciudad se debía principalmente a la oferta inmobiliaria especulativa que determinó un nivel de subutilización del suelo disponible (MDMQ, 1993).

Las zonas rurales más próximas a la ciudad consolidada presentan un desarrollo muy acelerado, a partir de los años noventa se observa un crecimiento abrupto en el que principalmente el crecimiento de estas zonas representa la mayor parte del crecimiento de la ciudad en ese periodo. Las zonas de Conocoto, Tumbaco, Cumbayá, Calderón y Nayón son las que muestran estos niveles de crecimiento. De igual manera la zona sur de la ciudad tiene un crecimiento importante durante esta década que da señas de una posible relocalización de la población a lo largo de la ciudad, hacia las zonas periféricas.

El crecimiento urbano en Quito ha sido dominado por una lógica de desorden. Se puede decir que el "Crecimiento expansivo de la ciudad que ha producido procesos de subutilización de tejidos y estructuras y la desarticulación de la ciudad de Quito con las poblaciones periféricas y el conjunto territorial del Distrito" (MDMQ, 2009:98). Este patrón de crecimiento ha determinado la existencia de problemas internos que ya se mencionaron en secciones anteriores y hablan de diversas dimensiones relacionadas con movilidad, conectividad y uso del suelo.

Dinámicas Económicas

Para entender la relación que existe entre la distribución de la población y la actividad económica en el DMQ es necesario, en primer lugar, examinar a breves rasgos cual es el panorama general de la actividad económica del DMQ. Para esto se tratarán: índices de actividad económica; la evolución del empleo; la estructura de tamaño de las empresas; las actividades productivas.

En cuanto a la actividad económica se sabe a partir del Censo Económico 2010 que para el año 2009 el DMQ contaba con un valor agregado bruto de alrededor de 14.9 mil millones de dólares. Datos para el 2007 de Cuentas Nacionales situaban el valor agregado de la provincia de Pichincha bordeando los 12.4 mil millones de dólares¹⁷ y representaba alrededor de 31.9% del total del Valor Agregado Bruto no petrolero.

Según el CENEC 2010 Quito posee: un total de 101937 establecimientos es decir el 20% del total nacional; un total de empleo registrado por la demanda de alrededor de 547 mil personas, un 26.7% del total nacional; y un total de ingresos por ventas de 65.6 mil millones de dólares, que representa un 45% del total de ventas nacional. Además es la ciudad que concentra el mayor monto en gasto en investigación y desarrollo, así como en gastos de capacitación al personal y manejo de desechos.

Espectro productivo

Respecto a las actividades productivas el DMQ cuenta con un tejido productivo diverso. El Cuadro N° 2 muestra el número de establecimientos, empleo e ingresos por ventas registrados en el DMQ por rama de actividad en el CENEC 2010. Hay que recordar que por la naturaleza del CENEC 2010, un censo de establecimientos, no se censaron las actividades agrícolas y pecuarias rurales que tienen un papel preponderante en las dinámicas rurales del DMQ.

Como se puede ver en el tema de establecimientos es clara la presencia de un fuerte predominio de establecimientos comerciales, con cerca de un 49% del total de establecimientos del DMQ. Existe un 11% de actividades de alojamiento y apenas un 10% de establecimientos registrados como manufactura; el resto de los establecimientos se reparten entre el resto de ramas de servicios y otros. Esto puede interpretarse como una evidencia de una economía primordialmente terciaria, eso no es necesariamente cierto cuando se analiza la composición de los ingresos por ramas de actividad. Se puede ver que existe una repartición del 33% para la industria manufacturera; esto a pesar de que en términos de establecimientos era una fracción pequeña. Se puede entonces decir que los ingresos en el DMQ se reparte un 33% para la manufactura, 35% para el comercio y otro 32% para los servicios. Esta estructura es de esperarse pues, teóricamente, el tamaño de los sectores no

¹⁷ Año base 2007

transables se puede explicar a través de un multiplicador que dependería del tamaño del sector transable (Fujita & Thisse, 2002) . En otras palabras que este fuerte desarrollo terciario en Quito estaría explicado por el desarrollo industrial propio y del resto del país que se sirve de esta cualidad. Por lo que categorizar como terciaria a la ciudad puede ser una afirmación apresurada a menos que se pruebe que la industria quiteña no es la causante de este sector terciario; este tópico se deja de igual manera abierto para posteriores trabajos.

Cuadro N° 2:

Ingresos, empleo y establecimientos por rama de actividad CIU 4.0

Rama de actividad CIU 4.0 a dos dígitos	Establecimientos		Empleo		Ingresos por ventas	
		%		%		%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	97	0%	8,170	1%	174.3	0%
Explotación de minas y canteras.	61	0%	11,549	2%	3136.8	5%
Industrias manufactureras.	10,450	10%	77,171	14%	21926.5	33%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	30	0%	356	0%	81.1	0%
Distribución de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento.	82	0%	1,154	0%	23.4	0%
Construcción.	568	1%	17,648	3%	1190.0	2%
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas.	49,291	49%	131,689	24%	23240.3	35%
Transporte y almacenamiento.	1,015	1%	16,634	3%	2352.5	4%
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas.	10,736	11%	42,495	8%	850.4	1%
Información y comunicación.	4,570	5%	16,425	3%	1779.2	3%
Actividades financieras y de seguros.	818	1%	19,096	3%	2635.3	4%
Actividades inmobiliarias.	505	1%	3,511	1%	393.4	1%
Actividades profesionales, científicas y técnicas.	3,504	4%	30,941	6%	2299.6	4%
Actividades de servicios administrativos y de apoyo.	1,637	2%	28,309	5%	616.9	1%
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.	482	0%	39,960	7%	2253.5	3%
Enseñanza.	2,624	3%	50,134	9%	1302.5	2%
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social.	3,526	4%	25,276	5%	598.8	1%
Artes, entretenimiento y recreación.	883	1%	5,347	1%	473.3	1%
Otras actividades de servicios.	9,059	9%	21,091	4%	319.9	0%
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	14	0%	111	0%	3.2	0%

Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

Con respecto a empleo se puede apreciar que existe de igual manera un predominio del sector comercial, sin embargo esta vez no se encuentra tan marcado. El sector comercial concentra el 24% del empleo, mientras el sector manufacturero concentra un 14% del empleo. A continuación aparece la enseñanza con cerca del 9% del total del empleo registrado, seguido por las actividades de alojamiento y la administración pública. Lo antes expuesto permite pensar que lo que sucede en

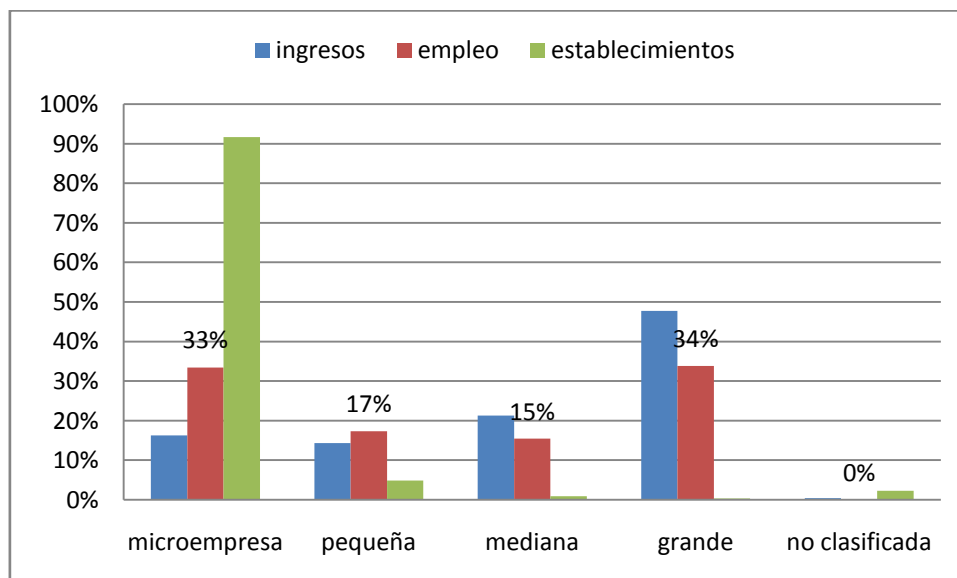
Quito es un ejemplo de una economía que ha desarrollado una gran base del sector terciario; pero en función de un desarrollo industrial que determina la utilización de estos servicios por parte de las mismas industrias y de los empleados de esta.

Estructura del Mercado

En cuanto a la organización industrial se realiza un breve panorama de análisis de las participaciones de ingresos, empleo y número de establecimientos por tamaño de empresa; la clasificación de tamaño de empresa puede ser por empleo o ingresos. Por empleo se considera una empresa como micro, pequeña, mediana o grande si su número de empleados es de menos de 10 empleados, entre 10 y 49 empleados, entre 50 y 199 empleados y más de 200 empleados respectivamente. Estos resultados se exponen en el Gráfico N° 7 . Como es de esperar existe un número predominante de microempresas que supera el 90% de los establecimientos, estas sin embargo concentran menos del 20% de los ingresos y un 33% de los empleos registrados en el CENEC 2010 para el DMQ. Mientras las empresas grandes que representan menos de uno por ciento de los establecimientos concentran alrededor del 48% de los ingresos y el 34% de los empleos. Las empresas pequeñas y medianas representan el 5% y el 1% respectivamente; la pequeña concentra el 17% de empleo y el 14% de los ingresos, mientras la mediana concentra 21% de los ingresos y el 15% de los empleos.

Gráfico N° 7:

Porcentaje de ingresos, empleo y establecimientos por tamaño de empresa según número de empleados



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

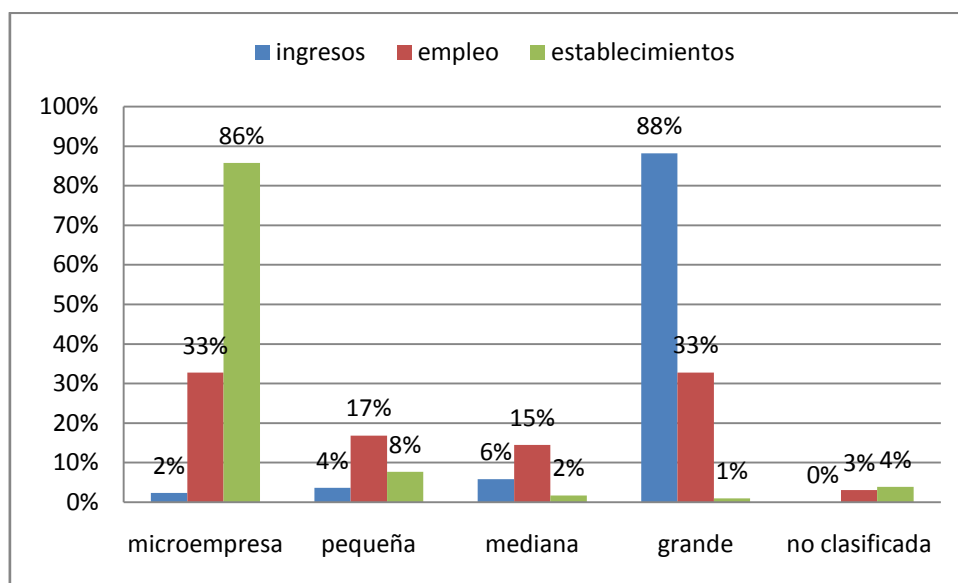
La clasificación de tamaño por ingresos anuales percibidos por ventas se puede resumir de la siguiente manera: micro, menos de 100 mil dólares; pequeña, entre 100 mil y 1 millón de dólares; mediana, entre 1 millón y 5 millones de dólares; grande, mas de 5 millones de dólares. El Gráfico N° 8 tiene los resultados de la clasificación antes mencionada. Otra vez el número de microempresas es predominante con cerca del 86% de los establecimientos pero solamente el 2% de los ingresos y un tercio del empleo. La gran empresa que bordea el 1% de los establecimientos concentra otro tercio

del empleo y el 88% de los ingresos. Un 8% de las empresas son pequeñas y concentran 17% del empleo y 4% de los ingresos. Las empresas medianas son 6% del total de establecimientos, concentran 15% del empleo y 2% de los ingresos.

Esta evidencia da muestra de un nivel de concentración importante del ingreso y el empleo en la gran empresa. La microempresa, podría especularse, serian actividades de subsistencia que permitirían niveles de acumulación de capital muy por debajo de lo que le permitiría una expansión de su productividad y crecimiento. Las empresas pequeñas y medianas son un segmento relativamente débil, que si bien provee un número importante de empleos en ambas divisiones, similar a un tercio, muestra un nivel de ingresos que es relativamente bajo.

Gráfico N° 8:

Porcentaje de ingresos, empleo y establecimientos por tamaño de empresa según ingresos por ventas



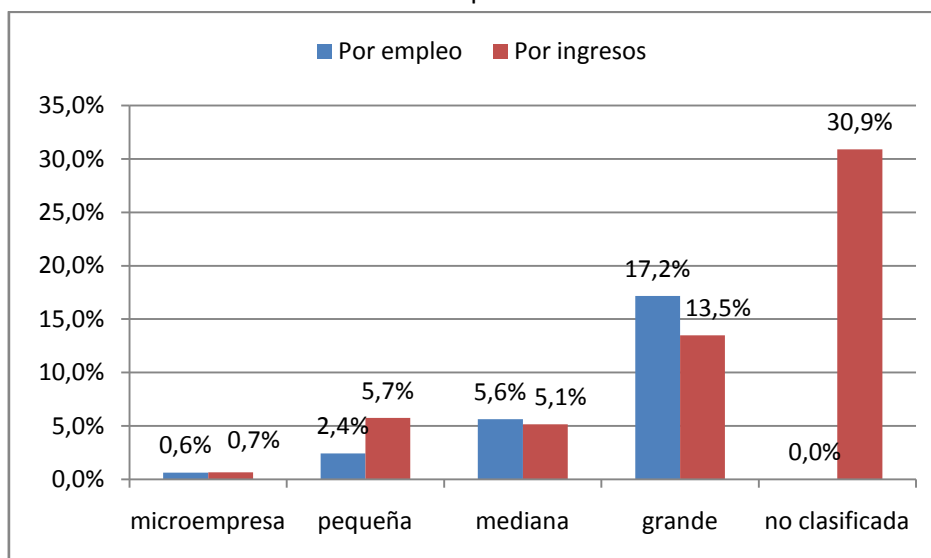
Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

La constitución de Quito como un centro político administrativo, además de centro económico de la nación, determina que se tenga que analizar de manera detenida la actividad estatal dentro de la composición del empleo. En el Cuadro N° 2 se mostró que el empleo estatal en un nivel global bordea el 7% del total de la ocupación generada por la demanda laboral. Ahora es necesario entender si la lógica de concentración que se ha presentado en los Gráficos N° 7 y N°8 se ven influenciados de alguna manera por la actividad estatal. Para esto el Gráfico N° 9 muestra el porcentaje que el empleo estatal representa para el total de empleo según cada tamaño de empresa, tanto por empleo como por ingresos. Como se observa el empleo estatal muestra una importancia relativa superior en la gran empresa, esto según ambas divisiones. A pesar de esto la constatación de una importancia relativa máxima de 17% muestra que la tendencia de concentración no se vería afectada sobremanera en ninguno de los dos escenarios. El caso más particular es el de la división por ingresos, que es el que muestra una mayor polarización del ingreso en el Grafico N° 8; es particular pues es justamente en este caso más extremo que influye menos el empleo del estado llegando a un máximo de 10% de importancia relativa para la gran empresa.

Gráfico N° 9:

Porcentaje de empleo producido por el estado por tamaño de empresa según ingresos por ventas y empleo



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

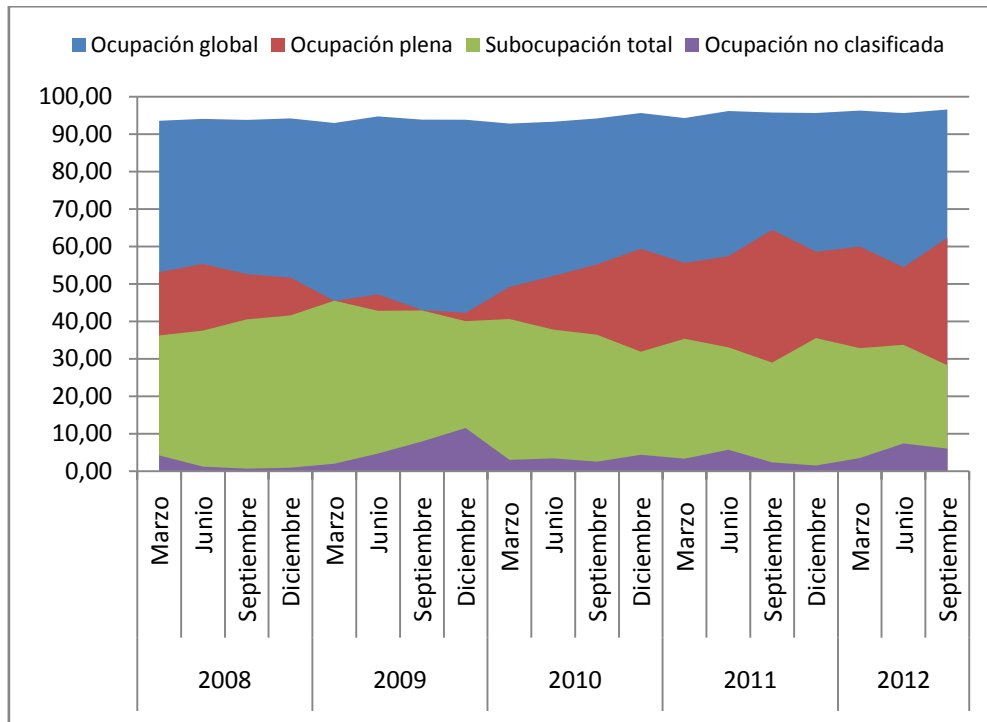
Evolución del Empleo en el DMQ

Para tener una idea de evolución de la actividad económica en el DMQ se hará un breve análisis sobre la situación de la ocupación desde la perspectiva de la oferta se puede apreciar una notable mejoría en el último quinquenio. El Gráfico N° 10 muestra la evolución de los ocupados según las distintas categorías que el INEC ha definido en su medición a través de las encuestas de empleo ENEMDU. Lo que se revela en este sentido es una situación de ocupación global relativamente estable que tiende a disminuir de manera constante en el tiempo. Por otra parte se ve un cambio que implica una mejoría en las condiciones laborales de manera sustancial. Se encuentra que a partir de 2009 la ocupación plena supera a la subocupación, a pesar de presentar una tendencia a la caída en la primera hasta ese periodo.

La desocupación se mantiene siempre en un dígito siendo el valor más bajo de la ocupación un 92,8% y su valor más alto un 96,6%. Mientras la ocupación plena presenta un crecimiento sostenido siendo su mayor valor 62% y su valor mínimo un nivel de 45%. Por otra parte la subocupación tiende a la baja finalizando el periodo en el valor más bajo del quinquenio 28%. Si se interpreta a esta evidencia como un proxy de la buena salud del tejido productivo de Quito se puede decir que existe una evolución reciente relativamente buena. Esto, pues un alza de la ocupación plena, a la par de una disminución en la subocupación permitiría especular sobre una absorción adecuada de las personas según su talento o productividad y con respecto a una remuneración equivalente; esto siempre y cuando la cantidad de personas en la PEA siempre aumente o se mantenga al menos constante. Esto podría dar para pensar en que dicha mejor absorción de los trabajadores, por parte del sistema productivo, tal vez podría responder a una mejoría en la productividad de la economía

de la ciudad. Esto sin embargo no se puede demostrar en el contexto de este trabajo por lo que queda como un tema a investigarse en trabajos posteriores.

Gráfico N° 10 :
Evolución de la ocupación por categorías en Quito, 2008-2012



Fuente: INEC (Varios Años). ENEMDU.
Elaboración: Diego Rojas

Los rasgos que se ha descrito en todo el capítulo muestran un breve retrato de la situación de Quito en múltiples dimensiones. Se ha construido un escenario que permite visualizar de manera superficial elementos demográficos, morfológicos y económicos que se encuentran ligados indirectamente a la distribución de la población y la actividad económica. El balance que deja el capítulo es el de una ciudad que tiene una población que evoluciona constantemente debido probablemente a la importancia de los flujos migratorios en su composición. A resumidas cuentas los rasgos identificados en esta sección son:

- la existencia de capacidades para abastecer demandas de servicios públicos;
- una transformación demográfica que apunta a una reducción de su nivel de generación de fuerza laboral y que es suplida probablemente por flujos migratorios intensos;
- un crecimiento urbano desordenado con niveles de subutilización del suelo que han determinado una lógica de crecimiento expansivo y conurbación de las áreas, antes rurales circundantes;
- un panorama productivo dominado por grandes empresas, que llegan a concentrar la mayoría del mercado, donde las empresas de menor tamaño juegan un rol como empleadores mas no como generadores de renta;

- un escenario de mejores condiciones laborales para los trabajadores que se manifiesta a través de la tendencia creciente de la ocupación plena y la disminución de la desocupación.

En este Quito heterogéneo y diverso con todas las características, e implicaciones de ellas, que se ha logrado plasmar en este capítulo se desarrolla este trabajo que intentará en los capítulos siguientes hacer un análisis de estas dos pequeñas partes del todo complejo que representa la ciudad. Estas dimensiones son las distribuciones espaciales de la población y el empleo dentro de la ciudad; específicamente dentro del área de la ciudad que es más apropiada para esto: el área urbana.

Capítulo 2.

La función de densidad poblacional: un acercamiento a la distribución espacial de la población en Quito

Describir y entender los patrones de distribución de la población en el espacio es fundamental en este trabajo. En el intento de determinar la relación de la distribución espacial de la actividad económica y la distribución de la población describir las lógicas que gobiernan el comportamiento de la población es una parte del proceso ineludible. El motivo de su trascendencia es la relación estrecha que existe, al menos de manera teórica, entre la distribución de la población y la distribución de la actividad económica. La economía y geografía urbanas han explorado estos patrones de distribución a través del tiempo con los modelos de ciudad monocéntrica¹⁸, escudriñando en busca de una relación estable entre la localización de centros estratégicos en una ciudad y la distribución de su población. El dinamismo en la evolución de estos patrones de distribución ha sido uno de los principales problemas de estudio y sobre todo el cambio de la morfología urbana de una ciudad monocéntrica a una ciudad policéntrica.

El trabajo en este capítulo consiste en utilizar varias técnicas de estudio de la distribución de la población para entender sus particularidades y su evolución temporal en el periodo 2001-2010. El eje central de este procedimiento es describir de manera precisa la distribución espacial de la población y contrastar esta realidad con el modelo de ciudad monocéntrica. El capítulo entonces se divide en 3 partes: i) la primera busca entender a través de técnicas de análisis exploratorio espacial el comportamiento de la densidad poblacional en el espacio urbano; ii) en la segunda sección se aborda el modelo de la ciudad monocéntrica y establece una relación lineal entre la distancia al CBD y la densidad; iii) en la tercera sección se hace un abordaje de la distribución poblacional a través de métodos más flexibles, no paramétricos, para entender de manera más específica comportamiento de ésta.

La población en Quito un análisis exploratorio espacial

Esta sección intenta ilustrar a través de mapas y técnicas espaciales estadísticas las lógicas de comportamiento de la población en el DMQ, específicamente en un espacio urbano. En primer lugar se hará una descripción de los datos usados para el análisis y se hará el análisis de los mapas de densidad poblacional y su evolución. Por último se hará un análisis de clústers a través mapas de correlación estadística con el método de la I local de Moran.

Un mapa de densidad poblacional

Los datos utilizados provienen de los censos de Población y Vivienda 2001 y 2010. Se utiliza la cartografía censal para cada toma en el tiempo. Los sectores seleccionados para lo que ahora llamaremos zona de estudio corresponden a los sectores censales amanzanados correspondientes a 32 parroquias urbanas y 9 parroquias rurales¹⁹ escogidas por su nivel de conurbación y proximidad²⁰.

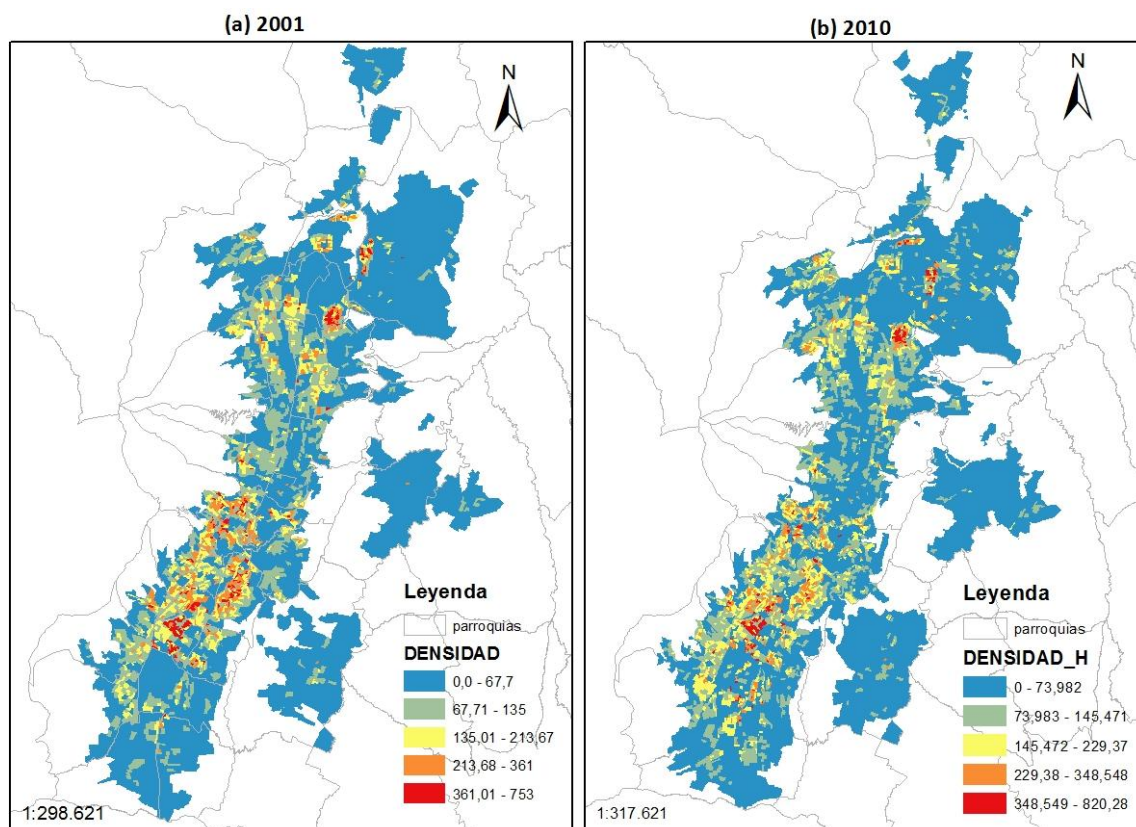
¹⁸ Para una recopilación sobre estos estudios ver (McDonald, 1989)

¹⁹ Calderón, Conocoto, Cumbayá, Llano Chico, Nayón, Pomasqui, San Antonio, Tumbaco y Zámiza

Para 2010 existen 4904 sectores censales que presentan registros de población. El tamaño mínimo por sector censal es de 0,32 hectáreas, el máximo es de 191,24 hectáreas, con un promedio de 6,24 hectáreas y un total de superficie de 30601,99 hectáreas; la densidad promedio en estos sectores es de 132,92 habitantes por hectárea. Para 2001 existe un total de 3386 sectores censales, con un tamaño mínimo de 0,54 ha, máximo de 174,7 ha, un área total de 27654,1 ha y un tamaño promedio de 8,17 ha; existe una densidad promedio por sector censal de 141,9 habitantes por ha. Las variables a considerar en este capítulo serán: la densidad poblacional por sector censal (DENi); la distancia euclidiana al centro de la ciudad (DCBDi); la distancia por componentes, norte-sur y este-oeste, al centro de la ciudad (DNI, DEi). Estas variables están seleccionadas según los criterios teóricos y los estudios empíricos que se han revisado.

La densidad poblacional se escoge para estudiar la población pues permite ilustrar una dotación de espacio por habitante y hace por tanto comparables a las distintas unidades geográficas. Es además, la habitual variable para el estudio de la población en trabajos previamente mencionados. El Gráfico N° 11 muestra los mapas de densidad de la zona de estudio en 2001, panel (a), y 2010, panel (b).

Gráfico N° 11:
Mapa de densidad poblacional Quito, 2001-2010



Fuente: INEC (2001, 2010). Censo de Población y Vivienda.
Elaboración: Diego Rojas

²⁰ Se escoge esta área de estudio pues es los análisis propuestos por la metodología suponen una superficie casi continua; además el concepto de centro de empleo es por sí mismo un concepto urbano.

Los resultados muestran varias peculiaridades, entre las más importantes se encuentra la característica de un Central Business District cuya densidad poblacional es muy inferior a la de las áreas que le rodean; podemos observar además una disminución de la densidad en los sectores censales correspondientes a este entre 2001 y 2010. Lo que da cuenta de un proceso de relocalización de la población de esta parte de la ciudad, posiblemente atribuible a los usos económicos que va teniendo el suelo en dicho sector de la ciudad.

Otra importante característica que se debe resaltar es la prominentemente superior densidad poblacional en la parte sur de la ciudad en el 2001, particularmente en la parroquia de Solanda. Esta parte de la ciudad muestra niveles de densidad en el rango más alto de la escala. Su evolución hacia 2010, sin embargo, muestra una leve disminución y se observa a la par una densificación importante hacia el extremo sur de la ciudad. Lo que da cuenta de un proceso de relocalización de la población en el espacio desde el Centro-Sur hacia el extremo.

Por otra parte el fenómeno de densificación del extremo norte es también evidente, sobre todo en la zona correspondiente a Calderón, Llano Chico, El Condado y Carcelén. Mientras, al igual que en el Centro Norte, las zonas aledañas al ex aeropuerto presentan niveles de disminución en la densidad. Lo que da cuenta también de una dispersión de la población hacia los extremos norte de la ciudad.

Zonas que muestran un crecimiento relativamente menor al crecimiento de la densidad en el casco urbano son Conocoto, Tumbaco y San Antonio. Estas presentan niveles de densidad similares, sin embargo como es evidente, existe una expansión considerable de los territorios correspondientes a estas zonas. Esto significa que el proceso de crecimiento urbano en estas zonas ha sido importante, es decir, que si bien su nivel de población ha crecido este ha sido amortiguado por el crecimiento urbano dejando la densidad en niveles similares a los de 2001.

Coeficientes de Localización

Este análisis sin embargo resulta insuficiente para entender los cambios en la densidad espacial de la población en Quito. Las escalas en las que están agrupados los sectores censales por niveles de densidad son disimiles; además el crecimiento y evolución propios de la ciudad en el tiempo plantea la dificultad de que Quito muestre dos densidades promedio y generales distintas en los dos años de análisis, es por esto que los mapas no son 100% comparables. Para resolver esto Millward (2008) propone utilizar lo que él determina *coeficientes de localización*, estos no son más que la representación de la densidad de cada sector censal como porcentaje de la densidad total para el área de estudio en la misma fecha. Este ejercicio se replicó para Quito y se obtuvieron los resultados expresados en el Gráfico N° 12. Una vez más el panel (a) muestra los resultados 2001 y el panel (b) los de 2010.

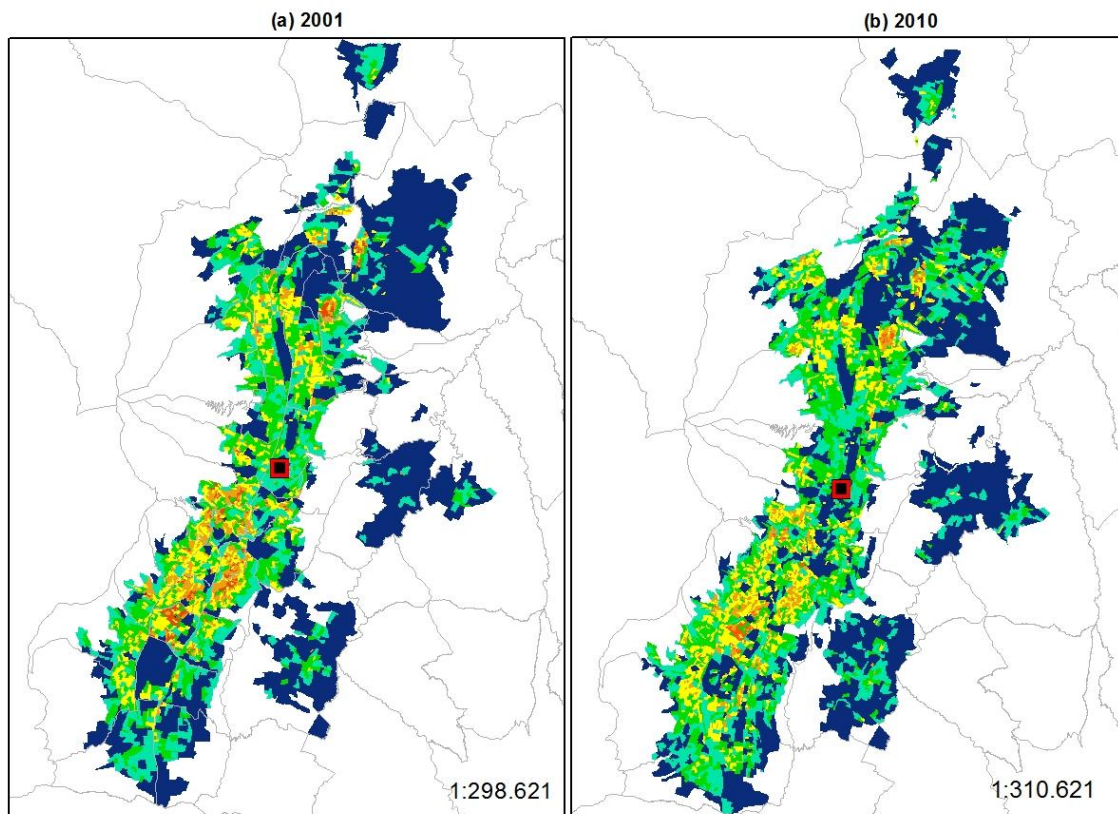
Los resultados del análisis de los coeficientes de localización permiten entonces utilizar escalas comparables entre si y que toman en cuenta los cambios demográficos del conjunto de la ciudad. Lo que revelan los cálculos confirman en mayor medida los primeros resultados del mapa de densidad; sin embargo hay particularidades que se suman a las ya mencionadas. La densidad general en 2001 para el área de estudio alcanzó 58.1 habitantes hectárea y en 2010 alcanzo los 64.1 habitantes

hectárea. Además ilustra un fenómeno de densificación general en un panorama de aumentos y disminuciones localizados de la densidad, como se mostró en el Gráfico N° 11.

Existe una disminución de la densidad, en este caso relativa, en el área correspondiente al CBD de la ciudad, denotado en el Gráfico N° 12 como un cuadro de color rojo. De la misma manera las secciones centro norte, aledañas al ex-aeropuerto, y centro sur, La Villaflora-Solanda, tienden a disminuir su densidad relativa. El fenómeno es mucho más notorio en la parte centro-sur de la ciudad donde se ve observan una disminución importante del número de sectores censales que se encuentran coloreados de naranja y rojo, es decir que al menos representan 350% de la densidad general de la ciudad. Para dar paso a un generalizado color amarillo, que representa un nivel de cociente de entre 200% y 349% de la densidad general. Un ejemplo que vale la pena mencionar es el del Centro Histórico de la ciudad donde se observa un descenso en su coeficiente de localización de la densidad. Esto no significa necesariamente que su densidad disminuyó, podría significar que con respecto a la ciudad y su densidad general existe una disminución de importancia relativa. Por otra parte en el norte de la ciudad la disminución no es tan marcada, sin embargo es una reducción de sectores coloreados de amarillo y verdes para dar paso a los colores cian y azul que representan un nivel de densidad entre 50.1% al 100% y 50% al 99.9% respectivamente.

Gráfico N° 12:

Densidad por sector censal como porcentaje de la densidad general para 2001 y 2010



Fuente: INEC (2001,2010). Censo de Población y Vivienda.

Elaboración: Diego Rojas

En cuanto a las zonas en que se muestra aumentos en los coeficientes de localización, el extremo norte de la ciudad muestra un crecimiento notable, en específico: Calderón, Carcelén, el Condado y Pusuquí. De igual forma el extremo sur muestra un aumento importante en su densidad relativa en la zona de Quitumbe y sus alrededores.

Por otra parte una zona que parecía ser de alta influencia sobre la densidad poblacional, el Comité del Pueblo, muestra una leve pero no despreciable descenso en su densidad relativa. Por otra parte vemos que contrario a lo que mostraba el mapa de densidad existe un crecimiento no tan despreciable en la densidad relativa de Cumbayá, Tumbaco y Conocoto. De igual manera la zona de Nayón muestra un alza en su densidad que da testimonio del conocido proceso acelerado de urbanización por parte de clases acomodadas hacia esta zona.

Análisis LISA

El mapeo de la densidad y el análisis de la densidad relativa a través de los coeficientes de localización son técnicas que ilustran los patrones de distribución de la población. Justamente por ser descriptivos estos métodos utilizados carecen de un criterio que de orientación sobre el nivel de aleatoriedad o, en su defecto, de un orden de los patrones de localización de la población; además sobre la significancia de estos patrones (Millward, 2008). Para poder tener criterios que permitan medir un nivel de asociación espacial existen varios métodos. El más apropiado y popular es el análisis de la I de Moran cuya aplicación puede ser general o local (Anselin, 1995).

Siguiendo a Millward (2008), este trabajo selecciona el análisis de la I local de Moran, tanto general como local. El método general permite obtener un índice cuyos valores toman un rango entre -1 y 1. Cuando el valor del índice es igual a 0 no existe autocorrelación espacial y la distribución espacial de la variable en cuestión es un fenómeno aleatorio; -1 y 1 representan los valores de perfecta correlación negativa y positiva respectivamente. Además este índice permite analizar el nivel de significancia del resultado.

El análisis local, también llamado LISA por su siglas en inglés²¹, permite identificar *clusters* y *outliers atípicos*. Los clusters son conjuntos, en este caso, de sectores censales que tienen valores estadísticamente similares, y que por su situación de proximidad presentan autocorrelación espacial positiva. Cuando en estos clusters, un sector censal que está por encima de la media está rodeado por sectores censales que están por encima de la media la categoría LISA para este cluster es Alto-Alto; si, en el caso contrario el cluster tienen sectores censales que se encuentran por debajo de la media este será de la categoría LISA Bajo-Bajo. En el caso de los outliers, estos son conjuntos de sectores censales que presentan valores estadísticamente disimiles y por tanto muestran autocorrelación negativa; si un sector, bien sobre la media, se encuentra rodeado por sectores que se encuentran bajo la media o viceversa las categorías LISA que les corresponden son Alto-Bajo y Bajo-Alto respectivamente. Este análisis también identifica aquellos sectores censales cuyas relaciones con los otros no estadísticamente significativas. Para realizar este análisis se utilizó en este trabajo el software especializado en econometría espacial de software libre creado por Luc Anselin²² llamado Geoda²³.

Para el cálculo de este índice se necesita la existencia de una matriz de pesos espaciales²⁴ que permita establecer cómo se relacionan las unidades territoriales entre sí. Para esto se experimentó

²¹ Local indicators of spatial association

²² Para ver una muestra de las capacidades de este programa ver Anselin, Syabri, & Kho (2006)

²³ Disponible gratuitamente en <https://geodacenter.asu.edu>

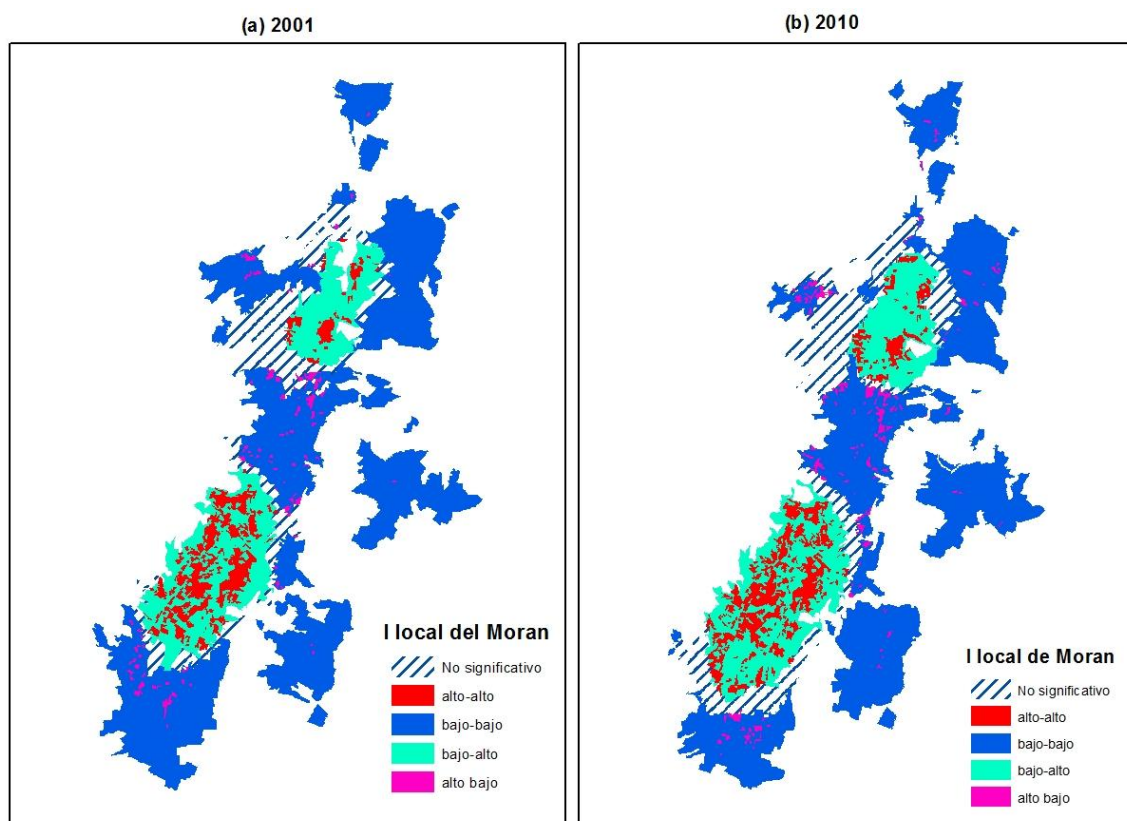
²⁴ Ver Anselin (1988)

con varios tipos de matrices espaciales: de continuidad tipo, torre o reina; o con los inversos de la distancia de cada vecino dentro de un radio determinado. Los resultados que muestran una mayor consistencia son aquellos que utilizan el peso de distancia inversa. Millward (2008) utiliza dicha forma de construcción de matriz de pesos espaciales en un análisis similar al de este trabajo para 5 ciudades canadienses mostrando resultados consistentes. Se escoge el método de la distancia inversa con un radio de 2km de interrelación entre sectores, pues en experimentos con radios mayores se pierden particularidades entre los espacios.

El análisis de la I de Moran muestra la existencia de correlación espacial positiva, esto confirmando lo que los análisis descriptivos muestran sobre la conformación de clusters poblacionales. El valor del indicador es de 0.28 y 0.24 en 2001 y 2010 respectivamente; ambos tienen una pseudo-probabilidad, calculada con 999 permutaciones, menor al 1% de que la distribución espacial sea un fenómeno aleatorio. Se puede entonces intuir que existe de hecho formaciones de clusters estadísticamente significativos en la ciudad en ambos periodos. Una vez que se conoce esta evidencia se procede a realizar el cálculo del análisis local cuyos resultados se plasman en un mapa para cada periodo, esto se encuentran en el Gráfico N° 13.

Gráfico N° 13:

Análisis LISA de la densidad poblacional a nivel de sector censal en Quito, 2001-2010



Fuente: INEC (2001,2010). Censo de Población y Vivienda.

Elaboración: Diego Rojas

El análisis confirma la intuición y el análisis general de la I de Moran. Como se ve en el Gráfico N° 13 la mayor parte del territorio del DMQ muestra la formación de clusters, tanto en 2001 como en 2010. Los clúster más abundantes son aquellos de categoría Bajo-Bajo en ambos periodos. Predominan en el centro de la ciudad y hacia los extremos norte, sur y este. Una particularidad relevante es observar

que en el CBD de la ciudad existen efectos de asociación en ambos periodos, sin embargo, muestran comportamientos de la densidad por debajo de la media; este clúster, como es evidente, se agranda entre 2001 y 2010. Este hecho da testimonio de una disminución de la densidad en esta área, estadísticamente significativa. Podemos observar que el área del tipo Bajo-Bajo hacia el extremo sur de la ciudad se reduce en el tiempo y es reemplazado por sectores tipo Alto-Alto y Bajo-Alto; por otra parte al noroeste de la ciudad existe una reducción del tipo Bajo-Bajo que es reemplazado por sectores no significativos.

Los clúster tipo Alto-Alto se encuentran principalmente en la parte sur de la ciudad y vemos que la extensión sobre la que están distribuidos aumenta en el tiempo; se observa también una dispersión de estos. En la parte norte de la ciudad existen lugares bien definidos para la conformación de estos clusters, específicamente en las zonas del Comité del Pueblo, Carapungo, Cotocollao y Carcelén. La evolución de estas cuatro localidades en el tiempo parece ser de un estable y leve crecimiento.

El resumen de las áreas por categoría LISA se presenta en el Cuadro N° 3. Se observa que en efecto los sectores de tipo Bajo-Bajo representan 59,3% del área de estudio en 2001 y presentan una reducción hasta el 51,5% en 2010. Mientras, el área del tipo Alto-Alto muestra un crecimiento de representar el 6,9% en 2001 al 8,7% en 2010. Por otra parte, se observa que los outliers que predominan son los del tipo Bajo-Alto con un 18,5% y 20,5% en 2001 y 2010 respectivamente; los del tipo Alto-Bajo representan solamente un 1,6% y un 2,1% en 2001 y 2010. La superficie de tipo no significativa aumenta de 14,1% al 17,1%; la superficie no significativa es la que corresponde a conjuntos de sectores censales que tienen densidades muy diversas entre si y por ende presentan un patrón aleatorio de distribución.

Cuadro N° 3:

Superficie de Quito por categoría LISA, 2001-2010

Categoría LISA	2001		2010	
	Área	%	Área	%
No significativo	3906	14,1%	5234	17,1%
Alto-Alto	1919	6,9%	2677	8,7%
Bajo-Bajo	16397	59,3%	15764	51,5%
Bajo-Alto	4985	18,0%	6281	20,5%
Alto-Bajo	431	1,6%	646	2,1%
Total	27638	100,0%	30602	100,0%

Fuente: INEC (2001,2010). Censo de Población y Vivienda.

Elaboración: Diego Rojas

Estos resultados muestran principalmente tres grandes rasgos: i) el incremento del área de tipo no significativa, específicamente sobre áreas antes de tipo Bajo-Bajo, dan señales de una posible densificación progresiva y desordenada de estas, dando como resultando patrones de distribución de la densidad aleatorios; ii) la dispersión de los clusters en la parte sur muestra un posible proceso de redistribución de la población en esa área de la ciudad o de una migración intensa ; iii) el centro financiero y de negocios de la ciudad, así como el centro-norte de la ciudad son zonas que parecen estar correlacionadas sin embargo muestran comportamientos de baja densidad. Estos resultados tienen solidez, es necesario sin embargo evaluar la evolución de la población desde otras ópticas que

han sido utilizadas para entender el comportamiento de la población a través del tiempo como los gradientes de decaimiento en las funciones estimadas de densidad poblacional.

Estimación de la función de densidad poblacional: Un análisis de los gradientes de decaimiento

Como ya se expuso en los fundamentos teóricos el modelo de la ciudad monocéntrica implica la existencia de una relación inversa de la distancia con respecto al CBD y la densidad poblacional. Esta relación ha sido contrastado con la realidad a través de varias técnicas. Los modelos de estimación del gradiente de la densidad han tenido mayor popularidad y mayor eficacia para entender, sobretodo, las realidades de ciudades principalmente de los Estados Unidos. Si bien se han realizado modelos de ciudades policéntricas para la estimación de la función de densidad de población en esta sección se tratara solamente la implementación del modelo de ciudad monocéntrica, para estimar los gradientes de población tanto en 2001 como en 2010 de tal manera que se pueda entender como ha variado en el tiempo, si es consistente con el análisis exploratorio y las consecuencias de su variación.

Un modelo de estimación de una ciudad monocéntrica

El modelo de estimación de la ciudad monocéntrica es de los más populares para la estimación de funciones de densidad poblacional. Este modelo implica imponer una forma funcional a la relación teórica de decaimiento que existe entre la distancia al CBD y la densidad poblacional de una unidad territorial. El modelo que este trabajo utilizara es la función de densidad inversa exponencial que fue implementado por el trabajo seminal de Colin Clark (1951). El motivo de escoger esta función es su inmensa popularidad y la descripción de varios autores como uno de los mejores métodos para la estimación de la función de densidad poblacional en el ámbito paramétrico (Joseph & Wang, 2010; Mcdonald, 1989). Si bien el modelo mismo es criticado por sus grandes limitaciones (Anas et al., 1998), este sirve como referencia de análisis para contrastar la teoría de la relación inversa entre distancia y densidad, además como su estabilidad temporal. El modelo que se va a estimar tiene la forma que expresa la siguiente ecuación:

$$DEN = D_0 e^{-\gamma x + \varepsilon}$$

Donde: *DEN* representa la densidad; *x* es la distancia de la unidad, en este caso sector censal, al centro de negocios de la ciudad; *D₀* y *γ* son las constantes a ser estimadas por el modelo; y *ε* es el termino de error estocástico²⁵. Para poder ser implementado este modelo suele ser sujeto de una transformación logarítmica (Mcdonald, 1989) de tal manera que la forma de estimación real es:

$$DEN^* = D_0^* - \gamma x + \varepsilon$$

²⁵Mcdonald (1989) hace referencia a la posibilidad de incluir el termino de error multiplicativamente y no aditivamente como método para mejorar la calidad del ajuste del modelo. Debido a la naturaleza ilustrativa de este análisis dentro de este trabajo solo se tomará en cuenta de manera aditiva.

Donde el asterisco denota a aquellos términos que han sido transformados por su logaritmo natural²⁶.

Varias inconsistencias existen en el momento de la estimación de este modelo. Por ejemplo Mcdonald (1989) ilustra dos. La primera tiene que ver con el sesgo de muestreo que es detectado por Frankena (1978); este sesgo se produce si la muestra de unidades territoriales no son una muestra aleatoria. Esto suele suceder porque los sectores censales suelen ser agregados espaciales diseñados para tener poblaciones similares entre ellos; las áreas con densidades poblacionales bajas, entonces, se encuentran sub-representadas (Mcdonald, 1989). Este problema puede ser corregido aplicando una ponderación usando el área de las unidades territoriales de tal manera que la estimación se realiza con la ecuación:

$$A^{1/2}DEN^*(x) = A^{1/2}D_0^* - \gamma A^{1/2}x + A^{1/2}\varepsilon$$

Este procedimiento hace entonces que el método de mínimos cuadrados ordinarios minimice la suma de residuos ponderados al cuadrado. Este trabajo utilizará los dos metodos para verificar la consistencia de los resultados. Además se utilizará la regresión de tipo robusta, que utilice el estimador M de (Huber, 1964), que permita lidiar con posibles problemas de heterocedasticidad y datos atípicos. Por último se hace la estimación utilizando el método de mínimos cuadrados no lineales para tener una estimación directa que no utilice la transformación de ninguna de las variables y una versión robusta de este tipo de estimador. Los resultados se exponen en el Cuadro N° 4.

Cuadro N° 4:

Métodos de estimación del gradiente de decaimiento de la densidad (**)

		MCO	M- estimador	M- estimador(ponde rado área)	NLS	No linear robusto
2001	Do* o Do	5.10	5.12	4.88	180.30	165.40
	Distancia CBD	0.0640	0.0610	0.0729	0.0288	0.0328
2010	Do* o Do	4.87	4.90	4.69	153.00	145.10
	Distancia CBD	0.0334	0.0315	0.0405	0.0154	0.0182

(**) Todos los coeficientes tienen una significancia de al menos el 99%

Fuente: INEC (2001, 2010). Censo de población y vivienda

Elaboración: Diego Rojas

El resultado muestra en todos los casos un decaimiento del llamado gradiente de decaimiento poblacional entre el periodo 2001-2010. Hay que recordar que por su naturaleza exponencial hay que interpretar este coeficiente de manera porcentual. En síntesis el Cuadro N° 4 muestra efectivamente una relación de decaimiento entre la distancia al centro de la ciudad y la densidad poblacional. Se observa que en 2001 existe un gradiente de al menos 0.02 y hasta de 0.07. La forma de interpretar el gradiente de decaimiento es, por ejemplo, para el método no lineal robusto en

²⁶ El principal problema de este método de estimación es que por la desigualdad de Jensen la transformación de la esperanza de una variable puede ser menor o igual a la esperanza de la transformación. Ver (Verbeek, 2008)

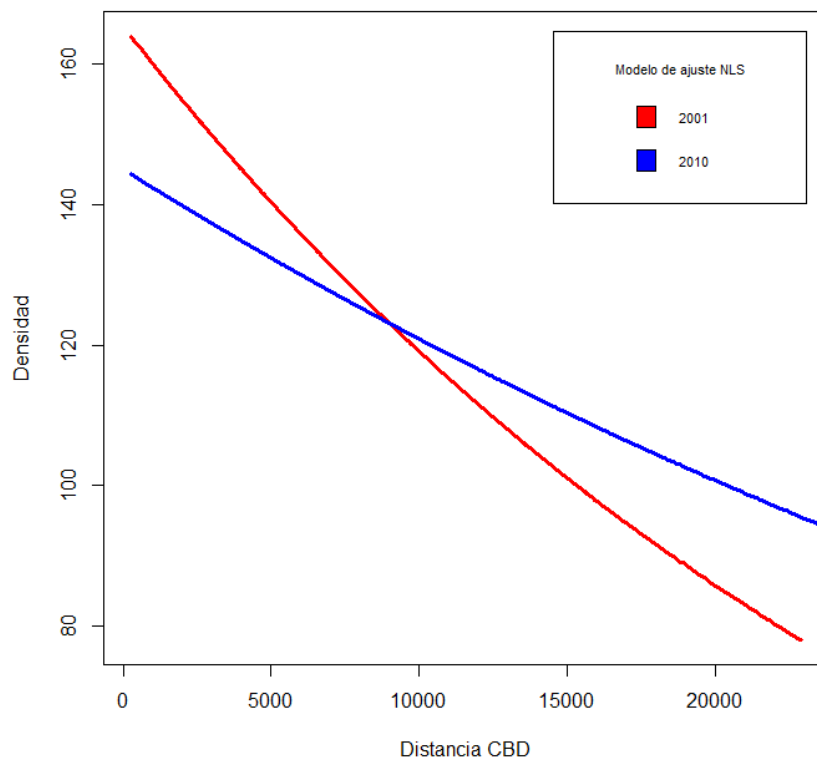
2010, que por cada kilómetro que la distancia aumenta existe un decaimiento en la densidad de población del 0,018%.

Se observa en este periodo gran diferencia entre los estimadores de los métodos lineales y no lineales. En 2010 se observa valores para el gradiente de al menos 0.015 y de máximo 0.04. De igual manera el decaimiento de esta relación también se ve reflejado en el valor máximo que toma la función estimada de densidad poblacional; como vemos en todos los casos el valor máximo D_0 , o en su defecto D_0^* que representa el $\ln(D_0)$, da muestras del aplanamiento de esta función.

Esta evidencia da muestra de que la relación que existe de predominio de un centro de la ciudad hiperdenso tiende a desaparecer en el tiempo. La literatura sobre el tema da muestras de que este fenómeno es muy común a medida que el tiempo avanza y el costo de transporte de la gente al centro de la ciudad disminuye²⁷ (Anas et al., 1998). Esto, además de la intervención de la política pública y procesos de desconcentración de la actividad económica da origen a la creación de múltiples centralidades subordinadas al CBD. En el caso particular de Quito este fenómeno se ha venido consolidando no como un fenómeno de relocalización de industria, sino como un proceso de apuntalamiento de actividades comerciales y servicios al rededor de zonas densamente pobladas que se asientan alrededor de antiguos núcleos industriales.

Gráfico N° 14:

Modelo de Ajuste no lineal robusto para la densidad poblacional de Quito, 2001-2010



Fuente: INEC (2001, 2010). Censo de población y vivienda.

Elaboración: Diego Rojas

²⁷ La baja del costo de transporte se puede manifestar tanto de manera monetaria como en tiempo. Esta baja hace

El aplanamiento de la función, es decir la disminución del gradiente poblacional, en Quito da testimonio de este proceso de desconcentración y de policentralización. Este fenómeno se puede ilustrar a través del Gráfico N° 14. Este muestra las funciones de densidad poblacional, inversas exponenciales, estimadas a través del método de estimación robusto no lineal. Se escoge este método pues es el más confiable de los 5 debido a sus propiedades y ventajas comparativas antes expuestas. El achatamiento de la función es evidente entre 2001 y 2010. El valor máximo que toma la curva es de 186 y 174 en 2001 y 2010 respectivamente.

Estos resultados son útiles para entender la evolución inter temporal de la ciudad. Sin embargo, este diagnóstico es altamente perfectible pues adolece de varias restricciones que le quitan precisión. La limitante más importante de esta forma de estimación es la especificación de la forma funcional; si bien existe evidencia a lo largo del mundo sobre la especificación de esta forma funcional, inversa exponencial, es arbitraria ya que la evidencia existente para economías periféricas es escasa. Las otras limitaciones son de carácter estadístico y se expusieron previamente en esta sección. A pesar de lo antes mencionado este análisis permite tener un buen retrato de la dinámica temporal de la relación distancia-población; sin embargo, se debe evitar depender de la arbitrariedad de imponer formas funcionales y valerse de técnicas estadísticas más sofisticadas para entender de mejor manera la relación.

Una función de densidad poblacional flexible

En la intención de buscar entender de mejor manera la relación entre la distribución espacial de la población y su nivel de aglomeración, se han utilizado instrumentos que han dado elementos de análisis indiscutiblemente útiles. El siguiente paso es darle al análisis un nivel de flexibilidad distinto a los que se han utilizado ya; en este sentido esta sección utiliza métodos no paramétricos de estimación y la estimación de una curva de densidad poblacional así como la utilización de tres dimensiones en el análisis para observar de mejor manera el fenómeno de la distribución de la población en el espacio sin ignorar el efecto de la dirección de la distancia.

Un análisis no paramétrico en dos dimensiones

Los métodos no paramétricos permiten realizar estimaciones sobre la relación entre dos o más variables sin tener que asumir para esto una forma funcional predeterminada. Básicamente estos métodos utilizan la información de los vecinos de un punto de la muestra seleccionada para poder realizar la estimación sin necesidad de forzar a los datos a ajustarse a una función específica. De esta manera se puede, por ejemplo, trazar una línea en una nube de puntos ilustrada en un gráfico de dispersión; o su extensión a tres dimensiones, trazando una superficie.

El método que se escoge específicamente es el llamado *Locally Weighted Regression*²⁸, o más comúnmente conocido como LOESS. Este método estima una función de densidad utilizando regresiones localmente ponderadas para cada punto del dominio de los regresores. El método de ponderación es a través de lo que se denomina un *Kernel*, que no es más que una función que da pesos a las observaciones que rodean a un punto determinado según la proximidad que estas tienen al punto determinado. La ponderación se realiza dentro de una ventana o span que es el parámetro

²⁸ Para más detalles sobre el método de ajuste LOESS, véase (Cleveland & Devlin, 1988).

que determina el porcentaje del total de observaciones que será seleccionado para cada una de las estimaciones y ponderaciones individuales ²⁹.

Una de las cuestiones más sensibles en este análisis es justamente la selección del span o ventana. La selección de este parámetro puede determinar que la superficie ajustada sea más o menos accidentada. Un span muy pequeño generará curvas de ajuste demasiado accidentadas pero con una varianza menor; un span muy grande tendrá el efecto inverso, estimará una curva demasiado suave pero con una varianza muy grande (Pagan & Ullah, 1999). Existe entonces un trade off entre precisión y suavidad de la superficie que es lo que le quita flexibilidad de cierta manera a este enfoque. Para este trabajo se han utilizado varios span en función de observar cuales son aquellos que dan una mejor idea sobre el tema en cuestión: la densidad poblacional. El modelo que entonces se estimará será:

$$DEN_i = m(x_i) + \varepsilon$$

El modelo estima entonces a través de mínimos cuadrados ponderados, en este caso según la proximidad, al punto i la densidad para cada punto y por ende un predictor $m(x_i)$ para cada i . De esta forma se abandona la idea de un gradiente de decaimiento, pues existen tantos gradientes como puntos tiene el dominio de x en una estimación de esta naturaleza. Uno de las principales ventajas del uso del gradiente, en la función inversa exponencial, es justamente por su característica de constante a toda distancia, a diferencia de la pendiente o la elasticidad, y por ende su fácil comparabilidad temporal y entre espacios urbanos (Muñiz, Galindo, & García, 2003). Al perder esta ventaja entonces resulta de muy poca utilidad para los fines de este trabajo por lo que se abandona su análisis en esta sección.

En los Gráficos N° 15 y N° 16, para 2001 y 2010 respectivamente se observa la dispersión entre las variables densidad y distancia al CBD; y una línea que corresponde al resultado de la estimación antes explicada. Como se observa, a diferencia del Gráfico N° 14 que ilustraba la función inversa exponencial, el trazado de las líneas en ambos gráficos es accidentado y recoge particularidades de la distribución que un análisis paramétrico no permitirá capturar. Por ejemplo permite encontrar picos de densidad a distancias determinadas que dan detalles sobre la formación de posibles centros de empleo o de población menores. Este tipo de análisis ha sido utilizado por varios autores para describir por ejemplo: la forma de la densidad poblacional (J. E. Anderson, 1982); la delimitación de ciudades satélites (Muñiz et al., 2003); la identificación de centros de empleo (McMillen, 2001; Redfearn, 2007); entre otros.

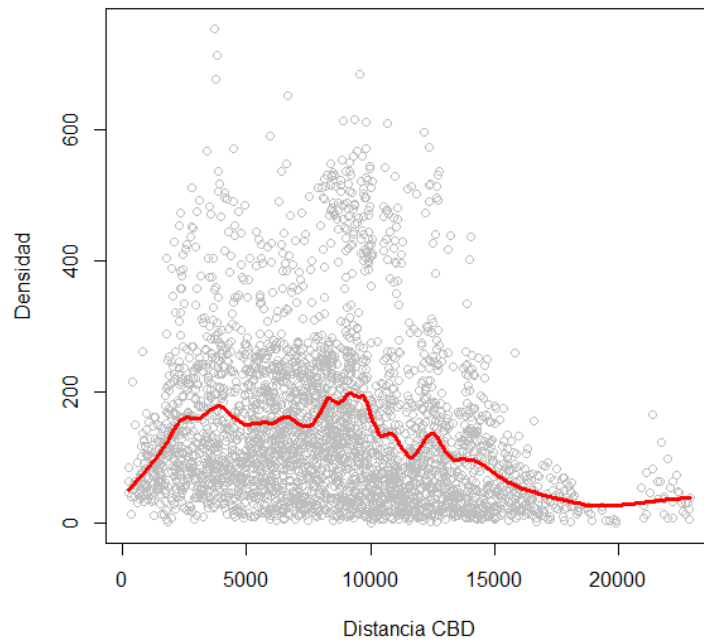
²⁹El kernel utilizado en es trabajo es el tricubico y se puede expresar como:

$$K_i = \left(1 - \left(\frac{d_i}{d_{max}}\right)^3\right)^3 \text{ iff } (d_i < d_{max})$$

donde d_i es la distancia del punto a ser estimado con respecto al punto i , d_{max} es la distancia máxima determinada por la ventana escogida y $I()$ es una función binaria que es igual a 1 cuando al condición se cumple o igual a cero si no.

Gráfico N° 15:

Curva de densidad con respecto a la distancia al CBD ajustada por LOESS, 2001

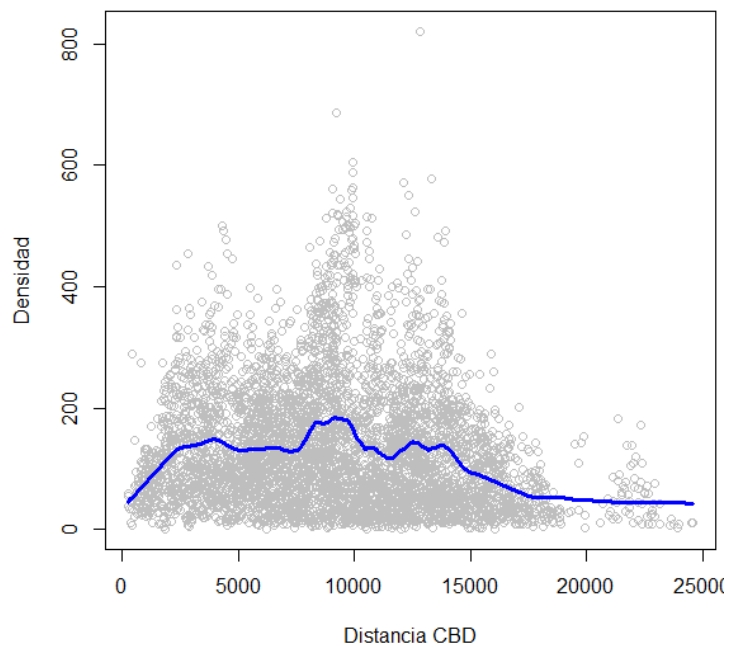


Fuente: INEC (2001). Censo de población y vivienda.

Elaboración: Diego Rojas

Gráfico N° 16:

Curva de densidad con respecto a la distancia al CBD ajustada por LOESS, 2010



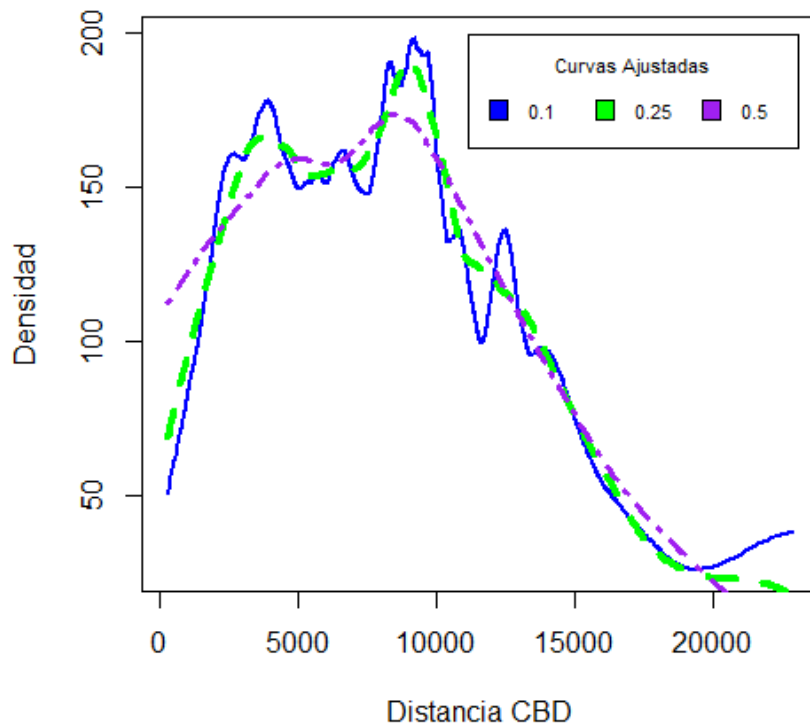
Fuente: INEC (2010). Censo de población y vivienda.

Elaboración: Diego Rojas

Este trabajo ha considerado varias versiones del estimado y su línea de ajuste a los datos antes de escoger la más conveniente para los fines de la investigación. Como se menciona ya el span es determinante, de cierta manera, sobre la forma de la curva de ajuste. A causa de esto se ha variado el span escogido para cada una de las estimaciones que se realizaron. Esto permitió contrastar las distintas curvas de ajuste para cada periodo y así determinar el span más apropiado. Se realizó la estimación tanto para 2001 como para 2010. Los ensayos que se realizaron consideraron tres valores para el span: 0,1; 0,25; y 0,5. Esto significa que para cada proceso de estimación en cada año se utilizó un 10%, 25% o 50% del total de observaciones en la estimación de cada uno de los puntos de la curva de ajuste. Los resultados del experimento se plasman en el Gráfico N° 17 y en el Gráfico N° 18, para 2001 y 2010 respectivamente.

Gráfico N° 17:

Curvas de ajuste para la densidad poblacional 2001, varios span



Fuente: INEC (2001). Censo de población y vivienda.

Elaboración: Diego Rojas

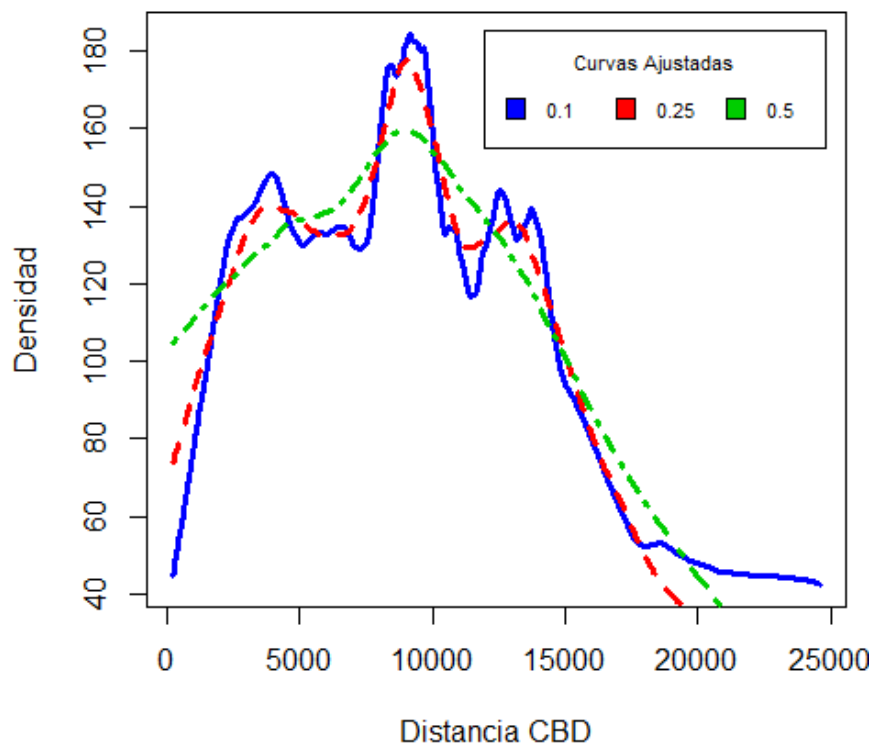
Como se observa las curvas de ajuste estimadas con un span de 0.5 tienen un trazado suave que apenas presenta dos picos de densidad, este suavizado resulta contraproducente para los fines de este trabajo pues ignora casi de manera completa las particularidades que los análisis exploratorios hacen intuir que existen. Da, sin embargo, un buen primer criterio de confirmación de que la forma funcional inversa exponencial no era la más precisa para tratar de especificar un modelo de relación entre la distancia y la densidad. Esto pues como se observa la densidad no tiene un decaimiento inmediato, presenta en cambio un crecimiento desde el centro de la ciudad hasta un punto determinado, esto en ambos periodos.

El resultado de correr la estimación con el span de 0.25 arrojó curvas que presentan trazados menos simples con alzas que parecen identificar ya varios picos de densidad de población que no se

encontraban muy claros en la versión del experimento con un span de 0,5. Estas curvas, sin embargo, todavía no recogen peculiaridades más pequeñas, que son las que intenta identificar este trabajo. Esto hace pensar que este span no es el indicado para poder conseguir entender y describir a precisión la distribución de la población en Quito urbano. Agotadas las primeras dos posibilidades se procede a correr el modelo con un span de 0.1. Estas curvas tienen la particularidad de ser muy accidentadas en su trazado. Estas si capturan alzas locales con una precisión que las otras curvas no logran capturar. Esto es importante para nosotros pues para hacer el análisis inter temporal entre la función 2001 y 2010 es importante poder visualizar cambios a una escala muy detallada.

Gráfico N° 18:

Curvas de ajuste para la densidad poblacional 2010, varios span



Fuente: INEC (2010). Censo de población y vivienda.

Elaboración: Diego Rojas

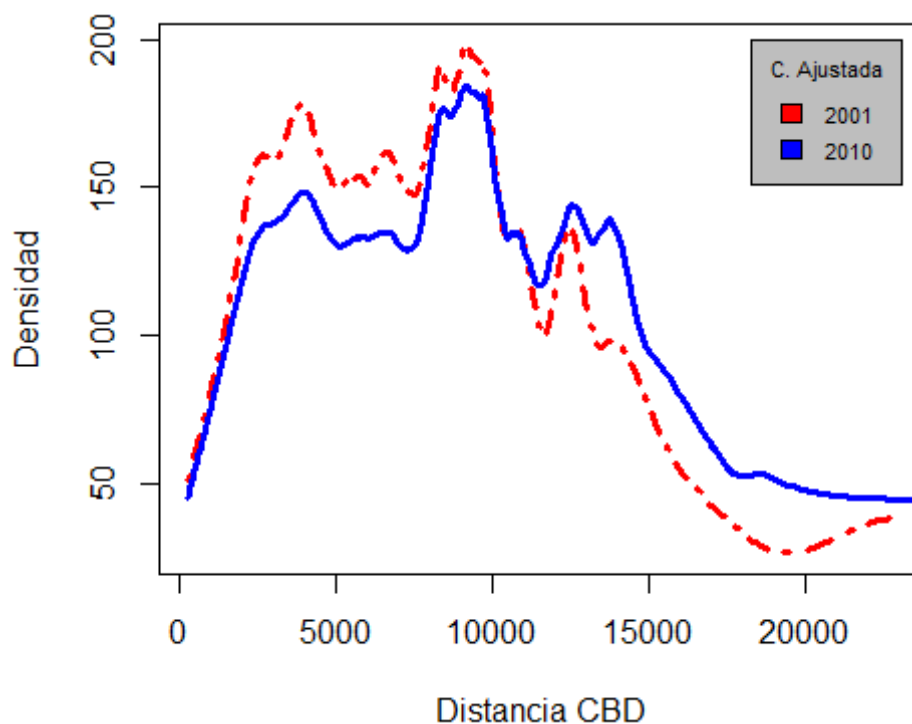
Una vez que se ha escogido la ventana más apropiada, lo siguiente es graficar las curvas de ajuste para cada año analizado. El Gráfico N° 19 muestra las dos curvas. Lo primero que salta a la vista es la pendiente positiva de la curva en la región más próxima al CBD; esto como se había dicho está relacionado a una posible utilización del suelo de manera intensiva para actividades de negocios en esta zona. Es decir se observa un posible fenómeno de desplazamiento del uso habitacional del suelo en el centro de la ciudad hacia los extremos de esta. Otra peculiaridad, que era de esperarse, es notar que no existen cambios súbitos en la forma de la curva; si bien existen alzas y bajas en los distintos picos a través del tiempo, casi no se observa la aparición repentina de un pico. El único cambio de alguna importancia en cuanto a forma es la aparición muy recatada de un pico de densidad en la parte más alejada de la curva. Esto significa que no han habido desplazamientos bruscos de población, o crecimientos de la ciudad en lugares que no hayan sido ya asentamientos en 2001.

El resultado en general confirma lo que se intuía con el análisis exploratorio, existe un proceso de disminución de la densidad alrededor del CBD. Como se observa la curva ajustada de 2001 se mantiene por encima del estimado de 2010 hasta una distancia de alrededor de 10 kilómetros. A partir de ese punto en que las curvas se sobreponen por primera vez, se observa un pequeño tramo en que parecería que la densidad se ha mantenido en el decenio; y posteriormente a una distancia de un poco más de 11 kilómetros la curva ajustada de densidad para el año de 2010 toma valores superiores en el resto de la curva. Se observa el máximo de ambas curvas a una distancia de 9 kilómetros. Es particularmente notable el crecimiento del último pico de la curva de 2001 hasta 2010.

Estos resultados confirman la conclusión del primer capítulo que mostraba a Quito como una ciudad con un proceso de crecimiento urbano expansivo a base de la subutilización del suelo. Por otra parte lo que se evidencia también es el posible proceso de expansión de la densidad de empleo que a medida que crece desplaza el uso habitacional del suelo hacia los extremos de la ciudad. Esta posibilidad deberá ser explorada más profundamente cuando se haga el análisis de los efectos del empleo sobre la densidad de la población en el capítulo 4.

Gráfico N° 19:

Curvas ajustadas de densidad poblacional con un span de 0.1, 2001 y 2010



Fuente: INEC (2001,2010). Censo de población y vivienda

Elaboración: Diego Rojas

Este análisis ha descrito de manera exitosa el comportamiento de la densidad de población con respecto de la distancia al CBD. Renunciar a una forma funcional impuesta y flexibilizar la estimación a través de métodos no paramétricos permitió entender peculiaridades específicas que suceden a determinadas distancias y menores escalas. A este análisis le falta, sin embargo, visualizar los resultados de una manera que permita enfocar el análisis dentro del territorio de Quito tal como los mapas que se mostraron en la primera sección. Por las diferencias en la cartografía sería difícil tratar

de ilustrar estos efectos en un mapa; a pesar de esto se puede recurrir a otro instrumento para poder realizar el análisis deseado.

Un análisis no paramétrico en tres dimensiones

El método de ajuste que se utilizó en la sección anterior estuvo limitado a entender la distancia como una variable en un espacio de dos dimensiones, por lo que los resultados se limitan a explicar la densidad en función de la cercanía sin importar en qué dirección se encuentra la unidad espacial que se está analizando; en síntesis anulando los efectos de sesgo direccional o sectorial³⁰. Por este motivo se flexibilizará aun más la relación densidad-distancia, con una extensión de la estimación a tres dimensiones, que permita analizar los cambios de la densidad con respecto a la distancia, pero en dos ejes. Esto permitirá analizar cómo evoluciona la densidad cuando la distancia ya no tiene magnitud sino también dirección.

Para poder hacer esto se ha realizado una descomposición de la distancia en sus componentes rectangulares. En vez de realizar el cálculo de la distancia entre dos puntos como una línea recta, ahora se entiende a la distancia entre dos puntos como la distancia norte-sur y la distancia este-oeste. Este caso es una extensión del modelo original expuesto en la sección anterior pero con un modelo multivariado:

$$DEN_i = g(N_i, E_i) + \varepsilon$$

Donde N_i y E_i son las distancias entre cada centroide de la cartografía censal con respecto al CBD. Lo que esto permitirá es realizar el estimado ya no de una curva sino de una superficie en el espacio. Para realizar este ajuste se utilizó el mismo método de regresión localmente ponderada que en la sección anterior; los resultados se exponen en los Gráficos N° 20, N° 21 y N° 22. La estimación se corrió con un span de 0.1 para guardar comparabilidad entre los datos de las curvas ajustadas y los de las superficies.

El resultado que se obtiene es un gráfico en tres dimensiones. El Gráfico N° 20 muestra la vista superior de la superficie, en los ejes de la caja se encuentran los valores de las distancias norte, este y la densidad estimada a través del método no paramétrico de ajuste. Cada punto rojo representa el valor de la densidad para un sector censal de 2001; mientras la superficie celeste representa la superficie estimada para 2010. Esta forma de representar resultó ser la más comprensible de todas las ensayadas. Como se observa los puntos rojos replican la forma del mapa de Quito, a esto se hacía referencia en párrafos anteriores cuando se hablaba de entender esta relación en el territorio. La superficie se extiende más allá de los límites de Quito pues es el gráfico de una estimación. Que los puntos rojos se encuentren por encima de la superficie significa que existe una densidad poblacional mayor en 2001.

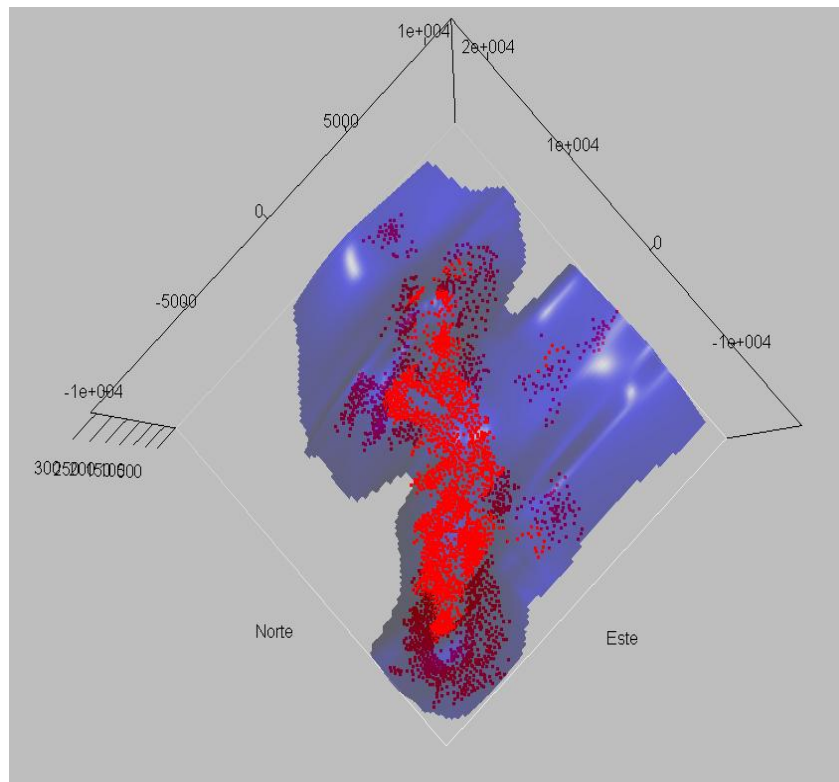
Los Gráficos N° 21 y N° 22 son las vistas laterales de la superficie desde el este y el oeste respectivamente. Lo que ambos muestran es el fenómeno ilustrado por la sección anterior pero en el espacio. Lo primero que es notorio es el cráter de densidad que se forma en el centro de la ciudad; a partir de este comienza una tendencia de crecimiento hacia las direcciones norte y sur donde son

³⁰ El sesgo direccional hace referencia a que una medición de distancia entre dos puntos debe tomar en cuenta la dirección en que esa distancia se mide. Esto pues en una ciudad o territorio real los fenómenos no suceden de manera homogénea en el espacio en todas direcciones.

visibles varios picos de densidad. Esta estructura parece estable durante el periodo pues los cambios en la forma de la superficie entre 2001 y 2010³¹ no presenta picos de densidad que aparezca de manera inesperada; si existe un cambio importante en la forma de la curva que concierne a un pico que se encuentra hacia el sur de la superficie y que parece desaparecer casi por completo en la superficie de 2010.

Gráfico N° 20:

Vista superior de la superficie ajustada de la densidad poblacional



Fuente: INEC (2001,2010). Censo de población y vivienda

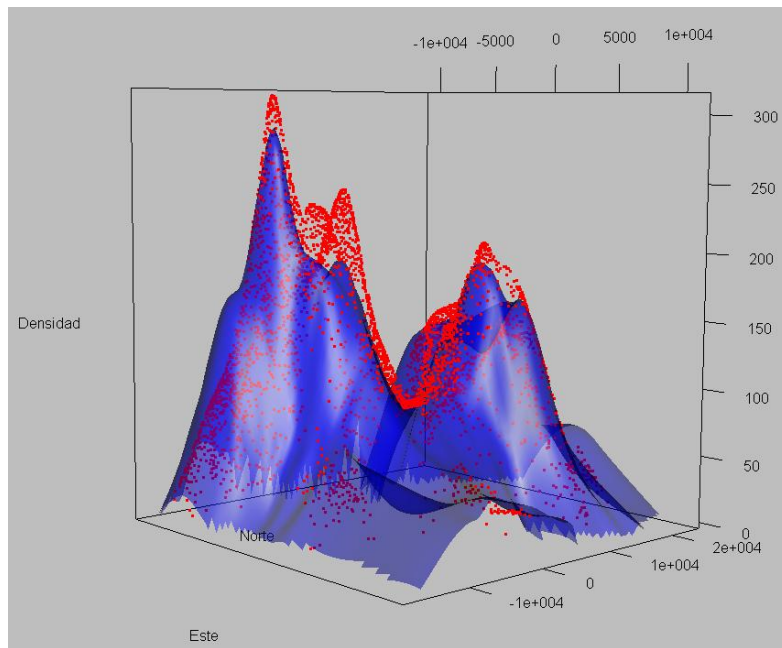
Elaboración: Diego Rojas

El fenómeno de densificación de las zonas más periféricas de la zona de estudio es evidente, tanto en la vista superior como en las laterales, es notorio que en los extremos de la ciudad los puntos rojos de la superficie de 2001 se encuentran por debajo de la superficie de 2010. De igual forma las zonas de Tumbaco, Cumbayá y Conocoto muestran niveles estimados superiores en la actualidad. Los picos de densidad identificados hacia el sur son los sectores de la Villaflora y Solanda, que presentan bajas en sus densidades mientras el extremo sur correspondiente a las zonas de crecimiento urbano más reciente, relativamente, muestran crecimientos importantes. De igual manera hacia el norte de la ciudad el pico de densidad más importante parece bifurcarse formando dos picos distintos, lo que hace presumir que la reducción de la densidad es localizada a diferencia del sector sur.

³¹ Es necesario aclarar que ambas predicciones son modelos que se corren de manera independiente. Que las formas de las superficies sean similares en el tiempo no es más que evidencia de que el método de ajuste es coherente y que produce resultados estables y comparables entre los periodos.

Gráfico N° 21 :

Vista de la superficie ajustada de la densidad poblacional, vista desde el este

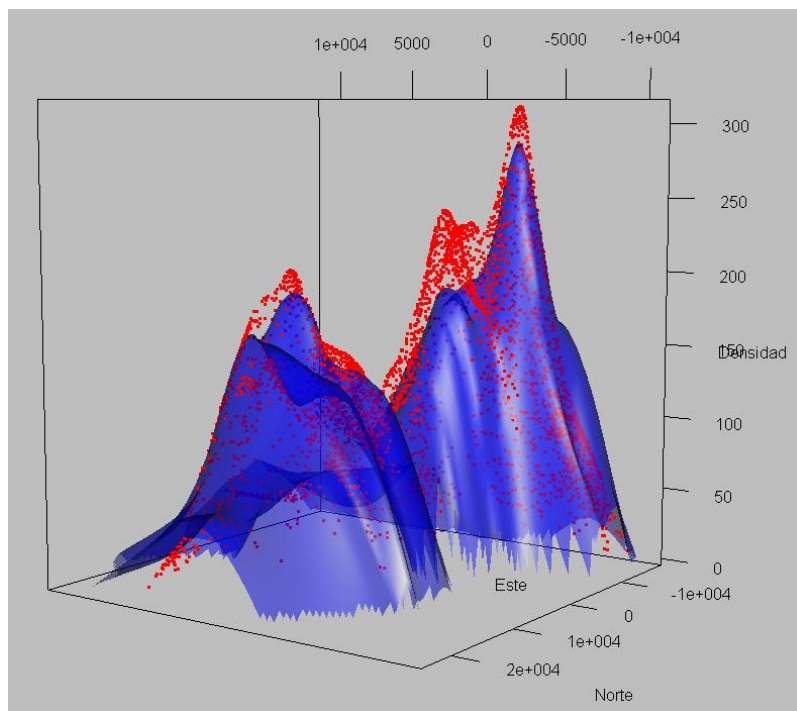


Fuente: INEC (2001,2010). Censo de población y vivienda

Elaboración: Diego Rojas

Gráfico N° 22:

Vista de la superficie ajustada de la densidad poblacional, vista desde el este



Fuente: INEC (2001,2010). Censo de población y vivienda

Elaboración: Diego Rojas

Una mirada General

Este capítulo utilizó técnicas diversas para poder describir en primer lugar cual es la distribución espacial de la población en el espacio dentro del área de estudio, para esto la utilización de mapas permitió realizar un análisis exploratorio que dio primeras luces sobre la situación de esta variable. Los primeros rasgos que se mantuvieron alrededor del análisis de los mapas fue la característica de una densificación de los extremos de la ciudad y las zonas rurales calificadas antes como conurbadas. La mayor densidad se encontraba hacia los costados más próximos al CBD en las direcciones norte y sur; siendo estos los lugares que presentaban una mayor densidad poblacional. La identificación de clusters que daban indicios de la formación de patrones de dispersión de la población y una des densificación del centro de la ciudad fueron uno de los principales aportes de este análisis.

En un segundo momento se trató de identificar un gradiente de decaimiento de la densidad poblacional, es decir tratar de confirmar una relación teórica que suponía un modelo ciudad monocéntrica; los resultados, de variados análisis, arrojaron que de hecho esta relación si existe y muestra un comportamiento decreciente en el periodo 2001 y 2010. Las limitaciones que este análisis presentaba debido a la arbitraria imposición de una forma funcional para encontrar la relación distancia-densidad llevo al análisis a experimentar con métodos más flexibles que permitieran explicar los patrones de población de manera más precisa.

El uso de métodos no paramétricos de ajuste permitió entender básicamente tres cosas que el análisis de regresión simple no permitía:

- i) la existencia de un cráter de densidad en el centro de la ciudad, es decir una densidad relativamente muy baja en el CBD, que se profundiza y expande su frontera en el tiempo debido a un probable desplazamiento del uso del suelo habitacional por uno económico;
- ii) la existencia de picos de densidad, máximos locales de densidad en la superficie observada, apostados alrededor del cráter, antes mencionado, que tienen la cualidad de mostrar una tendencia a la disminución de su densidad poblacional en el tiempo;
- iii) un aumento de la densidad para las localidades que están más allá de los picos antes mencionados, es decir un crecimiento de la densidad de las zonas rurales conurbadas y los extremos de la ciudad que ilustran un fenómeno de dispersión de la población desde los picos de densidad antes mencionados hasta éstas zonas

Estas cualidades conjuntamente con las mencionadas en los párrafos anteriores permiten describir al patrón de distribución de la población de Quito como uno que se asemeja en gran medida al que estudios empíricos ha logrado identificar para ciudades estadounidenses³². Es decir un centro de la ciudad que pierde a sus habitantes para dar paso a un uso económico; que además mira un fenómeno de dispersión de su población al observarse procesos de crecimiento de zonas no tradicionalmente pobladas. Esto puede deberse a procesos de crecimiento de la actividad económica

³² El patrón típico de ciudad estadounidense muestra "un gradiente decreciente en general, la aparición de un cráter central de densidad, un desplazamiento hacia fuera del borde del cráter, una disminución en la densidad de picos, y un menor grado de ajuste (es decir, una mayor variabilidad) alrededor del gradiente de tendencia." (Millward, 2008:618)

en las zonas donde se identificaron los picos de densidad; manifestándose de esta manera un fenómeno similar al desplazamiento de la población por el uso económico del suelo pero en menor escala. Este fenómeno se analizará de manera más clara en el capítulo 4.

Este capítulo ha logrado describir de manera precisa las características de la distribución espacial de la población a través del análisis de la densidad poblacional, llegando incluso a encontrar que Quito es parte de un patrón de distribución de población que es una regularidad empírica en estudios urbanos de la misma clase en otros sitios del globo. La cuestión ahora es entender la distribución espacial del empleo dentro de la ciudad para poder determinar localidades de significación para la distribución espacial de la población.

Capítulo 3.

La función de densidad de empleo y centros de empleo en Quito

El ejercicio del capítulo anterior permitió definir las características de la densidad poblacional y su relación con su disposición espacial. Ya que el fin de este trabajo es determinar la relación de la distribución espacial del empleo con respecto a la distribución espacial de la población, el paso siguiente es realizar un proceso de descripción del empleo con el mismo rigor metodológico que el que se aplicó en el capítulo anterior. El punto que es indispensable recordar es que la identificación de centros de empleo es vital para poder entender y contrastar la idea de la existencia de una relación en la localización del empleo y la de la población; sin importar si la relación está determinada en medio de un contexto de ciudad monocéntrica o policéntrica. Las técnicas de identificación de centros de empleo pueden arrojar resultados distintos por lo que este capítulo explorará tres posibilidades para identificarlos, tomando al final la más conveniente .

Este capítulo divide el trabajo en cuatro secciones. La primera comprende un ejercicio de mapeo de la variable de densidad de empleo, utilizando además técnicas de estadística espacial. La segunda estima una función de densidad de empleo y el correspondiente gradiente de decaimiento con respecto a la distancia al CBD. La tercera realiza un análisis no paramétrico, similar al del capítulo anterior. La cuarta y última sección hará un análisis de identificación de los centros de empleo a través de tres metodologías: i) Un primer acercamiento a través del método de densidades mínimas (Giuliano & Small, 1991) aplicando el algoritmo de matrices de contigüidad explorado en los fundamentación metodológica de este trabajo (McMillen, 2003); ii) después utilizando el método no paramétrico de McMillen (2001) que se ha explicado en la sección de fundamentos metodológicos y que ya ha sido aplicada para el DMQ (Mancheno & Rojas, 2013); iii) por ultimo utilizará el método combinado de las secciones cuatro y cinco al estilo de McMillen (2003).

Un análisis exploratorio de la densidad de empleo

El análisis que se realiza en este capítulo se encuentra en base a los datos del Censo Nacional Económico 2010. Lamentablemente el censo económico anterior a este fue realizado en 1984, es decir una diferencia de 26 años. La información correspondiente a este censo, tanto la cartografía como la base de datos, no se encuentran digitalizados por lo que no existe la posibilidad de realizar un análisis intertemporal. Esto no representa sin embargo un obstáculo significativo para los fines de esta investigación.

La desagregación de los datos es a sector censal, la cartografía es la misma utilizada para el análisis del censo de población y vivienda; se utilizará la misma área de estudio definida en el capítulo 2. El número de sectores censales que presentan registros de empleo en el área de estudio son 4520. Estos aglomeran 530495 empleos; la densidad de empleo promedio por hectárea es de 23,21 y su valor máximo es de 2138. Esta evidencia permite concluir que la distribución de la densidad de empleo tiene un severo sesgo hacia la derecha, es decir, la distribución muestra un número importante de sectores en los niveles más bajos de densidad. Esta peculiaridad obliga a preguntar si este fenómeno podría llevar a las técnicas de análisis propuestas a ignorar los pequeños detalles de la distribución espacial de la densidad por la naturaleza de esta distribución. La existencia de una macrocentralidad cuyo tamaño es superlativamente superior hace que por motivos de escala los

comportamientos de otros lugares del territorio no sean fácilmente visibles. Estas pequeñas particularidades son las que dan evidencia sobre los procesos de localización del empleo en los territorios fuera del CBD. Por esto es necesario utilizar un artificio para poder visualizar de mejor manera las pequeñas particularidades; se transformará a la variable a logaritmo para que su distribución se asemeje más a la normal y esto permita visualizar de mejor manera la información en el espacio. El análisis se realizará sobre la densidad de empleo y sobre el logaritmo de la densidad de empleo.

Mapa de la densidad de empleo.

El capítulo anterior dejó claro que el evidente primer paso para entender la distribución de una variable en el espacio es ponerla sobre un mapa. El mapa de la izquierda, en el panel (a), se tendrá siempre el mapa que contenga la información de la densidad de empleo; mientras el mapa de la derecha, en el panel (b), contendrá la información correspondiente al logaritmo de la densidad de empleo.

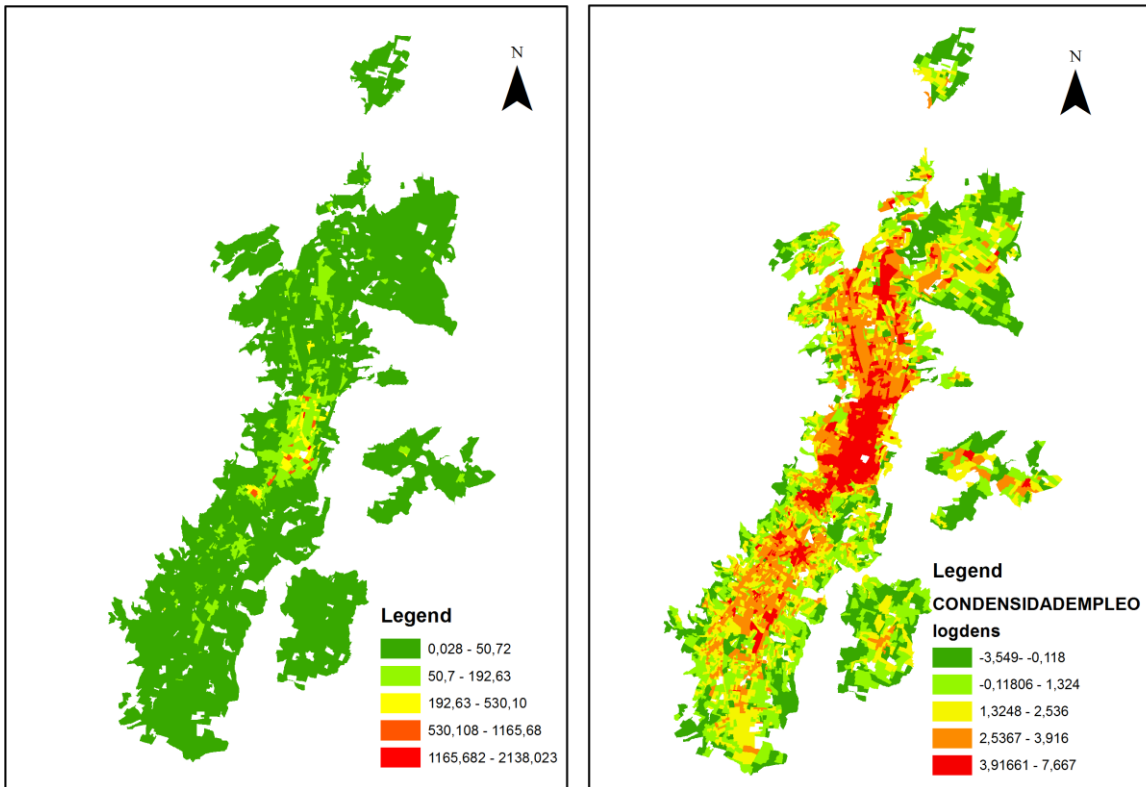
El Gráfico N° 23 muestra el mapa de la densidad de empleo en el área de estudio, el Quito urbano. Como se puede observar cuando no se aplica la transformación a la variable el mapa de densidad muestra una estructura ciertamente hipercéntrica que concentra en el CBD y en sus alrededores todos los sectores con valores importantes de densidad. A pesar de esto existen pequeñas alzas en la densidad de empleo hacia los extremos de la ciudad y las zonas rurales conurbadas que podrían dar cuenta de un proceso de policentralización de la ciudad desde una perspectiva económica.

Esta hiper centralidad se presenta en una zona de la ciudad donde existen tres lugares de importancia económica, que en otros estudios ha sido catalogada como la *macrocentralidad* de la ciudad (Vallejo, 2008). Estos lugares son: i) la zona circundante al parque La Carolina, consolidada como el centro financiero de la ciudad; ii) la Mariscal, que históricamente consolidado como un centro de empleo importante en la ciudad desde los 60 (Vallejo, 2008), cualidad que al parecer no ha perdido; iii) el Centro Histórico, que por su cualidad de concentrar las actividades administrativas dentro de sí ha visto proliferar a su alrededor una economía de comercio y servicios. Otras zonas que presentan densidades relativamente importantes son las zonas de la Panamericana Norte, Cotocollao, Villaflora, Solanda, Tumbaco y Cumbayá.

El escenario descrito sin embargo, aparece como insuficiente al menos para poder identificar la presencia de centralidades menores en la distribución del empleo fuera de la macrocentralidad, esto por la importante diferencia que se presenta en su densidad de empleo en relación con el resto de la ciudad. El panel (b), con los datos transformados, muestra un panorama más claro en ese sentido. Se pueden observar alzas locales, no evidenciadas en el panel (a). Por ejemplo al sur de la ciudad, donde se puede intuir la existencia de al menos dos conjuntos de sectores que muestran densidades relativamente altas. Estos fenómenos que se encuentran a lo largo del mapa apoyan la idea de la existencia de varios centros de empleo en la ciudad. La existencia de sectores con un logaritmo de la densidad de empleo negativo muestra las partes de la ciudad cuya densidad de empleo es menor a 1 empleado por hectárea.

Gráfico N° 23:

Mapas de densidad de empleo y su logaritmo para el área de estudio



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

Se debe mencionar también la relativa menor importancia que se observa en las áreas rurales conurbadas, tales como Calderón, Tumbaco y Cumbayá, que muestran patrones de densidad de empleo que permiten advertir la posible presencia, dentro de ellos, de dinámicas económicas propias con una influencia local y tal vez incluso global sobre la ciudad. En otras palabras, en cada una de estas localidades se pueden advertir comportamientos de atracción de empleo que pueden tener una influencia sobre el área que les rodea o incluso influir sobre toda la distribución del empleo de la ciudad. Este primer acercamiento a la información aporta información muy útil para este trabajo; sin embargo se cree necesario avanzar en el proceso de análisis aumentando el rigor estadístico para poder validar estas afirmaciones con un nivel de significancia estadística.

Cocientes de localización de la densidad de empleo.

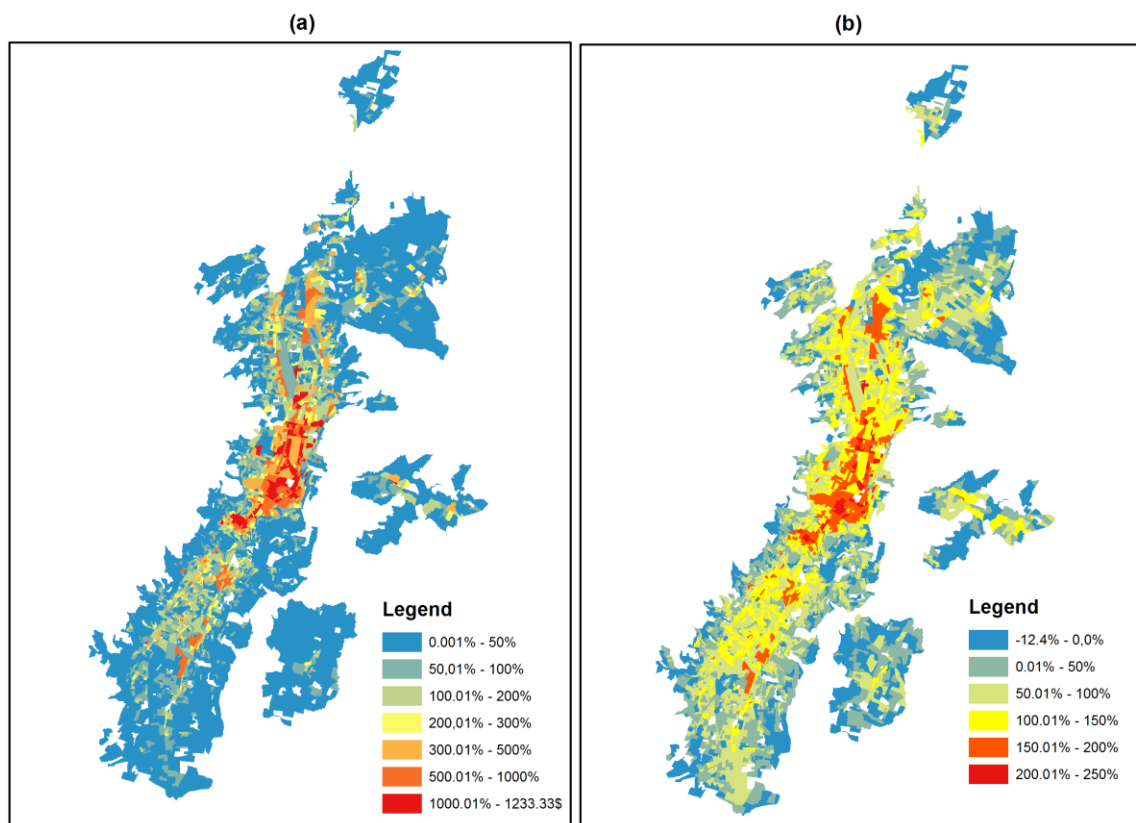
Con el objeto de dar una validez de tipo estadístico a los resultados previamente analizados se debe usar tener un criterio de evaluación de la densidad de empleo que no sea de carácter arbitrario. En este sentido, al igual que el capítulo anterior, se utiliza los cocientes de localización para entender la distribución de la información en una escala que guarda relación con su propia distribución. El cociente de localización da cuenta de la relación entre la densidad registrada en la unidad territorial y la densidad de empleo de toda el área de estudio; que es de 17,33 empleados por hectárea; expresada como porcentaje.

Como se observa en el Gráfico N° 24, el resultado del uso de este cociente de localización permite observar las pequeñas particularidades en la densidad de empleo sin la necesidad de aplicar la transformación logarítmica. El panel (a) del Gráfico N° 24 tiene la representación de la macrocentralidad en el CBD; mientras deja que se revelen patrones de distribución que se asemejan al Gráfico N° 23(b). Los resultados confirman lo que ya se intuyó con el análisis de la densidad del empleo: existen puntos en el espacio, fuera de la macrocentralidad, que parecen tener cierta influencia, al menos, sobre el área circundante. La influencia que se podría encontrar muestra indicios de su existencia en una formación de patrones de decaimiento de la magnitud del coeficiente de localización alrededor de estas localizaciones. Esto da cuenta de la posible conformación de centros de empleo.

Una peculiaridad interesante es la que se observa en la formación de los patrones de densidad de empleo fuera del CBD. Estos se encuentran localizados a lo largo de la extensión de ejes viales. Hacia el norte se pueden apreciar las formaciones sobre la Avenida La Prensa al oeste; sobre la avenida Galo Plaza Lasso al centro; y sobre la avenida Eloy Alfaro hacia el extremo este; hacia el sur sobre dos ejes viales, la Avenida Pedro Maldonado y con menor intensidad sobre la avenida Mariscal Sucre.

Gráfico N° 24:

Mapa de cocientes de localización de la densidad de empleo y su logaritmo



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

El mapa con la transformación logarítmica de la densidad, Gráfico N° 24 (b), ilustra de mejor manera las zonas de la ciudad cuya densidad es relativamente baja. A pesar de esto permite distinguir con claridad las zonas cuya densidad sobresale de los otros, dando localizaciones más precisas de los

lugares que sobresalen. En este caso se puede visualizar incluso con mayor claridad los patrones de aglomeración alrededor de los ejes viales.

El panel (b) también permite rescatar las particularidades de las densidades en las zonas rurales conurbadas. En el panel (a) la importancia de estas zonas es relativamente baja por lo que se invisibiliza los cambios en las densidades dentro de ellas. Cumbayá y Tumbaco parecen revelar ciertos patrones de distribución que invitan a pensar en la posibilidad de encontrar centros de empleo en estas localidades; esto sucede también en Calderón y Llano Chico. En contraparte Conocoto y San Antonio muestran valores para el logaritmo de la densidad menos importantes que las de las otras zonas rurales conurbadas sin embargo este trabajo todavía no puede sacar conclusiones decisivas sobre la existencia o no de centros de empleo en estas zonas, tema que se abordará más adelante en este capítulo. El siguiente paso será tratar de observar si las conjeturas que se han formulado tienen alguna significación estadística a través del análisis de correlación espacial LISA, utilizando la I local de Moran.

Análisis LISA de autocorrelación espacial de la densidad de empleo.

El análisis de clusters y outliers se usa para validar, en un sentido estadístico, las particularidades identificadas a través del análisis de las secciones previas. Como ya se mencionó, este análisis intenta graficar los lugares donde los patrones de distribución muestren valores similares de tal manera que puedan clasificarse dentro de una de sus 4 categorías. El nivel de confianza de los resultados es del 95% y las pseudo probabilidades fueron calculadas con un proceso de 999 permutaciones.

Como ya se mencionó, el indicador de la I global de Moran permite confirmar, hasta cierto nivel de confianza, la existencia de autocorrelación espacial entre las unidades territoriales de un espacio determinado. En este caso en particular los valores de la I global de Moran son de 0,17 para el análisis de la densidad de empleo y 0,30 para el caso del logaritmo de la densidad de empleo. Ambos resultados muestran un nivel de significancia mayor al 99%. Esto da cuenta de la existencia de patrones de distribución no aleatorios, lo que hace presumir la existencia de clusters. Como se observa el estadístico es mayor para el caso del logaritmo de la densidad de empleo, es decir existe un proceso de autocorrelación espacial más acentuado, por lo que se asume que esta identificará más sectores dentro de la categoría de clusters.

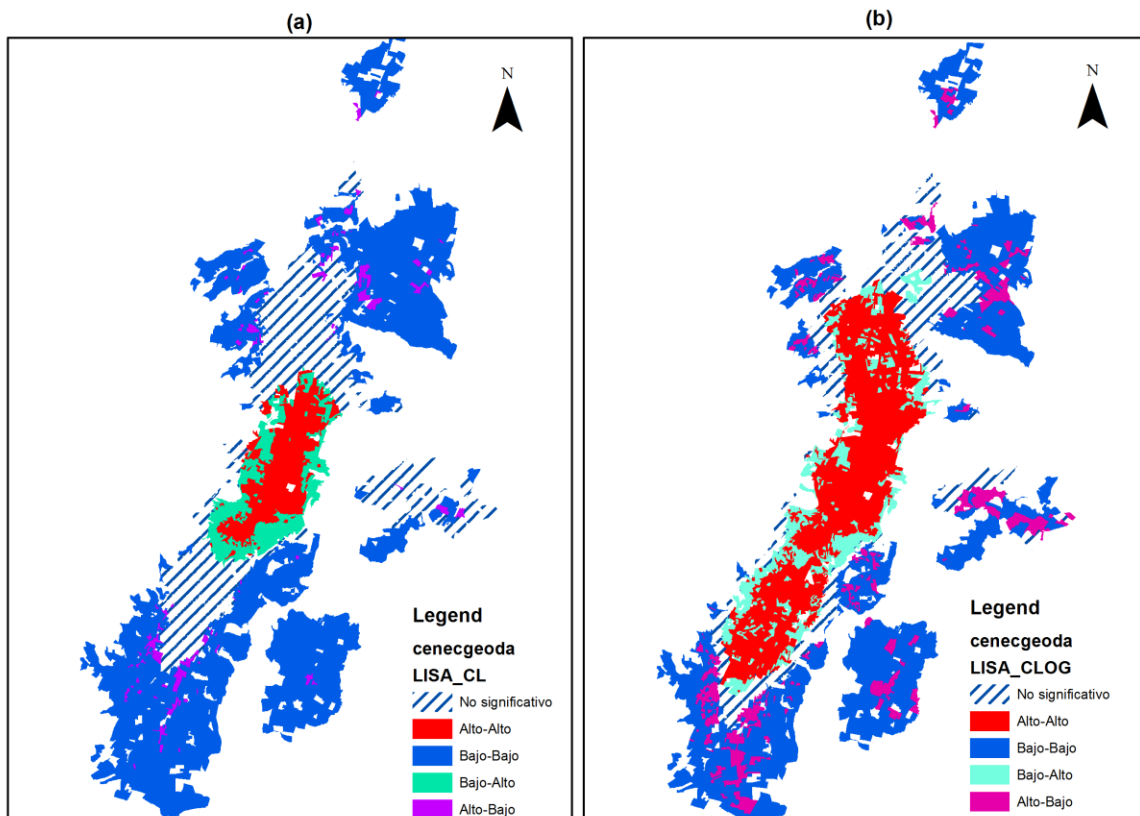
El Gráfico N° 25 muestra en el panel (a) el análisis de clusters para la densidad de empleo y el panel (b) para el logaritmo de la densidad. Se puede ver que el resultado para la densidad de empleo genera un segmento de clusters tipo alto-alto en el CBD. Hacia los extremos de la ciudad se hallan clusters de tipo bajo-bajo, de igual manera sucede en las áreas, antes rurales o conurbadas. Este resultado era de esperarse por todo lo antes visto. Sin embargo, lo que llama la atención es que no identifica más clusters del tipo alto-alto en ningún otro lugar de la ciudad. Los lugares que mostraban potencial según el análisis de los cocientes de localización se encuentran justamente dentro de las zonas categorizadas como no significativas. Este suceso diría que la distribución del empleo en estos sectores de la ciudad responde a un proceso aleatorio y no conforma patrones estadísticamente significativos. Este resultado puede estar asociado a la morfología de la distribución que, como se dijo anteriormente, tiene un sesgo importante hacia la derecha.

La alternativa de utilizar el logaritmo de la densidad resulta de mucha utilidad en este caso. Los resultados de este escenario muestran que de hecho existen hacia el norte y el sur del CBD un

número importante de sectores censales clasificados en la tipología alto-alto. La reducción de superficie categorizada como no significativa es importante. Además la aparición de clusters tipo alto-bajo en las zonas rurales conurbadas dan testimonio de procesos de aglomeración leve del empleo a nivel local. Volviendo a la situación de la parte interna de la ciudad, lo que se observa es una superficie cuasi continua cubierta por este tipo de sectores censales; se distingue una leve separación entre el CBD y la parte sur de la ciudad. Esta evidencia soporta, ya con validez estadística, las primeras suposiciones sobre la existencia de picos de densidad a lo largo de la ciudad; que pueden ser considerados como centros de empleo, salvando la enorme diferencia de tamaño entre estos y la macrocentralidad.

Gráfico N° 25:

Análisis LISA de la densidad de empleo y la transformación logarítmica de la densidad del empleo



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

Las técnicas que se ha utilizado para explorar los datos han permitido identificar varias características sobre la situación de la densidad de empleo en la ciudad. En primer lugar la confirmación de la existencia de una macrocentralidad que concentra gran parte de la actividad económica en la ciudad, y cuyo tamaño dificulta distinguir los procesos locales de aglomeración del empleo. En segundo lugar, existen importantes aglomeraciones de empleo alrededor de algunos de los principales ejes viales de la ciudad. Por último, hay indicios de la existencia de centros de empleo al encontrarse lugares dentro del área de estudio que parecen determinar la formación de patrones de decaimiento de densidad de empleo alrededor de ellos. .

Estimación de la función de densidad de empleo: la función inversa exponencial

De la misma manera como se hizo en el Capítulo 2 se realizará la estimación de un modelo econométrico para tratar de encontrar la relación que existe entre la densidad de empleo y la distancia de una unidad territorial al CBD. La forma funcional que se asumirá nuevamente es la inversa exponencial. La estimación en este caso no puede ser hecha a través del tiempo por motivos previamente explicados. El modelo en este caso a estimarse es similar al del Capítulo 2 con el cambio que en vez usar la densidad de población se usa la densidad de empleo:

$$DEMP = D_0 e^{-\gamma x + \varepsilon}.$$

Los métodos de estimación utilizados son los mismos que para el análisis de la densidad de población, se corren tres modelos lineales. El primer método de estimación es el de mínimos cuadrados ordinarios; el segundo es una regresión robusta a través mínimos cuadrados ponderados; el tercero es el que trata de corregir la posible existencia de un sesgo de muestreo por el área de los polígonos del área de estudio (Frankena, 1978). Además de estos tres métodos se utilizará el de los mínimos cuadrados no lineales y los mínimos cuadrados iterativos ponderados no lineales³³ para asegurarse que los resultados sean robustos.

Los resultados de la estimación, por los cinco métodos distintos, se encuentran en el Cuadro N° 5. El gradiente de decaimiento del empleo se encuentra entre 0,1273 y 0,6126. La interpretación de este valor, por ejemplo con la estimación no lineal, es la siguiente: para cada kilómetro que la unidad territorial se aleja del centro de la ciudad su densidad de empleo disminuirá 0,13%. Podemos observar que la mayoría de estimaciones ponen al valor dentro del intervalo de 0,13 más/menos 0,02; esto a excepción del valor de la estimación no lineal que coloca el valor en 0,61. Además se observa que el valor de D_0 , que es el máximo valor que toma la curva estimada, es mayor por mucho a los valores de las otras estimaciones. Esta particularidad abre dos posibilidades de interpretación. La primera, que debido a una mala especificación de la forma funcional del modelo no esté obteniendo resultados consistentes; la segunda, que esta estimación en particular no sea la más adecuada para entender la relación entre la densidad de empleo y la distancia al CBD.

Cuadro N° 5:

Estimaciones de la función de densidad de empleo en Quito

	MCO	Regresión robusta	Regresión ponderada por el área	NLS	No lineal robusto
D_0	23.69	25.06	25.47	319.1	31.62
Distancia CBD	0.1382	0.1383905	0.1547689	0.6126	0.1273

Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

La interrogante abierta cuestiona la idoneidad de la función inversa exponencial. Se había probado ya en el segundo capítulo que esta forma funcional no era la más óptima para explicar el comportamiento de la población en Quito por la existencia de un cráter de densidad en el centro de la ciudad. Sin embargo, de los análisis exploratorios realizados al inicio de este capítulo se podrían

³³ Para mas sobre estos métodos de estimación ver: (Verbeek, 2008)

extraer suposiciones de que el modelo de la función inversa exponencial, es decir el de la ciudad monocéntrica, podría ayudar a entender el fenómeno de la densidad de empleo en buena parte, esto debido a la existencia de una macrocentralidad de proporciones muy superiores a las densidades de empleo del resto de la ciudad. Para poder disipar las interrogantes que han surgido al-rededor de este tema es necesario abordar una forma de estimación más flexible que permita encontrar la función de densidad de empleo sin necesidad de especificar de antemano una.

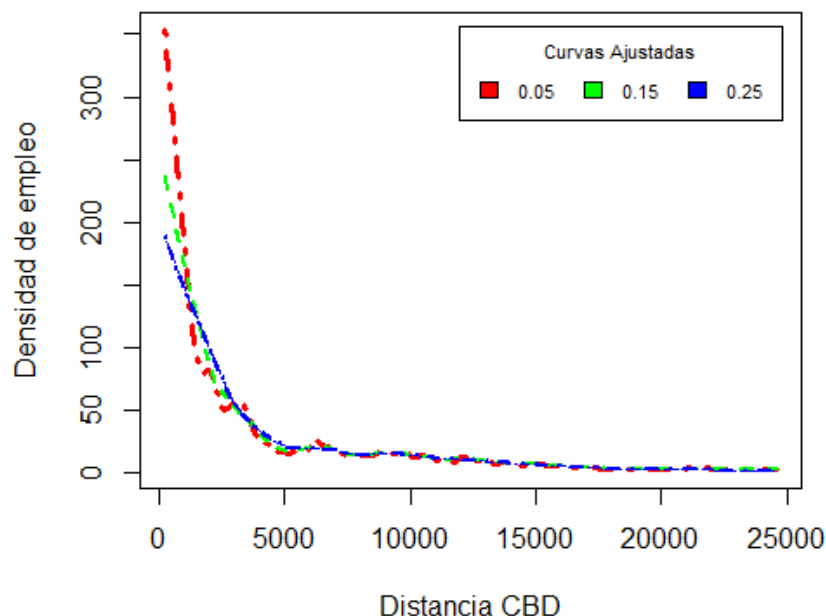
Una estimación flexible de la función de densidad de empleo

El análisis sobre el plano

El imponer una forma presupuesta a la función de densidad de empleo limita la comprensión de la relación que existe entre esta y la distancia. Además de que este supuesto implica el riesgo de cometer un error en la especificación del modelo. Es por esto que en esta sección al igual que en el capítulo 2 se utilizará un método no paramétrico para describir la relación entre la distancia al CBD y la densidad de empleo. El método no paramétrico utilizado para estos fines será nuevamente el método de ajuste conocido como LOESS, o regresión localmente ponderada. Como ya se mencionó una figura clave en este tipo de estimaciones es el span escogido para realizarlo. En este sentido se ha realizado la estimación con varios span para poder escoger el que sea el apropiado para los fines de este trabajo.

Gráfico N° 26:

Curvas ajustadas por loess de densidad de empleo, varios span



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

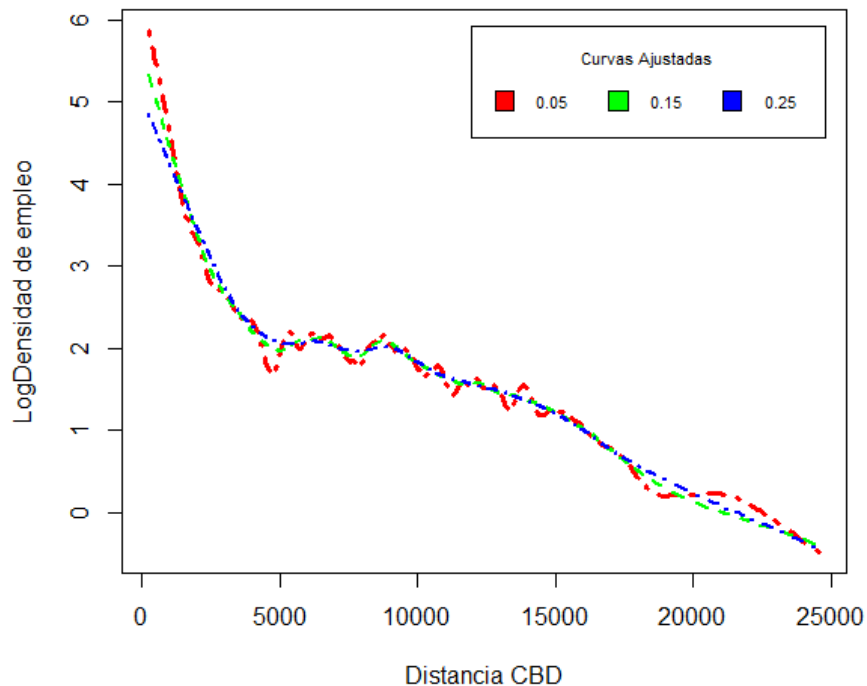
Elaboración: Diego Rojas

Para cada uno de los span que se han utilizado. Lo primero que salta a la vista es la forma de todas las curvas que se asemejan mucho a la función inversa exponencial. Esto sería un primer elemento para descartar la no idoneidad de la función inversa exponencial. Un examen detallado de la curva de

0.05 muestra sin embargo pequeñas alzas locales a lo largo de su trazado que dirían que la inversa exponencial no recoge estas variaciones; el otro factor es el valor de D_0 , que en ningún caso se acerca a la mayoría de predicciones realizadas en la sección anterior.

Gráfico N° 27:

Curvas ajustadas por loess del logaritmo de la densidad de empleo, varios span



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

El resultado de este experimento se plasma en el Gráfico N° 26, en este se puede ver las curvas. Una vez más el problema de la escala de los datos podría estar interfiriendo con la estimación, por lo que se replica el experimento de estimación con el logaritmo de la densidad de empleo. Los resultados se encuentran en el Gráfico N° 27 y muestran una estructura menos regular sobre todo en la curva de span 0,05. En ambos resultados sin embargo esta visualización parece insuficiente para entender la distribución de la densidad del empleo en el espacio. El análisis exploratorio mostraba la existencia de picos de densidad en lugares alejados del CBD que ninguno de las dos representaciones, antes mencionadas, deja distinguir En el capítulo 2 se observó que una visualización de los datos en tres dimensiones permitió apreciar de mejor manera las particularidades que muestra esta variable en distintas zonas de la ciudad.

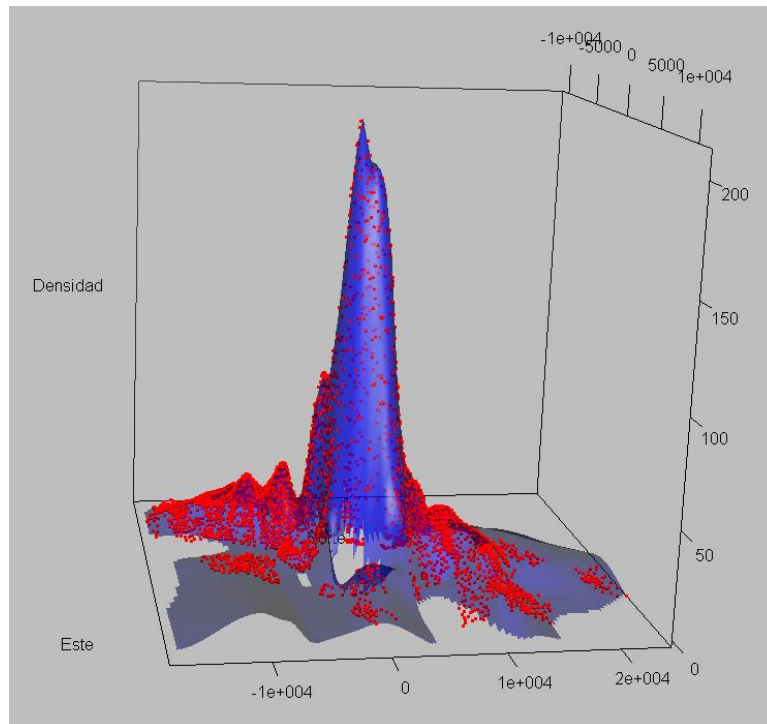
El análisis tridimensional

La visualización sobre la curva bidimensional se dificulta para este caso principalmente por la escala de la variable y por la incapacidad del gráfico bidimensional para tener en cuenta un aspecto importante que es la dirección. En el Capítulo 2 se mencionó brevemente que el sesgo direccional se ve anulado por análisis de este tipo. Se realiza entonces la estimación teniendo en cuenta la posición exacta de cada sector censal, al igual que se realizó para la densidad poblacional, permitiendo esto visualizar una superficie estimada de la densidad de empleo en Quito. De igual manera el análisis se

realizará tanto para la densidad de empleo como para su logaritmo con el fin de mantener la tónica de la importancia de la escala en la comprensión de esta variable en particular; los regresores en ambos casos fueron la distancia en sentido norte-sur y la distancia en sentido este-oeste.

Gráfico N° 28:

Curvas ajustadas por loess del logaritmo de la densidad de empleo, varios span



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

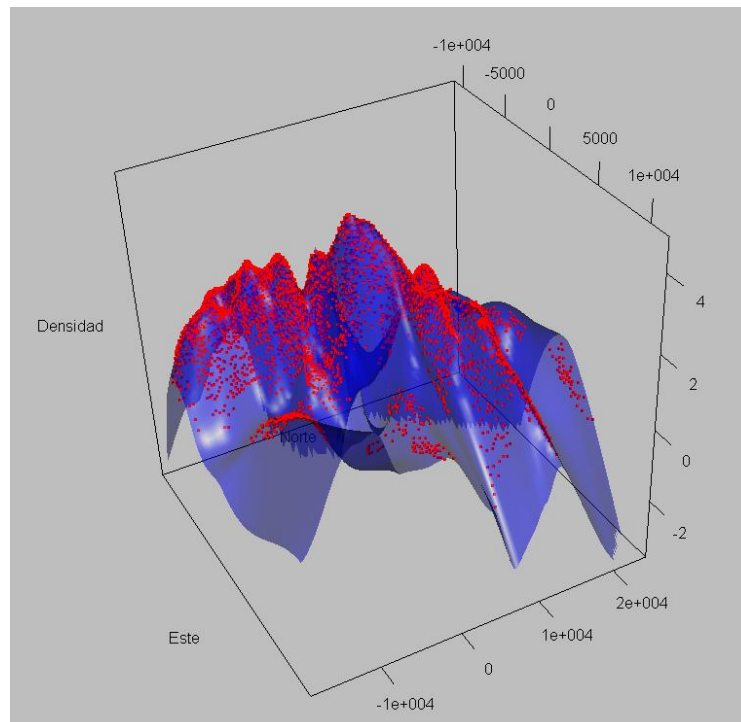
Los resultados del análisis de la densidad de empleo se encuentran en el Gráfico N° 28, este muestra la vista desde el nor-este de la densidad estimada para la ciudad con un span de 0,05. Se puede observar la existencia de una concentración de la densidad de empleo desproporcionada con respecto al resto de la ciudad en el área que se conoce como hiper centro. Este pico de densidad era el que dificultaba observar ciertas peculiaridades que ahora son notables y que se encuentran distribuidas a lo largo de la ciudad. Se logran distinguir al menos 6 picos en toda la superficie de la ciudad que presentan serios indicios sobre la existencia de centros de empleo en la ciudad, que puedan tener influencia local o general. Se divisa un pequeño pico dentro de la figura del pico más grande, este correspondería al Centro Histórico que a pesar de manifestarse, apenas, por fuera de la superficie no logra salir del área de influencia de este. Las conjeturas que se desprenden del Gráfico N° 28 se reafirman cuando se hace el análisis con el logaritmo de la densidad de empleo; los resultados se encuentran en el Gráfico N° 29. La evidencia es más contundente en este caso los picos de empleo se distinguen con mayor facilidad y replican las posiciones de estos con respecto al Gráfico N° 28.

Los picos más notables son seis y corresponden a las localidades de Tumbaco, Cumbayá y Calderón en cuanto tiene que ver con las zonas rurales conurbadas, Conocoto no es distinguible; La Villaflora y Solanda en el sur de la ciudad; por ultimo al norte se encuentra Cotocollao, existen otras alzas locales, pero que visualmente no se pueden calificar como máximos. Lo que estos sitios muestran

potencial para ser considerados como centros de empleo. Lo que determina que se les califique de esta manera es la forma como estos determinan una lógica de distribución alrededor de ellos que se asemeja a los patrones de distribución visualizados en la primera sección a través de los análisis exploratorios. Es decir, parecen ejercer una fuerza de atracción en su vecindad; en resumidas cuentas parecen provocar en sus alrededores, más próximos, que la densidad de empleo sea más alta.

Gráfico N° 29:

Curvas ajustadas por loess del logaritmo de la densidad de empleo, varios span



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

Identificación de Centros de empleo

Como se señaló este trabajo tiene como fin medir la relación que existe entre la distribución de la actividad económica, entendida por el empleo, y la distribución de la población, ambas en el espacio. El fenómeno de dispersión de la actividad económica es relativo a las 4 últimas décadas, esta dispersión en ciertos casos es ordenada y determina la creación de centros de empleo; en otros casos la conformación de tejidos más complejos (Anas et al., 1998). Un centro de empleo puede ser bien un viejo CBD que ha sido reemplazado; podría ser un pueblo aledaño a una ciudad que por características de conurbación y desarrollo económico ha adquirido esta cualidad, otros pueden ser territorios dentro de la ciudad que previamente no estaban conectados a la dinámica económica por motivos de transporte y que el desarrollo tecnológico ha logrado dinamizar. La definición de un centro de empleo puede variar según el enfoque y los fines del autor³⁴; casi todas concuerdan en que

³⁴ Ver (McDonald, 1989), (Cervero, 1989), (McMillen, 2001, 2003), (Redfearn, 2007), (Giuliano & Small, 1991), entre otros.

un centro de empleo es un área cuyo empleo o densidad de empleo es relativamente distinta, mayor, con respecto a la de la ciudad o su vecindad. En lo que difieren es la forma como identificar esta área y como saber si esta alza en la densidad es significativa para la densidad de toda la ciudad.

La identificación de centros de empleo en Quito ya se ha realizado (Mancheno & Rojas, 2013) a través de una metodología no paramétrica (McMillen, 2001). Esta identificación determina la existencia de 8 lugares como centros de empleo en Quito; sin embargo, utiliza solo una definición de centro de empleo y no agota todas las versiones del modelo de identificación que la variación de ciertos parámetros permitiría. En este trabajo se realizará el ejercicio de identificación a través de tres metodologías: la primera metodología utiliza umbrales de densidad y empleo mínimo en áreas contiguas (Giuliano & Small, 1991) con el algoritmo de matrices de contigüidad para aminorar el trabajo de cálculo (McMillen, 2003); la segunda es la metodología no paramétrica (McMillen, 2001) utilizando varios escenarios para verificar la consistencia de los resultados de Mancheno y Rojas (2013); la tercera es una combinación de los dos primeros métodos que es introducida por McMillen (2003). En cada una de las metodologías de identificación se realizará un ejercicio de prueba error con varios parámetros para probar la consistencia de los datos con la realidad. Tras este ejercicio se escogerán los sitios para subcentros que muestren la mayor solidez tanto de manera metodológica como de consistencia.

Densidades y empleo mínimo

En la fundamentación metodológica de este trabajo se explica a fondo la identificación de centros de empleo a través del método de Giuliano & Small (1991). Este intenta encontrar conjuntos de unidades territoriales, en este caso sectores censales, que sean contiguos³⁵ y que presenten cada uno un nivel de densidad mínimo, mientras en conjunto deben concentrar al mismo tiempo un nivel mínimo de empleo. Este ejercicio es propuesto por vez primera para la ciudad de Los Ángeles y ha sido utilizado para varias otras ciudades mostrando resultados parcialmente acertados. En este caso se utiliza el algoritmo de matrices de contigüidad de McMillen (2003) en vez del proceso de inspección visual. El punto débil de esta metodología se encuentra en la arbitrariedad que se introduce al utilizar criterios mínimos de densidad y de empleo. En este trabajo se ha considerado que esta arbitrariedad supone poner en riesgo la validez de los resultados que se obtengan por lo que se ha realizado un ensayo con varios criterios tanto de densidad como de empleo mínimo.

En muchos estudios la densidad mínima que se utiliza es de diez empleos por acre, lo que equivale 4.04 empleados por hectárea y 10 mil trabajadores como empleo mínimo; otros ensayan con 20 empleados por acre y 20.000 trabajadores. Para nuestros fines cualquier umbral predefinido es inútil pues son definidos en realidades distintas a la de la ciudad de Quito, por esto lo que se realiza es un proceso de prueba error con densidades mínimas de cinco, diez, veinte, treinta y cincuenta empleos por hectárea; así mismo los empleos mínimos van desde 2 mil, 4 mil, 5 mil y 10 mil empleos. Se ensayaron todas las posibles combinaciones entre estos parámetros para poder tener un criterio válido para escoger uno que sea el que más representa la realidad. Los resultados de este ensayo prueba error se sintetizan en el Cuadro N 6° y se presentan gráficamente en el Anexo B. El ejercicio mostró que el verdadero determinante de la localización y la forma de los subcentros es la densidad de empleo, mientras que el empleo total solamente disminuye o aumenta la cantidad de estos.

³⁵ Entiéndase por contiguo la existencia de una relación de vecindad o proximidad entre dos sectores censales, que se expresa a través de una matriz de pesos espaciales.

Cuadro N° 6:

Subcentros identificados con distintos umbrales

	Min(D)=5	Min(D)=10	Min(D)=20	Min(D)=30	Min(D)=50
Min(E)=2000	6	4	10	11	12
Min(E)=4000	3	3	4	8	7
Min(E)=5000	3	2	4	7	6
Min(E)=10000	1	1	3	4	2

Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

El uso de una densidad de cinco empleados por hectárea se usó para tener un valor similar al utilizado en la aplicación original de Giuliano & Small (1991) en Los Ángeles. Este nivel de densidad mínimo se mostró insuficiente para identificar particularidades dentro de la ciudad. Por ejemplo al interior de la ciudad identificó un solo centro de empleo que atravesaba todo el sector urbano desde norte a sur y concentraba 463 mil empleos; por otra parte éste sí identificó centros en las aéreas rurales conurbadas. Con un nivel de densidad mínimo de 10 empleados por hectárea los resultados fueron similares, solamente cambiando la dimensión y la concentración de empleo de los subcentros. Elevando el umbral a 20 se comienza a distinguir la formación de subcentros en el interior de la ciudad, estos sin embargo todavía tienen dimensiones y formas que no son consistentes con la realidad. El nivel mínimo de densidad de 30 empleados por hectárea muestra centros de empleo más definido, cuya extensión y ubicación parecen ser coherentes con el conocimiento común sobre la ciudad y con los resultados de los análisis exploratorios. En el caso de la densidad mínima de 50 empleados por hectárea replica los resultados del umbral de 30 empleados disminuyendo sin embargo la dimensión de los centros de empleo, pero las localizaciones son similares. En cuanto a los umbrales de empleo los resultados que son consistentes con el análisis exploratorio son los conseguidos con 5 mil y 10 mil empleados.

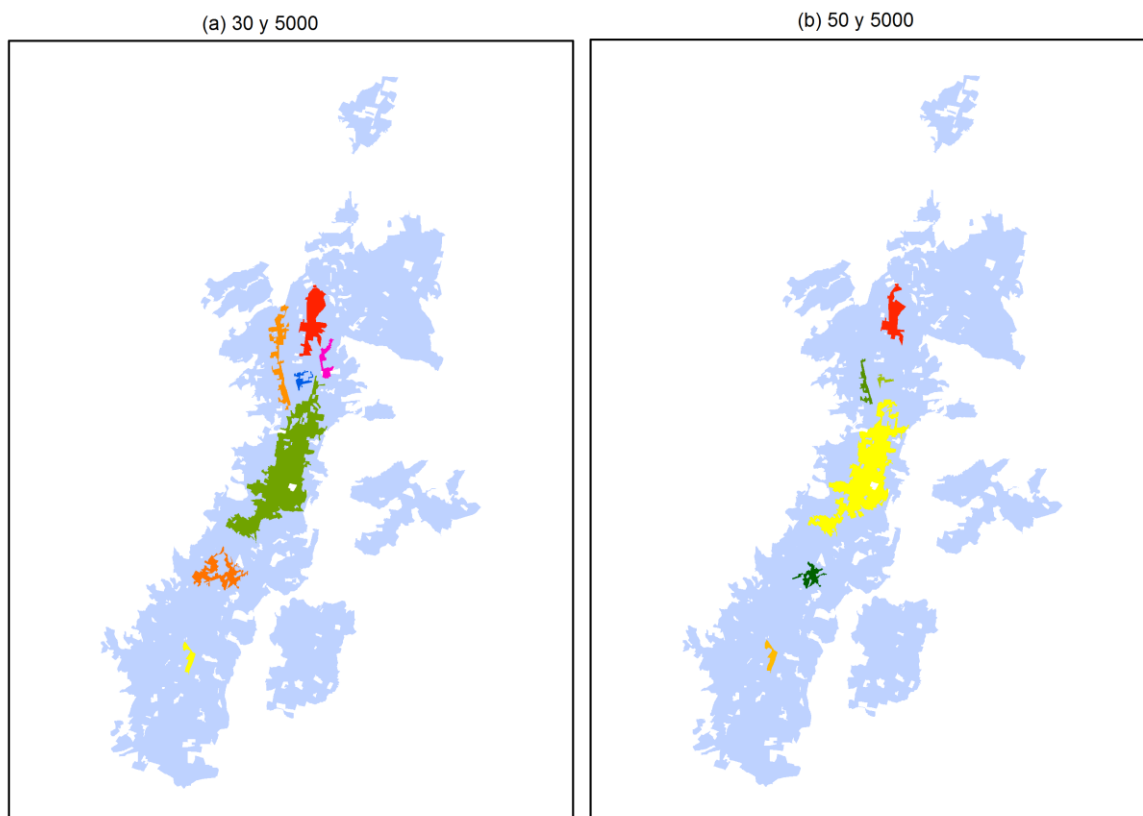
Específicamente los dos escenarios que mejor se comportan son los obtenidos con: 30 empleados por hectárea y 5.000 empleados; y, 50 empleados por hectárea y 5.000 empleados. Estos se encuentran en el Gráfico N° 30 en el panel (a) y (b) respectivamente. En ambos casos se identifican dos centros de empleo en el sur de la ciudad en las zonas de La Villaflora y en la zona adyacente a la intersección de las avenidas Maldonado y Morán Valverde. En el norte se identifican en el panel (a) cuatro centros: sobre la avenida La Prensa desde el antiguo aeropuerto hasta Cotocollao; en el barrio La Kennedy; en el norte sobre la Panamericana norte, en la zona donde limitan las parroquias de Comité del Pueblo, Ponceano y Carcelén, en el área que Mancheno & Mencías (2013) denomina como el sector industrial norte; y sobre la avenida Eloy Alfaro desde el hospital de Solca hasta el Comité del Pueblo. En el panel (b) se identifican en el norte tres centros con ubicaciones similares: en la zona industrial norte; el barrio La Kennedy; y la avenida la prensa en los alrededores del antiguo aeropuerto. En el centro de la ciudad se observa al CBD, cuya extensión según este método de identificación va desde el Centro Histórico, por el sur, hasta la avenida del Inca por el Norte.

Este enfoque de análisis de sectores adyacentes ha confirmado la existencia de centros de empleo. Esta perspectiva, sin embargo, no da cuenta de la importancia que debería tener el centro de empleo con respecto al empleo de toda la ciudad para ser considerado como uno. Otro problema detectado es que las alzas pequeñas de densidad, por ejemplo en las zonas rurales conurbadas, no son identificadas debido a la imposición de estos parámetros tan rígidos de identificación. Se corre el

riesgo de no tomar en cuenta las lógicas de distribución locales en estos lugares que por ser centros conurbados van a registrar densidades y totales de empleo más bajos de lo que el promedio de la ciudad tendrá. Estas dos particularidades, conjuntamente con la arbitrariedad que representa el escoger los parámetros según el comportamiento de los resultados hace necesario explorar otros métodos de identificación de centros de empleo.

Gráfico N° 30:

Centros de empleo identificados con el método de densidades y empleo mínimo



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

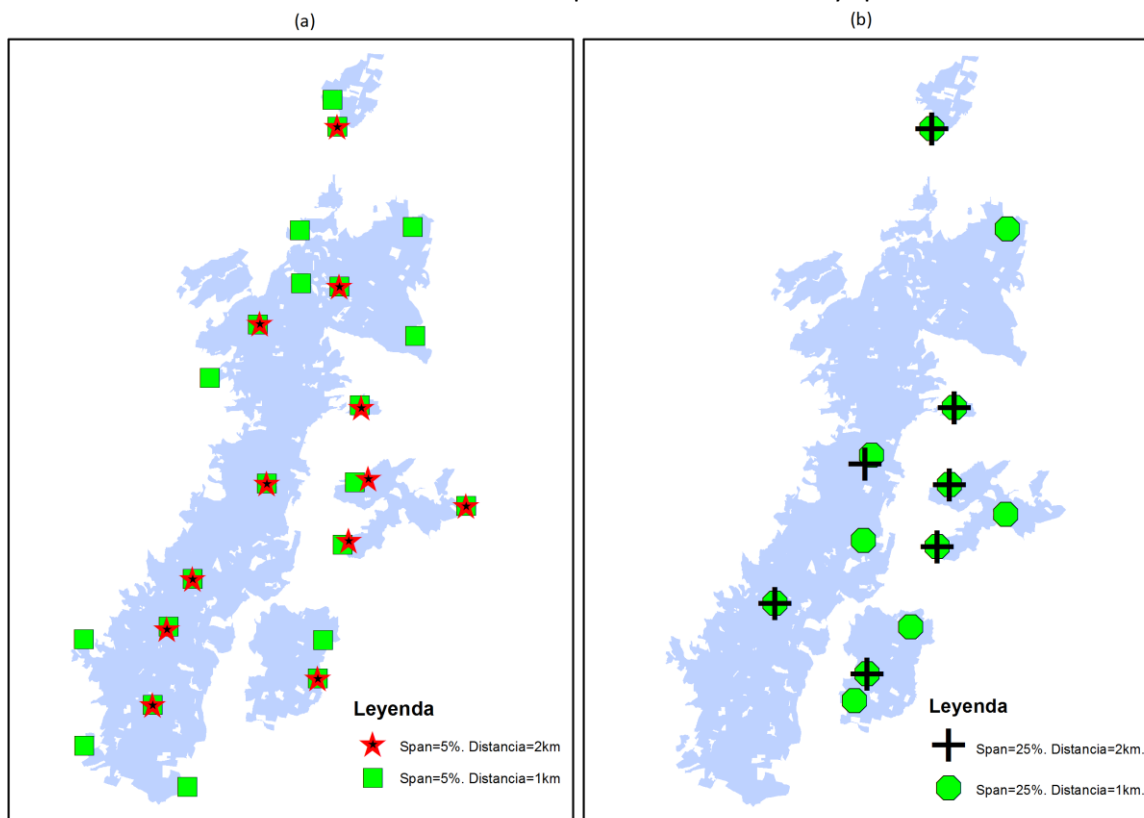
Un método de identificación no paramétrico

Como se explicó en la fundamentación metodológica de este trabajo el método no paramétrico de identificación de centros de empleo es una contribución de McMillen (2001). Este utiliza un modelo de ajuste de superficies para establecer los sectores censales que presentan residuos estadísticamente significativos según el proceso de estimación. El nivel de confianza para los residuos que utiliza este último es de 95%. El span utilizado para el ajuste es de 0,05; esto a pesar de que el trabajo original de McMillen (2001) establece un span de 0,5. La decisión de usar un span tan pequeño se toma, en primer lugar, debido a la evidente diferencia que se reflejó, tanto en el análisis exploratorio como en la función estimada, de la macrocentralidad y del resto de la ciudad; en segundo lugar debido a que un span tan grande como 0,5 puede hacer que no se capturen las particularidades de las localidades más pequeñas (Redfearn, 2007). Tras la detección de los lugares con residuos significativos se realiza una identificación de candidatos, estos son máximos locales dentro de un radio de 2.000 metros. Tras esto se procede a la segunda fase del método que es una

evaluación de los efectos de cada uno de estos centros de empleo sobre la densidad de empleo para confirmar que estos candidatos son en efecto centros de empleo.

Los resultados obtenidos en trabajos previos con esta metodología muestran resultados consistentes al usar este span; sin embargo en el Anexo C se muestra el ejercicio de identificación de candidatos usando distintos span. Específicamente a la distancias de dos kilómetros; además los span utilizados son de 0.05, 0.15, 0,25 y 0.5. Los resultados muestran que niveles de span muy grandes no logran detectar todas las localidades que el conocimiento general de la ciudad indicaría como centros de empleo. Pero más allá de eso además es evidente por el análisis exploratorio que el número de subcentros y sus localizaciones son más consistentes con el span más pequeño de 0.05. El cambio de distancia solo cambia el número de candidatos mas no la localización de los que ya han sido detectados; esto se puede apreciar en el Gráfico N 31°. En el panel (a) se pueden ver los candidatos obtenidos con un span de 5% de las observaciones con distancias de 1.000 y 2.000 metros; en el panel (b) los obtenidos con un span de 25% de las observaciones con distancias de 1.000 y 2.000 metros. Es evidente que el span es lo que determina la localización de los candidatos y en cierta medida el número. La distancia por otra parte solo hace variar el número de ellos, más no su localización. Como se observa el procedimiento con un span más grande representa perdida de precisión en la localización además de ignorar, o simplificar particularidades locales. Por esto se escoge un span del 5% de las observaciones que es conveniente para los fines de esta investigación y consistente con el análisis exploratorio.

Gráfico N° 31:
Candidatos a centros de empleo varias distancias y span

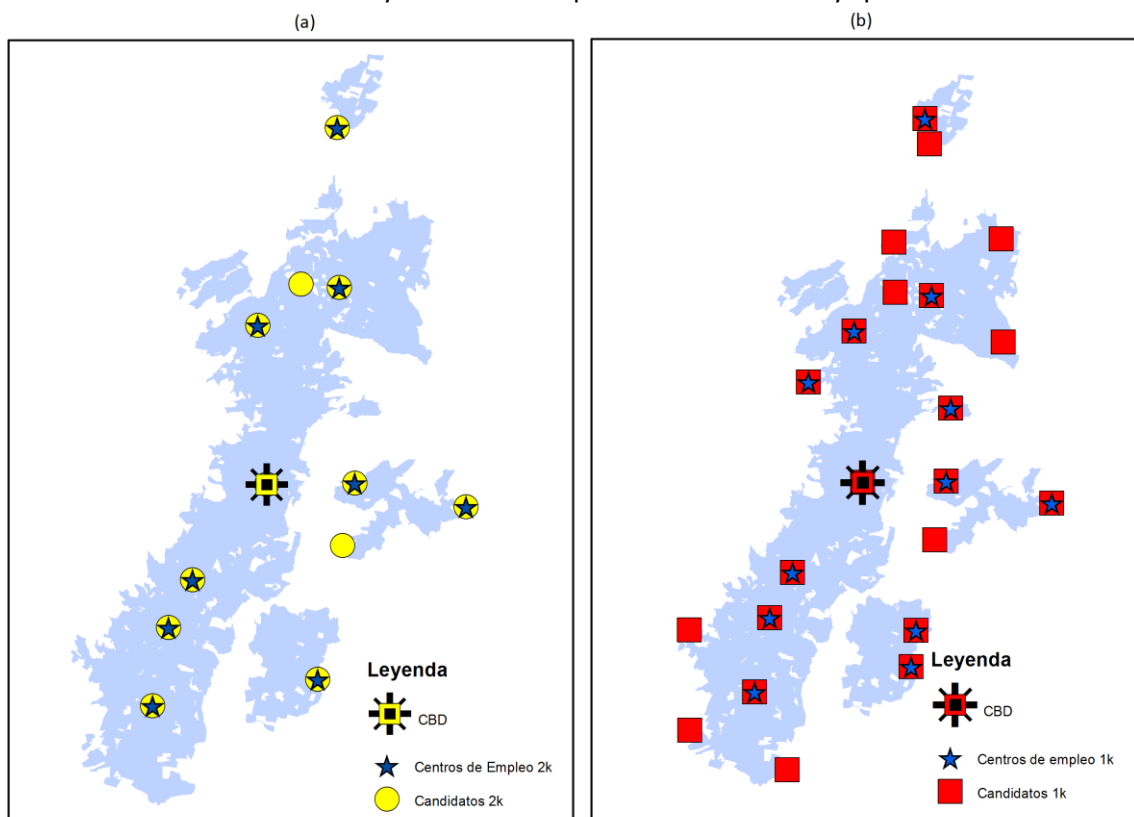


Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

El procedimiento en la segunda parte del método se aplicó solo para los candidatos obtenidos con el span de 0.05; tanto para las distancias de 1.000 y 2.000 metros. Lo que se hace es utilizar un proceso de regresión *stepwise*, es decir que descarta variables del modelo original de manera que se corre el modelo cada vez que una variable es descartada en función de un criterio de significancia. El modelo de regresión utilizado, como ya se mencionó en los fundamentos metodológicos, es de tipo semiparamétrico utilizando una expansión de Fourier para poder representar la relación entre la distancia al CBD y la densidad de población; usa la parte paramétrica para estimar la relación entre la densidad y la distancia a cada uno de los candidatos a centro de empleo identificados en la primera parte³⁶. Este proceso permite identificar aquellas localidades que además de tener una densidad de empleo alta, en términos estadísticamente significativos, ejercen también influencia en la densidad de empleo bien de toda el área de estudio o bien del área próxima a este.

Gráfico N° 32:
Candidatos y centros de empleo varias distancias y span



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

Una de las particularidades de los resultados que cabe mencionar son los lugares comunes entre los dos escenarios. En otras palabras, los mismos centros que son identificados con el escenario de distancia de 2km son identificados a su vez en el escenario de distancia de 1km, lo que varía entre los dos es que el segundo escenario identifica otros sitios a parte de los del primer escenario. Esto se ilustra en el Gráfico N° 32, que tiene en el panel (a) los candidatos y los centros del escenario con span igual a 0.05 y distancia igual a 2km; en el panel (b) se registran los candidatos y centros identificados en el escenario con span igual al 0.05 y distancia igual a 1km.

³⁶ El procedimiento es explicado de manera más detallada en el capítulo de Fundamentos Metodológicos

El resultado del primer escenario identifica nueve centros de empleo distribuidos a lo largo del área de estudio. En el sur de la ciudad identifica tres centros de empleo en las zonas: Villaflora, Solanda y Quitumbe. En el norte se identifican tres localidades de cuatro posibles en las zonas de: Cotocollao, San Antonio y Carapungo; mientras el candidato de la zona industrial norte es descartado. En las zonas de los valles podemos identificar, de igual manera, tres centros de empleo de cuatro posibles localizaciones: Cumbayá, Tumbaco y Conocoto; por otra parte el candidato de la zona sur de Cumbayá se descarta. Se puede notar una diferencia notable con respecto a la identificación de candidatos con respecto al ejercicio de Mancheno y Rojas (2013) debido a que en esta ocasión se pudo utilizar para la estimación un método robusto de regresión, que no asume variancia de los errores homocedástica, para la estimación de las superficies utilizadas en la identificación de la primera fase, además el área de estudio para este trabajo se delimitó de una manera distinta a la realizada en ese trabajo. Sin embargo los resultados guardan coherencia en el momento de la identificación de los centros. La ubicación de estos así como el número son casi iguales a los obtenidos en Mancheno y Rojas (2013). La única diferencia entre los dos es que este trabajo identifica un centro de empleo en San Antonio.

En el segundo escenario el resultado no varía demasiado, los centros de empleo identificados por el primer escenario también son identificados por el segundo. El problema que surge con este escenario es el hallazgo de centros que resultan inconsistentes. Es el caso de un subcentro que se encuentra sobre el borde noroeste de la superficie, donde la ciudad comienza a escalar por las estribaciones del Pichincha. De igual manera sucede con la identificación de un centro en el área de Nayón. Otro caso de este tipo es la aparición de un segundo subcentro de empleo en Conocoto. Estos tres sitios no siguen los patrones que el análisis exploratorio mostró y que daban los primeros indicios de la existencia de centros de empleo subordinados a la macrocentralidad. Esto ha llevado a pensar que un umbral muy pequeño de distancia podría llevar a incluir localidades en el análisis que pueden distorsionar la segunda fase del método. A pesar de esto el método logra excluir de manera certera a 10 candidatos y coincide en 9 localidades con el primer escenario.

Este análisis es importante, y se diferencia del visto previamente, porque ha permitido recoger las pequeñas alzas de empleo que se han presentado tanto dentro de la mancha urbana como en las zonas rurales conurbadas. Además de esto ha identificado localidades que tienen efectos estadísticamente significativos sobre la densidad de empleo; que al fin y al cabo son los que más se acomodan a los fines de esta investigación. Hasta este punto este método resulta el más consistente con el análisis exploratorio y con el conocimiento convencional que se tiene sobre la ciudad. Es necesario sin embargo explorar otra herramienta que permita confirmar la superioridad de este método o que en su defecto permita encontrar una mejor opción.

Un enfoque combinado

El método que se presenta ahora es introducido por (McMillen, 2003) y supone una fusión entre los métodos anteriormente utilizados. Se realiza en efecto un análisis de sectores censales adyacentes o contiguos. Sin embargo la condición para que estos se encuentren dentro del análisis ya no es una densidad de empleo mínima, sino que estos tengan residuos positivos estadísticamente significativos tras un proceso de ajuste de superficies; el criterio del empleo mínimo por otra parte se mantiene igual. Lo que podría introducir la arbitrariedad en este método es escoger el span correcto, así como el obvio umbral de empleo. Para tener esto en cuenta, esta investigación realiza un trabajo de

prueba error. Para hacer esto se utilizaron los span de: 0,05, 0,10, 0,15 y 0,25; de igual manera se usaron los mismos umbrales de empleo previamente usados: dos mil, cuatro mil, cinco mil y diez mil. Se utilizan todas las posibles combinaciones de estos. Los resultados de este se plasman gráficamente en el Anexo D, mientras el resumen del número de centros identificado por cada método se encuentra en el Cuadro N°7.

Cuadro N° 7:

Numero de subcentros identificados por el método mezclado, según parámetros especificados para la identificación

	span=0.05	span=0.10	span=0.15	span=0.25
Min(E)=2000	12	10	10	8
Min(E)=4000	8	9	8	6
Min(E)=5000	6	7	6	4
Min(E)=10000	2	2	2	1

Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

Los resultados mostraron que la identificación no es del todo sensible a la variación del span. Las variaciones son relacionadas a la dimensión de los centros más no tanto al número de estos. El filtro de número es el umbral de empleo que por tamaño determina a los que se clasifican o no como centros de empleo. La principal variación se presenta cuando el span se eleva hasta 0.25, en este nivel ya no es capaz de identificar las diferencias dentro del conglomerado urbano. En general el método no permite distinguir, a diferencia de los anteriores, la existencia de centros de empleo dentro del conglomerado urbano, por lo general solo identifica uno o dos grandes centros de empleo dentro de la ciudad. Cuando se fija en un nivel bajo el umbral de empleo se mezclan con los centros de empleo localidades demasiado pequeñas para ser consideradas como tal y que el análisis exploratorio no mostraron en ninguna medida señales que hubieran indicado tal condición de ellos.

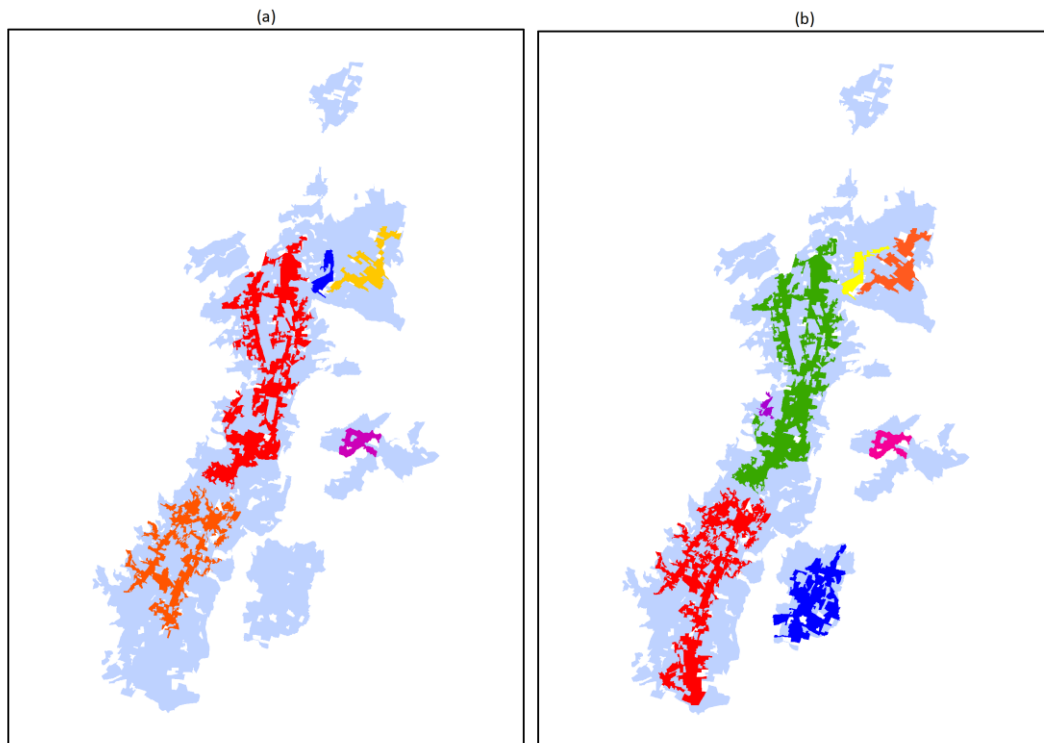
El Gráfico N° 33 muestra el resultado para los escenarios : 0,05 de span y 5000 empleados , en el panel (a); y con 0,1 de span y 5000 empleados, en el panel (b). Estos dos escenarios se escogieron pues son los que mejores resultados arrojan en cuanto a consistencia. Como se mencionó la captura de variaciones dentro de la mancha urbana es casi nula, las variaciones en las zonas rurales conurbadas si se logran capturar en cierta medida. En ambos casos se detectan centros de empleo en Cumbayá, Carapungo y Calderón; por otra parte dentro del conglomerado urbano existen solamente dos grandes centros de empleo que el método logra identificar y la diferencia entre los dos escenarios es básicamente su dimensión. Otra diferencia es que el segundo escenario identifica un centro de empleo en la localidad de Conocoto que el primer escenario ignora. El escenario dos también permite observar la particularidad de localidades cuyo tamaño y localización les hace ganar el calificativo de inconsistencias, en otras palabras, el método identificó muy pequeños centros en lugares donde no es posible que estos existan.

Una ciudad policéntrica, al menos en empleo

Este capítulo utilizó diversas técnicas de exploración de datos espaciales para poder describir los patrones de distribución de la densidad de empleo. Tanto en el análisis descriptivo como en el

econométrico se deja claro que existe una macrocentralidad que gobierna las lógicas de distribución de la actividad económica. Esto sin embargo se complementa con la identificación de alzas locales de empleo que posteriormente bien pueden ser identificadas como centros de empleo. La macrocentralidad será también una posible causa del cráter de densidad de población que se observa en el centro de la ciudad. Esto a medida que causa un desplazamiento del uso habitacional para un destino económico debido a su situación geográfica conveniente.

Gráfico N° 33:
Candidatos a centros de empleo varias distancias y span



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

Esta macrocentralidad tiene, dentro de lo que se podría llamar un sistema, centros de empleo subordinados que se presentan en localidades que el conocimiento común identificaría como tales. El ejercicio de utilizar varias formas de encontrar estos centros ha dado como resultado la posibilidad de elegir entre tres escenarios distintos los centros de empleo que se muestren más consistentes con el conocimiento general sobre la ciudad. Entre los métodos de identificación el resultado más sólido es el encontrado por el método no paramétrico de McMillen (2001), además de que es pertinente para los fines pues da una primera idea de efectos sobre el resto del conglomerado urbano de la ubicación de cada uno de los centros. Una de las ventajas sobre los otros métodos es la certeza que proporciona este método a un nivel estadístico de confianza del 95% para los casos identificados como centros de empleo. Los otros enfoques se mostraron insuficientes para identificar al mismo tiempo los comportamientos en las áreas rurales conurbadas y el consolidado urbano. La capacidad del método no paramétrico para evaluar cada situación en su contexto debido a su flexibilidad lo coloca como el mejor escenario; sin embargo este no provee del tamaño de los centros de empleo lo que para fines de esta investigación no resulta inconveniente. En tanto a la ubicación de los centros

de empleo se observan 9 centros que se distribuyen entre el conglomerado urbano y las zonas rurales conurbadas. La influencia del CBD sobre la mancha urbana es determinante, sobre todo hacia el lado norte de la ciudad, donde el método no paramétrico identifica menos centros de empleo que hacia el lado sur.

La principal diferencia entre los resultados de los métodos de identificación fue la determinación de la Zona Industrial Norte como centro de empleo. Aparentemente este sitio tiene la densidad y la cantidad de empleo para ser identificada como un centro, este es sin embargo despreciado por el método no paramétrico de identificación por no guardar una relación con la distribución del empleo. Mancheno y Rojas (2013) identifican esta localidad como un centro de empleo sectorial mas no global y los resultados ahora encontrados parecerían confirmar dicho hallazgo.

Los desplazamientos poblacionales que se pudieron observar en el Capítulo 2 podrían estar estrechamente relacionados con la localización de los centros de empleo encontrados. Esto mediante un crecimiento de la actividad económica sobre estos lugares determinando un cambio en el uso del suelo de tipo habitacional a un uso probablemente comercial y de servicios. Estos desplazamientos se observaban en los picos de densidad que se localizaban alrededor del cráter. Lo que se puede decir tras analizar la distribución del empleo es que en efecto los centros de empleo cuya actividad económica es más importante e históricamente consolidada están ya en una etapa de repulsión de población y dinamización de la actividad económica dentro de ellos. Este podría ser el caso de la Villaflora, Solanda o Conocoto. Esto sin embargo se tratará de manera más detallada en el siguiente capítulo cuando se realice el análisis sobre la influencia de la actividad económica sobre la distribución de la población y su configuración social.

Capítulo 4.

Influencia de los centros de empleo sobre la localización de la población y la configuración social urbana

Este capítulo conjuga los desarrollos realizados en los capítulos previos. con el objeto de determinar los efectos que tiene la localización y aglomeración de la actividad económica sobre la distribución espacial de la población. Como se mencionó existe un acuerdo en la literatura de la nueva economía urbana sobre la existencia del fenómeno de la policentralidad que se encuentra acompañada por una baja progresiva en los costos de transporte y por los avances tecnológicos comunicacionales. El capítulo anterior mostró que Quito no es ajeno a este fenómeno. Siguiendo la línea de la Nueva Economía Urbana se esperaría que los centros de empleo tengan una influencia local o global sobre la distribución del empleo pero además sobre la población (Anas et al., 1998). Esto debido a que son el resultado, de un juego conjunto de fuerzas de expulsión y atracción que estos determinan y que configuran aglomeraciones en el espacio. Este capítulo pretende contrastar esta regularidad empírica y teórica para la ciudad de Quito; intentando dar un primer acercamiento al efecto de esta distribución sobre la configuración social de la ciudad desde una perspectiva espacial.

Se usa en primer lugar, el análisis visual de la distribución de la población y de los centros de empleo, se utiliza también una visualización en tres dimensiones además del análisis LISA ya conocido extendido a dos variables. En un segundo momento se pasa hacia el uso de un modelo econométrico para tener evidencia formal sobre el efecto de los centros de empleo en la población. En un tercer y último momento se realizará un análisis visual de la distribución de dos variables que den cuenta de la configuración social de la ciudad a través de dos variables que son proxy del ingreso: el pago por electricidad y la escolaridad. Finalmente se exponen las conclusiones del capítulo.

Cuadro N° 8:

Centros de empleo ubicados por el método de McMillen (2001)

Centros de Empleo
Quitumbe
Solanda
La Villaflora
Cotocollao
Conocoto
San Antonio
Carapungo
Cumbayá
Tumbaco

Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.

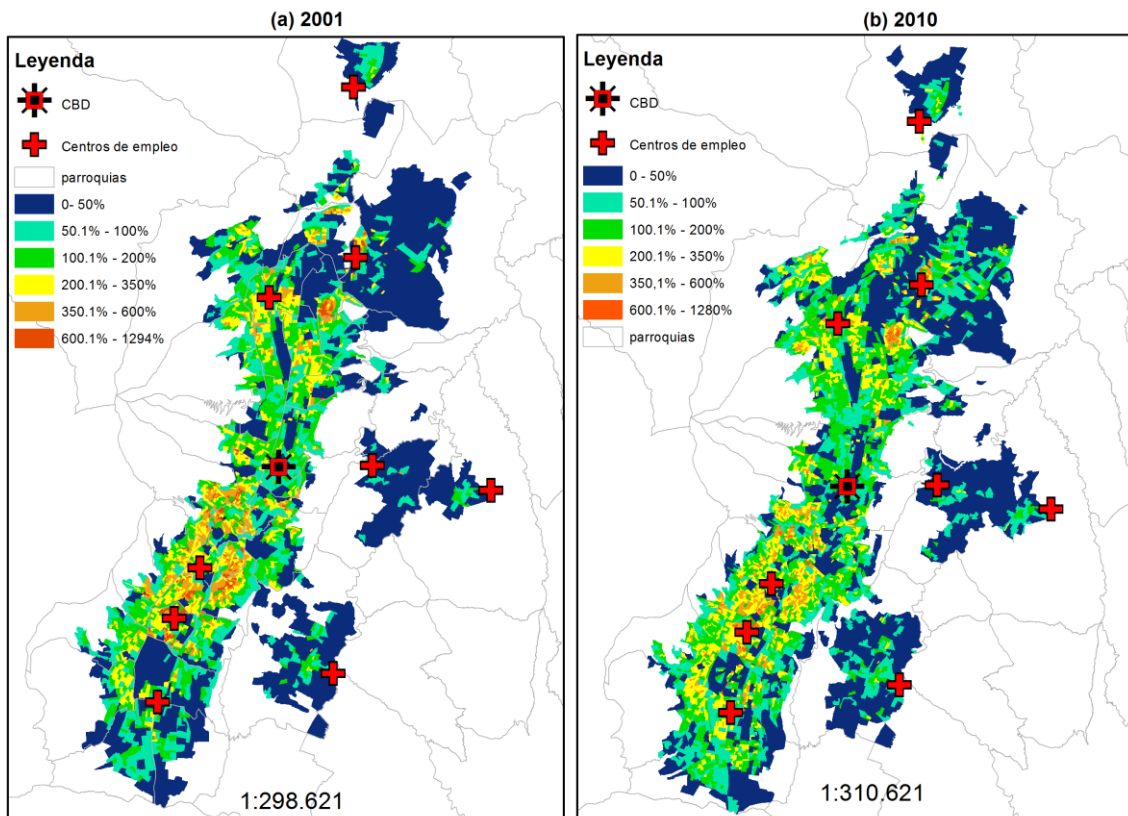
Elaboración: Diego Rojas

El análisis gráfico intuitivo

El simple análisis visual de la distribución de la densidad de población, expresada en los cocientes de localización, en relación a la localización de los centros de empleo identificados en el capítulo anterior a través del método de McMillen (2001) da un buen primer panorama de la posible existencia de una relación de influencia de la distribución de la actividad económica sobre la distribución de la población. Esto entendiendo que los centros de empleo son aquellos puntos donde las actividades económicas tienen un mayor dinamismo y por ende ejercen fuerzas atractoras y expulsoras a partir de ellos. El mecanismo a través del cual se ejercen estas fuerzas, al menos teóricamente, son los precios del suelo. Los centros de empleo encontrados en el capítulo 3 se exponen en el Cuadro N° 8.

Gráfico N° 34:

Mapa de densidad poblacional como cociente de localización con centros de empleo superpuestos, 2001-2010.



Fuente: INEC (2001,2010). Censo de Población y Vivienda; Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

El Gráfico N° 34 contiene los mapas de densidad poblacional para 2001 y 2010 en el área de estudio, además de la localización de los centros de empleo. Como se puede observar, todos los centros de empleo se encuentran ubicados cerca a alzas locales de densidad de población. Se usa el mapa de densidad para observar si la distribución de 2001 guarda alguna relación con los centros de empleo de 2010; sin embargo, este ejercicio dejará de realizarse pues solo sirve para ilustrar el fenómeno de movimiento de la población alrededor de un centro de empleo. Si bien se puede presumir que la ubicación de los centros de empleo puede ser estable en el mediano plazo no se puede asegurar que su emergencia fue consecuencia, más bien, de un aumento previo en la densidad de población en

esa misma localidad. Es decir este aumento de densidad poblacional atrajo actividades económicas en busca de mercados de consumo y fuerza laboral; y, no al revés, como lo sugiere la teoría. En esta medida la lógica general que se puede observar dos casos³⁷: i) El primero alrededor de los centros de empleo que sufren un proceso de dispersión de una población que antes se encontraba concentrada alrededor de estos; este es el caso específico de Solanda, la Villaflora y Cotocollao. Estos tres parecerían estar en una etapa de reemplazo del uso habitacional del suelo por un proceso de dinamización de la economía en estas localidades, al igual que sucede en el CBD. ii) El segundo caso es del resto de centros que parecen estar en una etapa todavía de atracción de población y que muestran alzas de la densidad de la población en el tiempo; estos se encuentran en partes de la ciudad cuyo desarrollo urbanístico es más joven que las zonas del primer caso. Un buen ejemplo de esto es Quitumbe o las zonas de los valles en Conocoto, Cumbayá o Tumbaco.

En las localidades donde están los centros consolidados se observa ya un juego de fuerzas de atracción de actividad económica y repulsión de la población. El desplazamiento del uso del suelo habitacional puede ser una de varias explicaciones posibles. Por ejemplo, el fenómeno de dinamización económica podría estar generando congestión en estas zonas de la ciudad, es decir una fuerza expulsora; la contaminación generada por esta misma congestión así como el ruido externalidades son también factores que influyen sobre la decisión de vivienda de los individuos. Éstas características deberían estar incorporadas de cierta manera en los precios del suelo en el área de estas localidades; sin embargo este tema se deja abierto para posteriores trabajos en los que se debe investigar si los patrones de precios guardan, de hecho, una relación con las localidades identificadas en este trabajo. . En este mismo sentido, se tendría que las fuerzas atractoras que se generan en las localidades de centros de empleo en proceso de consolidación, como Quitumbe, están absorbiendo a esas personas que han salido de los centros consolidados.

Otra particularidad que se observa claramente es que ninguno de los centros identificados se encuentra dentro del área del *cráter de densidad poblacional* que se encuentra en el centro de la ciudad, en el CBD. Lo que muestra claramente que “este cráter” se produce a partir del desplazamiento del uso del suelo habitacional por un uso del suelo por parte de actividades económicas; y, esto a una escala superior que en los centros de empleo antes mencionados. La importancia de esta macrocentralidad ha generado incluso un proceso de desplazamiento que supera a los de los centros de empleo subordinados a él. Este fenómeno se puede ver con claridad en el Gráfico N° 35, que tiene la representación de las curvas ajustadas de densidad poblacional y de empleo a través del método LOESS de ajuste de superficies.

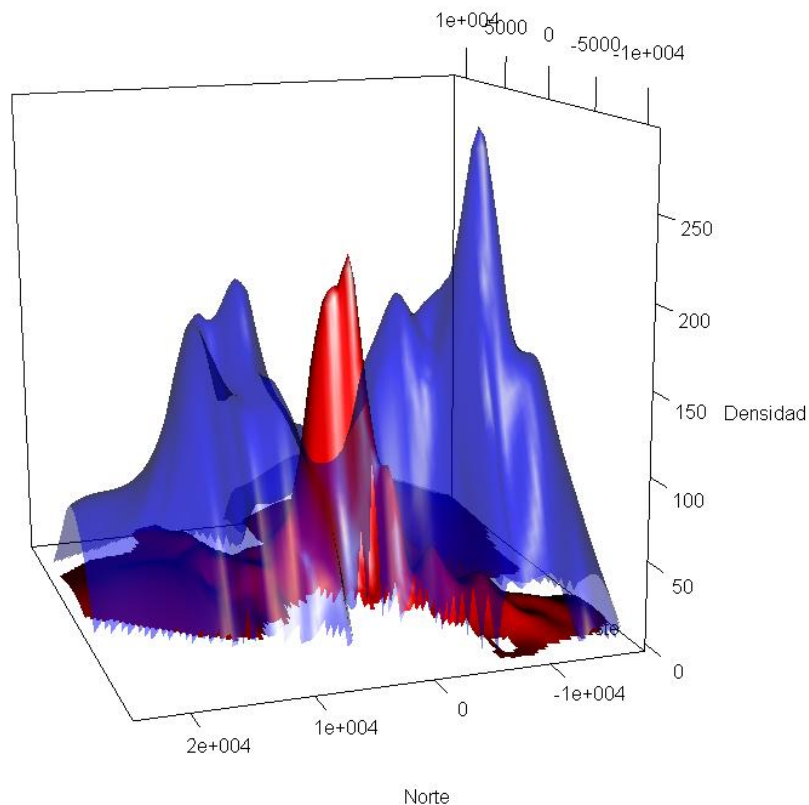
El decrecimiento de los picos más cercanos de densidad poblacional que se observó en el Capítulo 2 podrían explicarse entonces por dos sucesos: el crecimiento del área del cráter de la macrocentralidad y un posible crecimiento de los picos de empleo más próximos a este. Es decir una intensificación y extensión del uso del suelo en actividades económicas en el centro de la ciudad y además un simultáneo proceso de consolidación y crecimiento de centros de empleo ha determinado un desplazamiento del uso del suelo habitacional de estas áreas. Este desplazamiento ha representado un movimiento de la población hacia las parroquias rurales conurbadas y sectores menos poblados en el sur de la ciudad; esto a su vez ha determinado la aglomeración de la actividad económica alrededor de estos puntos poblados que han ganado tamaño entre 2001 y 2010. Esta

³⁷ Para entender esta lectura de mapas es indispensable que el lector se haya familiarizado con la cartografía del Anexo A que tiene como fin orientar con respecto a las localidades en el DMQ.

constatación es una primera descripción de la relación entre la actividad económica y la población; esta sin embargo posee mucho de análisis intuitivo y conjeturas, por lo que es necesario pasar a un análisis con una base formal que de una validación estadística sobre los rasgos identificados en esta sección.

Gráfico N° 35:

Superficie de densidad poblacional y de empleo ajustadas por LOESS, 2010.



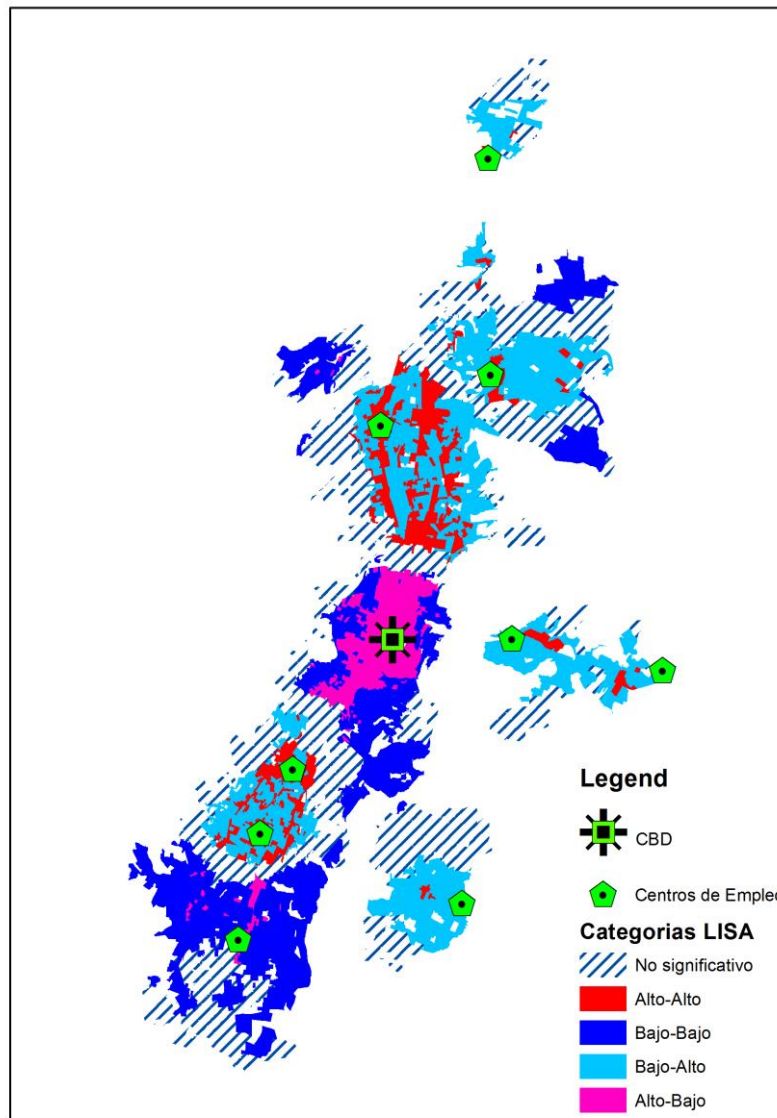
Fuente: INEC (2010). Censo de Población y Vivienda; Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

Análisis LISA bivariado

El análisis de autocorrelación espacial previamente utilizado relacionaba el valor de una variable en un sector censal con respecto al valor que ésta tomaba en los sectores censales vecinos, es decir analizando los rezagos espaciales de la variable. Así se analizó de manera separada la densidad de empleo y la densidad de población. En esta sección se usa la extensión de esta técnica para identificar clusters y outliers. Este analiza al valor de una variable en un sector censal y le compara con el valor de otra variable en sus sectores vecinos. Por ejemplo, para este caso en particular, este método identifica un cluster tipo Alto-Alto cuando un sector censal tiene correlación espacial positiva con los sectores vecinos y cuyo valor de densidad de empleo sea mayor al promedio; al mismo tiempo el valor de la densidad de población de sus sectores vecinos debe ser mayor al promedio. Las categorías funcionan de la misma manera que en los capítulos anteriores pero ahora la relación es entre las dos variables: densidad de empleo y densidad de población. Los resultados se consiguen tras 999 permutaciones para darles significación estadística a los resultados; la selección de sectores censales son los 4520 que registraban al mismo tiempo empleo y población. El análisis

de la I de Moran bivariada global mostro un estadístico de -0.037 lo que muestra una correlación espacial negativa entre las variables a un nivel global. Esto significa que existe una tendencia a nivel global de encontrar valores altos de empleo y bajos de población. El análisis de las superficies del Gráfico N° 35 hace pensar que este resultado podría variar al explorar esta correlación espacial en el territorio debido a la existencia de picos de densidad de empleo subordinados al CBD, los centros de empleo.

Gráfico N° 36:
Superficie de densidad poblacional y de empleo ajustadas por LOESS, 2010



Fuente: INEC (2001,2010). Censo de Población y Vivienda; Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

El output de esta categorización se muestra en el Gráfico N° 36. Se especifican las categorías por colores mientras las zonas no significativas, que son las que no muestran patrones de distribución definidos, se encuentran en la zona a rayas. Una primera buena indicación sobre el método de identificación es que todos los centros se encuentran dentro de zonas significativas. Por ende, esto implica que la distribución conjunta de la población con respecto a la actividad económica no es un

fenómeno aleatorio; sino que responde a una lógica espacial de aglomeración. Además casi todos los centros de empleo se encuentran en zonas con clusters de tipo Alto-Alto, esto da indicios del buen desempeño del modelo y de que existe, en efecto, una lógica de aumento de densidad de población a medida que aumenta el empleo; sobre todo en estas localidades clave. Los dos centros que se encuentran en clusters tipo Alto-Bajo son el CBD y el centro de empleo de Quitumbe. En este sentido se tiene que el primero debe su comportamiento al ahora confirmado fenómeno de desplazamiento de la población del cráter en el CBD, es decir la alta actividad económica que se concentra en este espacio ha repelido a la población que vivía en este espacio, tal vez a través de una lógica de precios; esto reafirma lo que se demostró con la superposición de las superficies estimadas en el Grafico N° 34. El segundo, el centro de Quitumbe, podría tener influencia solamente sobre un área muy pequeña circundante, o su efecto no se ejerce hacia la población sino solo hacia la actividad económica, en otras palabras por sus características de ubicación o tamaño su influencia todavía no es notable sobre la distribución de la población en lo que se esperaría fuese su área de influencia. El Gráfico N° 36 confirma de alguna manera lo observado con el examen visual, corrobora a un nivel estadístico de confianza del 95% que las distribuciones de la población y la actividad económica se encuentran relacionadas en ciertas localidades; teniendo cada localidad su particularidad. Sin embargo en relación con los movimientos de la población no se puede decir mucho por la inexistencia de un censo económico para el periodo 2001 y debido a que este análisis supone tener datos para una misma cartografía es imposible; sin un método de extrapolación de datos extender el análisis para ese periodo.

Un modelo de ciudad policéntrica para la densidad de población

El análisis exploratorio ha aportado sobremanera para entender la relación de la ubicación de los centros de empleo con respecto a la distribución espacial de la población. Con el objeto de elevar el rigor metodológico y estadístico en los resultados se correrán dos modelos econométricos que pueden aportar con información relevante. Los modelos son básicamente la extensión de la función inversa exponencial pero utilizando varias variables de distancia a los distintos centros de empleo. Este procedimiento se extrae parcialmente de Muñiz (2008) quien realiza un ejercicio similar para el Área Metropolitana de Barcelona. El primer modelo es exactamente la extensión del modelo lineal que se corrió en el Capítulo 2 para la población solo que se incorpora las variables de distancia de cada sector censal hasta cada uno de los centros de empleo identificados. A diferencia de Muñiz (2008) no se incluye en el modelo lo que él denomina una variable de control, que es la distancia a la infraestructura vial más cercana; por falta de datos. A pesar de lo antes mencionado el modelo 1 debería ser suficiente para nuestros fines usando la forma:

$$\ln(Den_i) = D_0 - \rho_i dist_{CBD} - \sum_{j=1}^S \rho_j dist_{SUB_{ij}} + \varepsilon_i$$

donde S es el número de centros identificados. Por motivos de conveniencia las variables de distancia entran al modelo multiplicadas por -1. Este modelo permite a través del signo de cada uno de los ρ identificar el efecto que tiene el centro de empleo sobre la población. El efecto esperado de un centro de empleo que ejerce influencia sobre la población arrojaría un ρ con signo positivo. Esto pues a medida que la distancia con respecto a este disminuye debería existir un mayor nivel de densidad.

El modelo 2 es por otra parte una réplica del modelo 1 sin embargo se utiliza el inverso de la distancia a cada centro de empleo para poder detectar de manera más localizada los efectos de la distancia sobre la población. El modelo 2 es de la forma:

$$\ln(Den_i) = D_0 - \rho_i dist_{CBD} + \sum_{j=1}^S \rho_j (dist_{SUB_{ij}}^{-1}) + \varepsilon_i$$

De igual manera en el modelo 2 se espera un signo positivo de un centro de empleo que ejerza influencia sobre la población. Los resultados para los modelos se exponen en el Cuadro N° 9, en este se puede apreciar el ρ estimado para cada variable, entre paréntesis el error estándar y el nivel de significancia con los símbolos seleccionados. El método utilizado para la estimación es el de mínimos cuadrados ordinarios. Para dar cuenta del error de varianza heterocedástica y autocorrelación de los errores se utiliza el método de White (1980) para el cálculo del error estándar y la matriz de covarianza.

Los resultados del modelo 1 arroja una distancia al CBD cuyo efecto no tiene el signo esperado y que además presenta un nivel muy bajo de significancia. Esto puede deberse principalmente a la formación del cráter de densidad en la localización del CBD, que ahora es más evidente debido a la inclusión de las otras variables de distancia. En cambio, de los centros de empleo solamente dos de ellos tienen un signo distinto al esperado, los de Cumbayá y Conocoto; y, existe solo un centro de empleo, Solanda, que no presenta efectos significativos. Este escenario muestra una densidad de población que responde de manera positiva a la mayoría de centros de empleo. Lo que significa que a medida que se acerca el sector censal hacia uno de estos centros de empleo su densidad de población tiende a subir. La relación que se intuía dentro de los análisis exploratorios se confirma en la mayoría de los casos, incluso la influencia contraproducente de la presencia del cráter en el CBD.

El caso de Conocoto y de Cumbayá es interesante dada su característica de no pertenecer directamente a la mancha urbana. Los motivos para que el signo de un centro no sea el esperado son cinco y se explican de manera detallada en la fundamentación teórica. Aparentemente estos centros no ejercen el efecto esperado sobre la población; es decir la distribución de la población y de la actividad económica en estas localidades son independientes. Por ejemplo, este sería el caso de Cumbayá o Solanda. Por otra parte el caso de Conocoto se puede explicar por su proximidad a, Sangolquí, un centro poblado no considerado en este análisis.

El modelo 2 por otra parte muestra el modelo que trata de ubicar la relación de los centros y la densidad de población con un enfoque más local. Matemáticamente esto sucede debido a que en la relación $\frac{1}{D}$ a medida que la distancia aumente el valor de la relación tenderá a cero. Los resultados tienen mayor consistencia, la distancia al CBD tiene en este modelo significancia estadística y además el signo esperado, incluso a pesar de la existencia del cráter de densidad. Se obtienen signos distintos a los esperados en los centros de empleo ubicados en las zonas de Tumbaco, Conocoto, Cumbayá y San Antonio. Lo que a resumidas cuentas dice que estas localidades no tienen un efecto significativo sobre la población que les rodea, esto puede deberse a una actividad económica relativamente joven, que no ha terminado de consolidarse y su influencia local sobre la distribución de la población es incipiente.

Cuadro N° 9:
Estimados para los modelos MCO 1 y 2

	Modelo 1	Modelo 2
Intercepto (Do)	9.7215930*** (0.511591)	5.0990155*** (0.0821991)
Distancia CBD	-0.0195280 (0.019392)	0.05063*** (0.0049082)
Dist. Quitumbe	0.1501370*** (0.018833)	
Dist. Solanda	0.0176340 (0.022021)	
Dist. La Villaflora	0.0897380*** (0.018711)	
Dist. Cotacollao	0.0372820*** (0.010225)	
Dist. Conocoto	-0.0631080*** (0.011091)	
Dist. San Antonio	0.0933570*** (0.017697)	
Dist. Carapungo	0.0535380** (0.018466)	
Dist. Cumbayá	-0.1270140*** (0.036957)	
Dist. Tumbaco	0.0801240** (0.028811)	
1/Dist. Quitumbe		0.4154786*** (0.0591619)
1/Dist. Solanda		0.3882762*** (0.0556879)
1/Dist. La Villaflora		0.3479281*** (0.0672492)
1/Dist. Cotacollao		0.1980508*** (0.038453)
1/Dist. Conocoto		-1.0461961*** (0.1902883)
1/Dist. San Antonio		-0.1579994 (0.1222771)
1/Dist. Carapungo		0.2883554*** (0.0493084)
1/Dist. Cumbayá		-1.5344794*** (0.32847)
1/Dist. Tumbaco		-0.9322526** (0.3238656)

Los niveles de significancia se leen: ***=100; **=0.99; y *=0.95

Fuente: INEC (2001,2010). Censo de Población y Vivienda; Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

Lo que ambos modelos tienen en común es la confirmación de que en Quito existe una influencia de la localización de la actividad económica, representada por los centros de empleo, y la distribución de la población. Este análisis permitió además validar a un nivel estadístico las conjeturas realizadas

en el análisis LISA y en la visualización de los patrones de distribución de la densidad de población. El resultado de estos desarrollos muestran una ciudad que dentro de la macrocentralidad muestra un claro desplazamiento del uso habitacional, al mismo tiempo muestra señales claras de influencia de los centros de empleo dispersos en toda la ciudad sobre la distribución de la población. A medida que los centros de empleo se consolidan se observa un fenómeno de desplazamiento del uso habitacional; este es el caso, por ejemplo, de Cotocollao o la Villaflora.

Se logra apreciar un gradiente de decaimiento, es decir una proporción a la que cae el nivel de densidad con respecto a la distancia, con el signo esperado en los centros consolidados, que además determinan patrones de distribución de la densidad de población alrededor de ellos que se apreciaron en los Gráficos N° 34 y N° 35. Es decir cada uno de estos centros de empleo se comporta como un pequeño CBD, alrededor del cual la población se ubica para poder acceder a los servicios, empleos y otros equipamientos que pueden estar presentes en estos centros; la lógica se puede analizar también al revés: los centros que concentren dentro de sí empleos y equipamientos de interés de la población serán los que tengan mayor influencia sobre la densificación de la población alrededor de ellos. Mientras más cerca se encuentre el sector censal del centro de empleo entonces la población estará más densificada. Estos patrones de distribución deberían presentarse también en otras dimensiones como el salario de los empleados, la relación capital-trabajo, el precio del suelo y otras variables cuya distribución supone una relación estrecha con la ubicación de estos centros³⁸. Estas particularidades deberían entonces determinar un patrón social de distribución de la población en función de sus ingresos y su renta ofertada; esto debido a que el precio del suelo alrededor del centro de empleo debería presentar un patrón también decreciente con un respectivo gradiente de decaimiento haciendo que el nivel de ingresos de la familia siga el mismo patrón de distribución que el de los precios.

Influencia del empleo en la configuración social urbana

Como ya se observó existe un patrón de distribución de la población asociado a la distribución del empleo, lo que se intenta en esta sección es corroborar si esta distribución está al mismo tiempo asociada con el nivel de ingresos de la población. Se entiende entonces como configuración social urbana en este trabajo como la disposición espacial de la población según un nivel de ingresos como representación de estrato socioeconómico. Debido a que no se cuenta con información sobre ingresos de la población a este nivel de desagregación geográfica lo que se hace es utilizar dos variables proxy que puedan dar una orientación sobre el nivel de ingresos a este nivel de desagregación. Las dos variables escogidas son: i) la escolaridad promedio de la Población Económicamente Activa en el sector censal; ii) el pago promedio por consumo de energía eléctrica del hogar en cada sector censal.

Para analizar estas dos variables en primer lugar se realizará una inspección visual a partir del Gráfico N° 37. En el panel (a) se encuentra graficada la escolaridad promedio de la PEA por sector censal, además se marca la ubicación de los centros de empleo. En el panel (b) de la misma manera se mapea el pago promedio de consumo de energía eléctrica a nivel de sector censal, señalando la ubicación de los centros de empleo. Como se explicó la ubicación de los centros de empleo es

³⁸ Comprobar esto no le compete a esta investigación de manera directa por lo que se deja abierto para posteriores trabajos

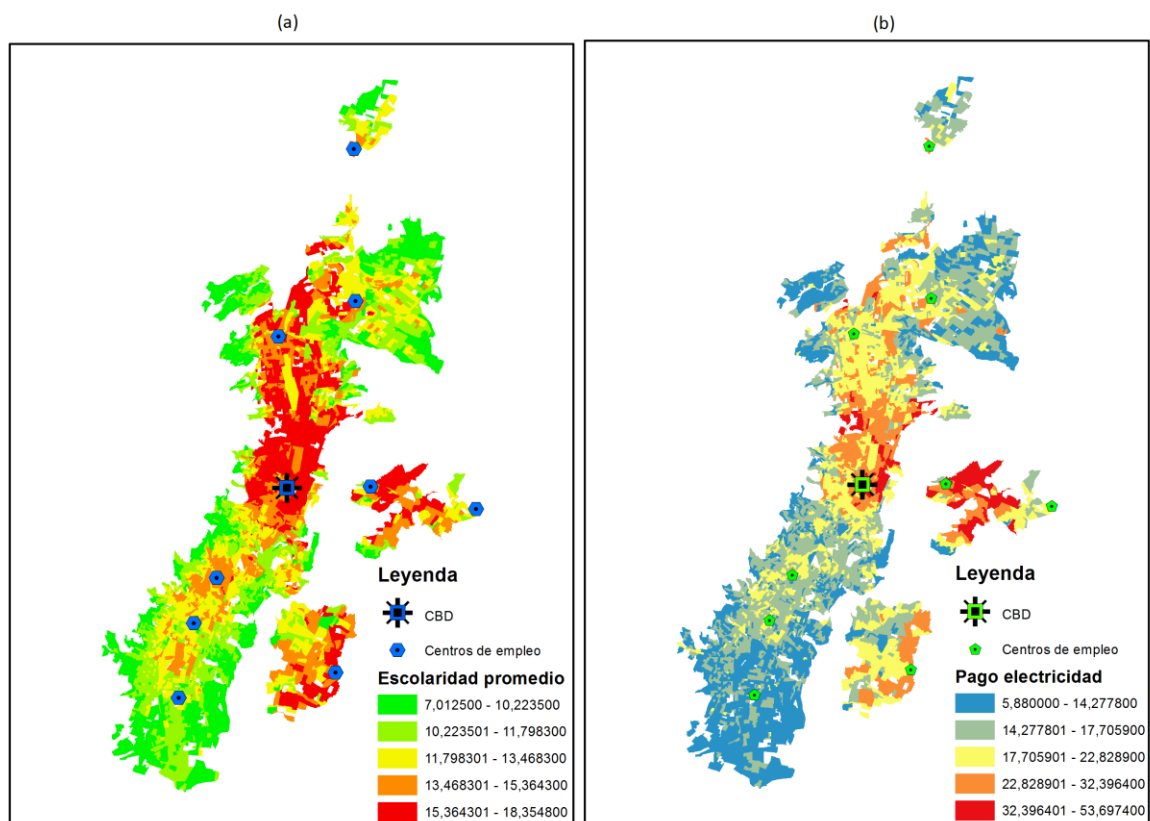
importante para este análisis pues ésta supone un punto de confluencia de fuerzas de aglomeración y dispersión que actuarían a través de los precios en la configuración social alrededor del mismo. Se escogió la escolaridad de la PEA pues la literatura empírica que relaciona la escolaridad con el nivel de ingresos de la fuerza laboral es abundante, este nivel de escolaridad casi siempre se puede ligar además con niveles jerárquicos dentro del mercado laboral. Por otra parte se escoge el consumo de energía eléctrica pues su valor dependerá en alguna medida del número y sofisticación de los aparatos electrodomésticos que el hogar posea.

Si se observa los patrones de distribución de la escolaridad existe de hecho una interesante particularidad: la ciudad es bipolar. Existe dentro de la ciudad una división norte-sur que está marcada de manera evidente en la distribución de la escolaridad. Niveles más altos de escolaridad se concentran al norte de la ciudad de manera muy marcada. Entendiendo a la escolaridad como proxy de ingresos esto supone una enorme fragmentación de la ciudad en estos dos polos; cabe recalcar que esta división no parece guardar una relación con la actividad económica. Con respecto a la ubicación de los centros de empleo se puede observar que, en efecto, la localización de estos coincide con la formación patrones decrecientes de escolaridad a su alrededor de ellos; incluso ignorando la enorme bipolaridad que se manifiesta en la ciudad. Es decir, a medida que el sector censal se acerca hacia un centro de empleo su valor de escolaridad promedio de la PEA es mayor. Este es un primer indicador de que la configuración social urbana si se ve influenciada por la ubicación de la actividad económica, pues daría una primera idea de que existe un gradiente de precios del suelo y salarios alrededor de la ubicación de los centros de empleo. Esto en la medida que un mejor ingreso permite costear precios más altos del suelo. Este fenómeno se presenta tanto en el norte como en el sur pero a distintas escalas.

Los patrones de distribución del pago por consumo de energía eléctrica alrededor de los centros de empleo, a simple vista, no dejan el panorama tan claro como el caso de la escolaridad de la PEA. A pesar de esto se pueden distinguir ciertos particulares. Con cierta imprecisión el pago por consumo de energía eléctrica muestra patrones similares a los patrones decrecientes de distribución espacial alrededor de la localización de los centros de empleo, que mostraba la distribución de la escolaridad de la PEA. Se puede constatar que en la distribución de esta variable también existe una suerte de división norte sur de la ciudad que, no tan casualmente, tiene como punto intermedio de división el área del CBD. Tanto en el pago por consumo eléctrico como en la escolaridad el CBD muestra dentro de sí niveles de concentración altos en ambas variables. Lo que da cuenta de que ambas variables son proxys que dan una muy buena aproximación a la real distribución de la población por sus ingresos a lo largo de la ciudad; ya que se sabe que en el CBD predominan las clases con altos ingresos. Además esto da cuenta de un alto precio del suelo asociado a esta localidad, el CBD, al cual solamente tienen acceso compañías y clases acomodadas. El decaimiento de ambas variables alrededor del CBD sigue una lógica de patrón decreciente. Al mismo tiempo, sin embargo, es influenciada por el fraccionamiento norte sur; es decir que la velocidad a la que decae la densidad es diferente según la dirección que se considera, esto por el sesgo direccional. Un elemento importante que debería contrastarse además de la estructura de precios y acceso debería ser la dimensión de las unidades habitacionales alrededor de la ubicación de los centros de empleo. La teoría haría esperar que cada unidad habitacional sea más pequeña a medida que se acerca al centro de empleo. Esto estaría implícito en el examen de la densidad de población sin embargo habría que detenerse un momento para contrastar esta hipótesis, esto se deja abierto para trabajos futuros.

Gráfico N° 37:

Escolaridad promedio de la PEA(a) y Pago promedio por consumo de energía eléctrica a nivel de sector censal.



Fuente: INEC (2001,2010). Censo de Población y Vivienda; Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

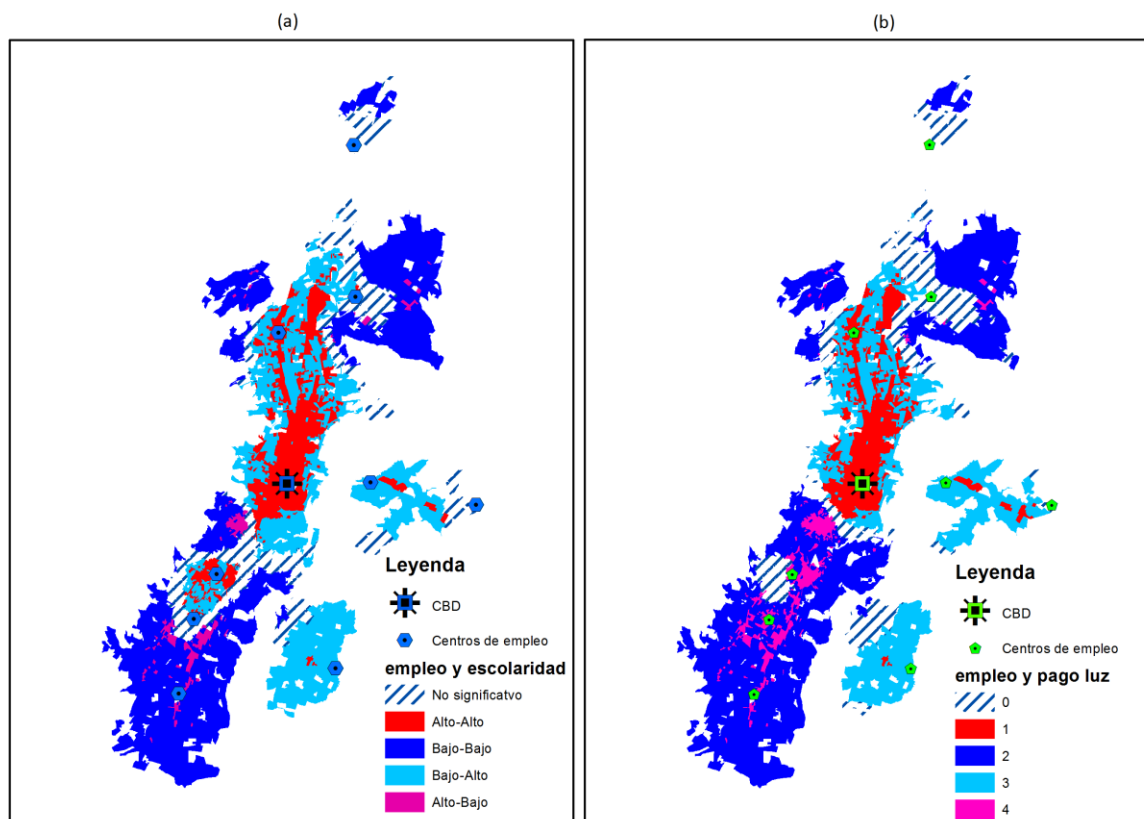
Tras tener una confirmación intuitiva sobre la influencia de la localización de los centros de empleo sobre la configuración social urbana hay que tratar de determinar con un nivel de significancia estadística si esta relación tiene fundamentos empíricos que vayan más allá de un examen visual. Para esto se realizó un análisis LISA bivariado de distribución, similar al realizado en la sección anterior. Se corrió el análisis de autocorrelación de la densidad de empleo contra cada una de las variables proxy que se han seleccionado. De esta manera se podrá determinar si existe alguna lógica de autocorrelación espacial entre sus distribuciones. Los resultados se exponen en el Gráfico N° 38, en el panel (a) se ve el análisis LISA bivariado para la densidad de empleo contra la escolaridad y en el panel (b) el análisis para la densidad de empleo contra el pago por consumo de energía.

Los resultados para la escolaridad muestra que existe alrededor de la mayoría de centros de empleo clusters del tipo Alto-Alto; las excepciones se presentan principalmente en los centros de Tumbaco, San Antonio, Conocoto y Quitumbe. Es decir que a medida que un sector censal se encuentra cerca a uno de estos centros de empleo se observa un nivel de escolaridad más alto. Es decir se confirma lo que se intuyó con la lectura del mapa en el Gráfico N° 38; solo que en este caso se tiene una certeza estadística de que existe localidades de este estilo. Este análisis muestra que incluso con la enorme bipolaridad que se manifiesta en la ciudad los centros consolidados en el Sur, Solanda y La Villaflora, llegan a mostrar comportamientos similares al CBD o al centro consolidado de Cotocollao. Es decir que alrededor de ellos existe una lógica de acceso al suelo delimitado por el nivel socio-económico

del habitante; solo que tal vez esto suceda en una escala distinta que en el norte con sistemas de precios distintos en ambos sectores de la ciudad.

Gráfico N° 38:

Análisis LISA bivariado de la densidad de empleo vs la escolaridad promedio de la PEA (a) y el Pago promedio por consumo de energía eléctrica a nivel de sector censal.



Fuente: INEC (2001,2010). Censo de Población y Vivienda; Censo Nacional Económico.

Elaboración: Diego Rojas

En lo que tiene que ver con el pago por consumo de energía eléctrica la evidencia no apunta a encontrar a esta relación, el motivo principal para no identificar estas relaciones puede ser la enorme bipolaridad de la ciudad en cuanto a los rangos de consumo de energía eléctrica. El análisis del Gráfico N° 37 mostraba una ciudad que era enormemente desigual territorialmente en una lógica norte sur. Esto se manifestaba incluso en las escalas de visualización de los datos. En este caso en el Gráfico N° 38 también presenta esta división de la ciudad que en el caso de la escolaridad no se manifestaba de manera tan explícita en el mismo gráfico. A pesar de esto se puede afirmar que existe influencia sobre la configuración social urbana ya que existen de hecho estos patrones de distribución en la parte norte de la ciudad, específicamente en: Cotocollao, CBD, Cumbayá, Tumbaco; es decir existe una relación parcialmente confirmada. Lo que queda claro en ambos casos es que este fenómeno se confirma alrededor de la macrocentralidad; es decir el fenómeno de configuración social alrededor del CBD es tal como se espera, un patrón decreciente en la escolaridad y en el pago por consumo eléctrico. Además en ambos casos presentándose como un cluster de tipo Alto-Alto que supera en tamaño a todas las otras aglomeraciones que se presentan alrededor de otros centros de empleo; siendo este un resultado que sigue las líneas de la teoría de la nueva economía urbana que afirma que a pesar del surgimiento de nuevas centralidades el CBD determina alrededor de si valores

del suelo, densidades de empleo, establecimientos mayores a cualquier otro centro de empleo en la ciudad.

Una particularidad que no se acoge a la teoría es la bipolaridad mencionada. Si la configuración urbana siguiera completamente el patrón de distribución del empleo según el modelo de ciudad policéntrica existiría una lógica de distribución espacial de las variables en forma de círculos concéntricos alrededor de los centros; pero especialmente del CBD. Esto no se presenta de esta manera pues la bipolaridad está marcada por el CBD pero no hay la lógica de círculo concéntrico sino un norte de clases más pudientes y un sur donde predominan familias de menores ingresos. La lógica de precios del suelo debería estar gobernada por la misma dinámica y habría que estudiar este particular en posteriores investigaciones ya con información disponible sobre este fenómeno.

Se puede afirmar entonces que la actividad económica tiene de hecho un efecto sobre la población y la configuración social urbana, es decir en la forma de distribución de la población según su estrato económico, pero a diferentes escalas dentro de la ciudad; tomando en cuenta la existencia de esta división norte sur que tal vez tenga que ver con procesos de segregación espacial durante la construcción histórica de la ciudad. En este sentido sería de gran utilidad examinar si ha existido por parte de la regulación municipal fenómenos de segregación de la población por nivel socioeconómico; este particular sin embargo no se estudia en este trabajo pues sale del alcance del mismo. La influencia sobre la población es indiscutible, los patrones de aglomeración de ésta alrededor de los centros de empleo son evidentes; así como la relación que se demostró a través del modelo de influencia mostrado en el Cuadro N° 9. Esta influencia es sin embargo diferente por el atributo del nivel socioeconómico que determina que los fenómenos de aglomeración sucedan a distintas escalas con distintos niveles socio-económicos en los centros de empleo ubicados al norte o en los valles con respecto a los ubicados en el sur de la ciudad.

Conclusiones

El desarrollo histórico de Quito, tanto en el aspecto social, económico, político, administrativo, etc.; ha determinado que flujos de habitantes de ciudades pequeñas o zonas rurales se desplacen constantemente hacia esta ciudad. Esto ha dado como resultado un complejo entramado de relaciones entre sus habitantes. Esto ha determinado también la evolución del tejido económico hacia una ciudad diversa que tiene dentro de sí un sinnúmero de actividades. El contexto que se percibe entonces de este análisis es una ciudad dinámica, con gran proyección económica y con necesidades sociales que se desprenden de su lógica de atracción de población dada su cualidad de capital.

La población de Quito ha sido desplazada progresivamente de las localizaciones donde se consolidan centros de empleo. En el lugar donde se asienta la macrocentralidad se aprecia un cráter de densidad poblacional que da testimonio de esto. El crecimiento de la ciudad de manera extensiva y longitudinal ha desembocado en un fenómeno de baja de la densidad poblacional en los anteriormente consolidados centros de población. Si bien se identificó un gradiente de decaimiento de la población con respecto a la distancia al CBD; el modelo de ciudad monocéntrica no parece ser la mejor opción para explicar la distribución de la población.

La distribución de la densidad de empleo es eminentemente hipercéntrica, con alzas pequeñas locales que se subordinan a la macrocentralidad. Se confirma la existencia de múltiples centros de empleo distribuidos a lo largo de la ciudad, esto además por varios métodos de identificación. El método no paramétrico arrojó los mejores resultados, de estos se desprende la existencia de 9 centros de empleo para Quito, cinco en zonas rurales conurbadas: Calderón, Cumbayá, Tumbaco, San Antonio y Conocoto; y, cuatro dentro de la zona urbana de la ciudad: Cotocollao, Solanda, La Villaflora y Quitumbe. El norte de la ciudad depende en mayor medida de la macrocentralidad por lo que se identifican menos centros de empleo en esta área.

La relación entre la población y el empleo es clara a un nivel visual, y además utilizando técnicas estadísticas de análisis. La consolidación de centros de empleo en localidades como La Villaflora y Cotocollao determina, así como el crecimiento de la macrocentralidad, el desplazamiento del uso del suelo habitacional. Se confirma la estructura policéntrica al observar patrones de decaimiento de la población alrededor de cada centro de empleo. Se confirma la influencia de casi todos los centros de empleo sobre la densidad de empleo ya sea a un nivel local o global a través de un modelo de influencia de la ubicación de los centros de empleo sobre la densidad de la población.

La disposición de la población según su nivel de ingreso, utilizando variables proxy, muestra señales ambiguas sobre su distribución con respecto a la ubicación de los centros de empleo. Se confirma de manera débil la influencia de la distribución de la actividad económica sobre la configuración social urbana al mostrarse lógicas de aglomeración de niveles de escolaridad y consumo eléctrico alrededor de estos centros. A pesar de esto el escenario parece ser mucho más complejo al primar en el patrón la división norte y sur que determina que los fenómenos de concentración de la población alrededor de los centros de empleo se vea eminentemente determinado por una lógica de acceso al suelo.

Recomendaciones

Los resultados de esta investigación revelan intrigantes conclusiones sobre las relaciones de la distribución de la población y la actividad económica en función de la ubicación de centros de empleo. Se sugiere entonces, ya que la teoría lo soporta, realizar en investigaciones a futuro sobre el análisis de la distribución de otras variables relacionadas al modelo de ciudad monocéntrica como el sueldo de los trabajadores o el precio del suelo. Además de intentarlas relacionar con la ubicación de estos centros de empleo que suponen influencia sobre la forma como estas se distribuyen.

Se recomienda la implementación de métodos no paramétricos como instrumento real de análisis. Las regresiones de tipo lineal no son suficientes para modelar relaciones complejas con efecto espaciales; estas son útiles para apreciar efectos globales pero no dan oportunidad a descubrir todas las particularidades que esconde la información de carácter geográfica-estadística.

Se recomienda además extender el espectro de este estudio a través de la exploración de estas dimensiones a un nivel más desagregado con respecto a distintas características de la población y de la actividad económica; por ejemplo la rama de actividad de empleo de la población y la rama de actividad del empleo registrado por la demanda.

La localización de la Zona Industrial Norte merece posterior investigación debido al tamaño de esta y su posible influencia en la densidad de empleo a un nivel sectorial.

Referencias Bibliográficas

- Abramo, P. (2011). La ciudad neoliberal y la mano invisible del mercado inmobiliario urbano: la representación teórica de la libertad del mercado. la ciudad eficiente y sus fisuras conceptuales. In F. Carrión (Ed.), *La producción de las ciudades latinoamericanas: mercado inmobiliario y estructura urbana*. Quito: OLACCHI.
- Alonso, W. (1964). *Location and land use: toward a general theory of land rent*. (Harvard University Press, Ed.) *Location and land use Toward a general theory of land rent* (pp. xi, 204). Harvard University Press.
- Anas, A., Arnott, R., & Small, K. (1998). Urban Spatial Structure. *Journal of Economic Literature*, 36(3), 1426–1464.
- Anderson, J. E. (1982). Cubic-Spline Urban-Density. *Journal of Urban Economics*, 12, 155–167.
- Anderson, N. B., & Bogart, W. T. (2001). The Structure of Sprawl: Identifying and Characterizing Employment Centers in Polycentric Metropolitan Areas. *American Journal of Economics and Sociology*, 60(1), 147–169. doi:10.1111/1536-7150.00058
- Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: models and methods*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association-LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115. doi:10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x
- Anselin, L., Syabri, I., & Kho, Y. (2006). GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. *Geographical Analysis*, 38(1), 5–22. doi:10.1111/j.0016-7363.2005.00671.x
- Bivand, R., Pebesma, E., & Rubio, V. (2008). *Applied Spatial Data Analysis with R*. (R. Gentleman, K. Hornik, & P. Giovanni, Eds.). New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-0-387-78171-6
- Bogart, W. T., & Ferry, W. C. (1999). Employment centres in greater Cleveland: Evidence of evolution in a formerly monocentric city. *Urban Studies*, 36(12), 2099–2110. doi:10.1080/0042098992566
- Burnham, K., & Anderson, D. (2002). *Model Selection and Multimodel Inference: a Practical Information-theoretic Approach*. New York Springer (2nd ed., Vol. 60, p. 488). New York: Springer-Verlag.
- Burnham, K., & Anderson, D. (2004). Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. *Sociological Methods & Research*, 33(2), 261–304. doi:10.1177/0049124104268644
- Cervero, R. (1989). *Americas suburban centers: The land use–transportation link*. Boston: Unwin Hyman.
- Cervero, R. (2001). Efficient Urbanisation: Economic Performance and the Shape of the Metropolis. *Urban Studies*, 38(10), 1651–1671. doi:10.1080/00420980120084804
- Cervero, R., & Wu, K.-L. (1997). Polycentrism, commuting, and residential location in the San Francisco Bay area. *Environment planning A*, 29(5), 865–886.

- Cervero, R., & Wu, K.-L. (1998). Sub-centring and Commuting: Evidence from the San Francisco Bay Area, 1980-90. *Urban Studies*, 35(7), 1059–1076. doi:10.1080/0042098984484
- Champion, A. G. (2001). A Changing Demographic Regime and Evolving Polycentric Urban Regions: Consequences for the Size, Composition and Distribution of City Populations. *Urban Studies*, 38(4), 657–677. doi:10.1080/00420980120035277
- Clark, C. (1951). Urban Population Densities. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 114(4), 490–496. doi:10.2307/2981088
- Clark, W. A., & Kuijpers-Linde, M. (1994). Commuting in Restructuring Urban Regions. *Urban Studies*, 31(3), 465–483. doi:10.1080/00420989420080431
- Cleveland, W. S., & Devlin, S. J. (1988). Locally Weighted Regression: An Approach to Regression Analysis by Local Fitting. *Journal of the American Statistical Association*, 83(403), 596–610. doi:10.2307/2289282
- Frankena, M. W. (1978). A bias in estimating urban population density functions. *Journal of urban economics*, 5(1), 35–45.
- Fujita, M., & Thisse, J.-F. (2002). *Economics of agglomeration: cities, industrial location, and regional growth*. New York: Cambridge University Press.
- Giuliano, G., & Small, K. a. (1991). Subcenters in the Los Angeles region. *Regional Science and Urban Economics*, 21(2), 163–182. doi:10.1016/0166-0462(91)90032-I
- Huber, P. J. (1964). Robust Estimation of a Location Parameter. *The Annals of Mathematical Statistics*, 35(1), 73–101. doi:10.1214/aoms/1177703732
- Joseph, M., & Wang, F. (2010). Population density patterns in Port-au-Prince, Haiti: A model of Latin American city? *Cities*, 27(3), 127–136. doi:10.1016/j.cities.2009.12.002
- Krugman, P. (1991). *Geography and Trade*.
- Mancheno, D., & Mencías, J. (2013). La localización de la industria manufacturera en el DMQ: un ejercicio de aproximación a la identificación de aglomeraciones económicas. *Questiones Urbano Regionales*, 1(2), 121–155.
- Mancheno, D., & Rojas, D. (2013). Subcentros de empleo en el DMQ y la creación de centralidades en el Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012-2022. *Questiones Urbano Regionales*, 1(2), 95–119.
- McDonald, J. F. (1987). The identification of urban employment subcenters. *Journal of Urban Economics*, 21(2), 242–258. doi:10.1016/0094-1190(87)90017-9
- McDonald, J. F. (1989). Econometric studies of urban population density: a survey. *Journal of Urban Economics*, 26, 361–385.
- McMillen, D. P. (2001). Nonparametric Employment Subcenter Identification. *Journal of Urban Economics*, 50(3), 448–473. doi:10.1006/juec.2001.2228

- McMillen, D. P. (2003, January 1). Identifying Sub-centres Using Contiguity Matrices. *Urban Studies*. doi:10.1080/00420980220080161
- McMillen, D. P. (2012). McSpatial: Nonparametric spatial data analysis. Retrieved from <http://cran.r-project.org/package=McSpatial>
- MDMQ. (2009). *LA PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO TERRITORIAL EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO*. Quito: MDMQ.
- Millward, H. (2008). Evolution of Population Densities: Five Canadian Cities, 1971-2001¹. *Urban Geography*, 29(7), 616–638. doi:10.2747/0272-3638.29.7.616
- Muñiz, I., Galindo, A., & García, M. À. (2003). Cubic spline population density functions and satellite city delimitation: the case of Barcelona. *Urban Studies*, 40(7), 1303–1321. doi:10.1080/0042098032000084613
- Muñiz, I., Garcia-López, M. À., & Galindo, A. (2008). The Effect of Employment Sub-centres on Population Density in Barcelona. *Urban Studies*, 45(3), 627–649. doi:10.1177/0042098007087338
- Pagan, A., & Ullah, A. (1999). *Nonparametric Econometrics. Science* (p. 444). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511612503
- Redfearn, C. L. (2007). The topography of metropolitan employment: Identifying centers of employment in a polycentric urban area. *Journal of Urban Economics*, 61(3), 519–541. doi:10.1016/j.jue.2006.08.009
- Ricardo, D. (1821). *On the Principles of Political Economy and Taxation*. (P. Sraffa, Ed.) *The Works and Correspondence of David Ricardo* (Vol. 1817, p. 566). John Murray. doi:10.2307/2593726
- Small, K. A., & Song, S. (1994). Population and employment densities: structure and change. *Journal of Urban Economics*, 36(36), 292–313.
- Vallejo, R. (2008). Quito: capitalidad y centralidades. *Centro-h*, 2, 47–54.
- Verbeek, M. (2008). *A Guide to Modern Econometrics*. (John Wiley Sons Ltd, Ed.) *Text* (p. 472). John Wiley & Sons.
- Von Thünen, J. (1966). *Von Thünen's Isolated State: An English Edition of Der Isolierte Staat*. (P. Hall, Ed.). Elsevier Science & Technology.

Glosario

aglomeración: Acción y efecto de aglomerar o aglomerarse. Fenómeno en el que varios agentes se concentran en una localidad.

ajuste: nivel de calidad en la predicción de que realiza un modelo sobre los datos.

amenidad: ventaja (o desventaja), de tipo natural, cultural, entretenimiento, deportiva, etc., que se asocia a una localidad debido a relación de proximidad. ej: Parques, bosques, cines, teatros.

Central Business District: el centro de negocios de la ciudad es la localidad de la ciudad que concentra la mayor cantidad de empleo, establecimientos económicos, equipamientos públicos, entre otros.

centro de empleo: localidad donde se presenta una densidad de empleo alta en relación a la norma de la ciudad y que puede ejercer influencia en la distribución espacial de otras variables.

centroide: es el centro de simetría de una figura geométrica o cuerpo. En un contexto geográfico el centroide es una forma de representar la información que contiene un polígono en un punto por motivos de conveniencia.

ciudad monocéntrica: ciudad que presenta solo un centro de empleo

ciudad policéntrica: ciudad que presenta varios centros de empleo

ciudad-Red-Región: conjunto de núcleos urbanos en un territorio que operan como nodos de una red económica cuyas relaciones dependen de lazos culturales, sociales y medioambientales.

cluster: conjunto de unidades geográficas con relaciones de contigüidad inmediata o proximidad; que muestran valores estadísticamente similares, de una variable cualquiera, entre ellos.

cociente de localización: medida relativa a la norma por cada ciudad y fecha que permiten comparar visualmente la importancia relativa de distintas áreas de una ciudad en varios periodos o entre ciudades.

conurbación: Conjunto de varios núcleos urbanos inicialmente independientes y contiguos por sus márgenes, que al crecer acaban formando una unidad funcional. Traslape de dos o más núcleos urbanos por el crecimiento de estos.

dispersión: fenómeno en el que agentes económicos se encuentran de manera aleatoria diseminados.

gradiente de decaimiento poblacional: proporción en la que la población decae con respecto al aumento de la distancia al CBD.

hipercentro: lugar cuya importancia relativa: económica, social y administrativa, es muy superior al resto de la metrópolis o ciudad.

macrocentralidad: ver *hipercentro*.

outlier : conjunto de unidades geográficas con relaciones de contigüidad inmediata o proximidad; que muestran valores estadísticamente disímiles, de una variable cualquiera, entre ellos.

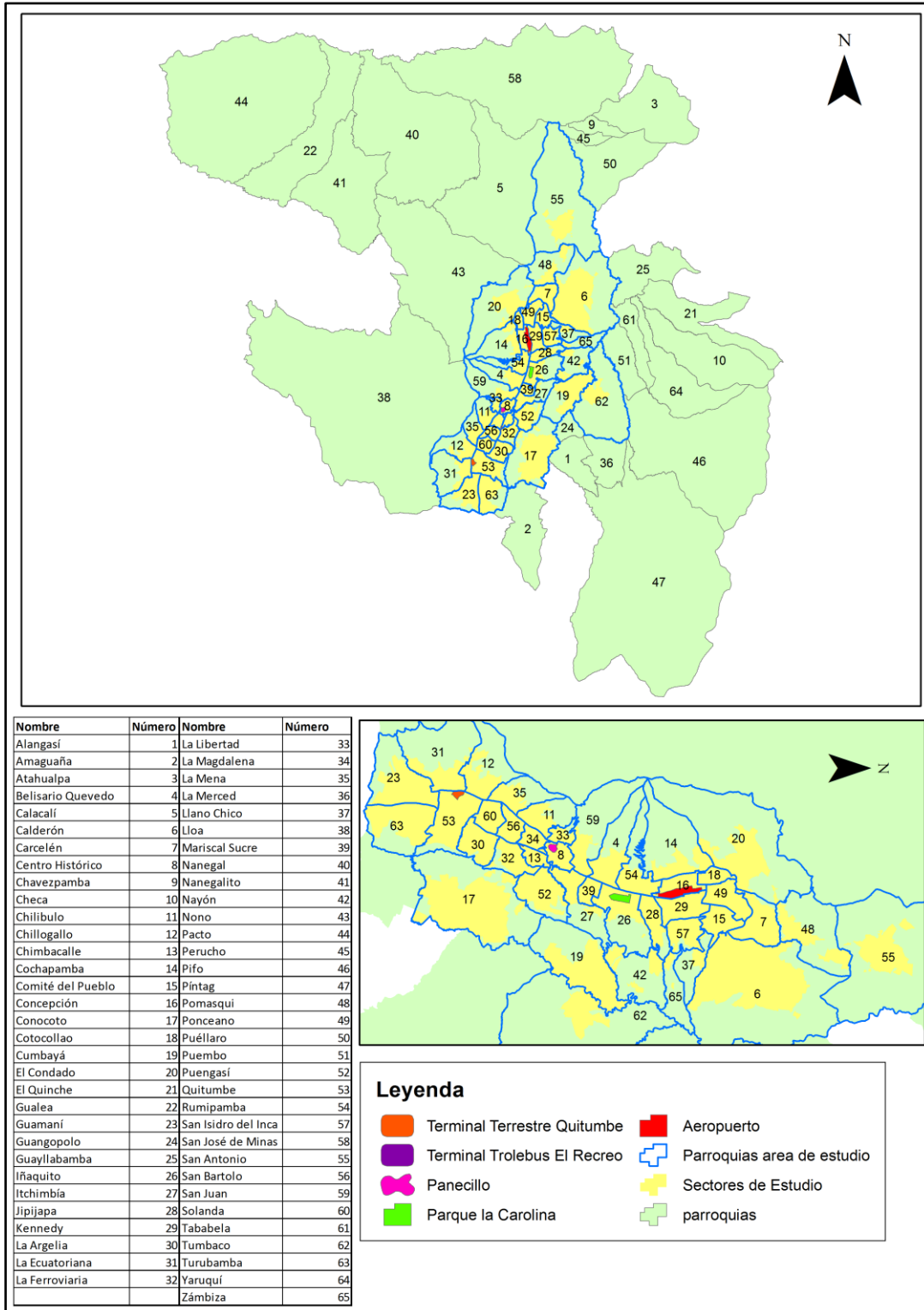
policentralidad: fenómeno en el cual se generan varios puntos de importancia relativa significativa en el tema económico y social dentro de un mismo espacio urbano.

sector censal: polígonos en los que se divide el área de la ciudad por conveniencia geográfica y logística en el momento de levantar un censo.

Anexos

Anexo A.

Las Parroquias de Quito y localidades notables



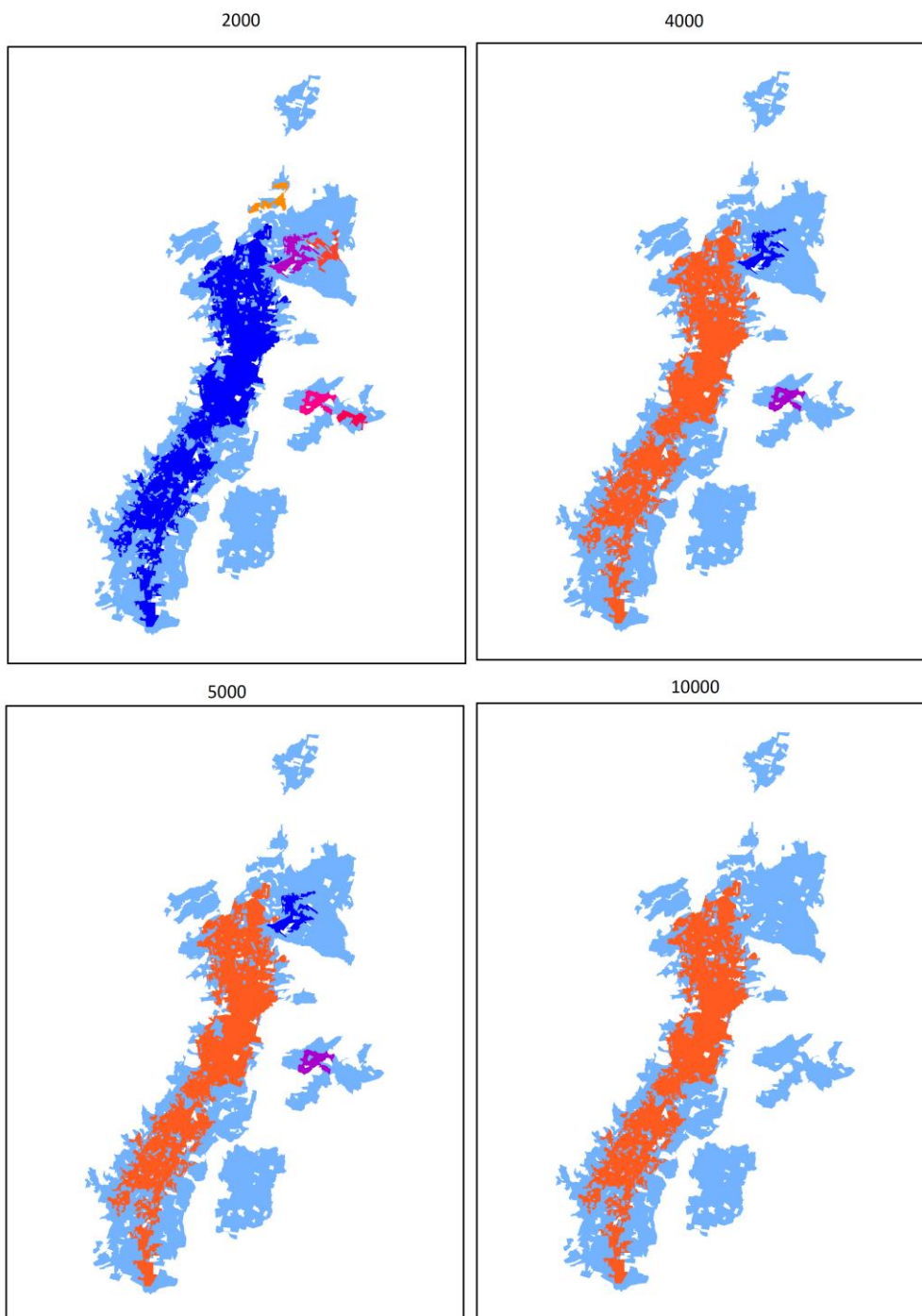
Fuente: MDMQ (2001), INEC (2010)

Elaboración: Diego Rojas

Anexo B.

Centros de empleo identificados con el método de densidades y empleo mínimo

Umbral de densidad=5



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

Umbral de densidad=10



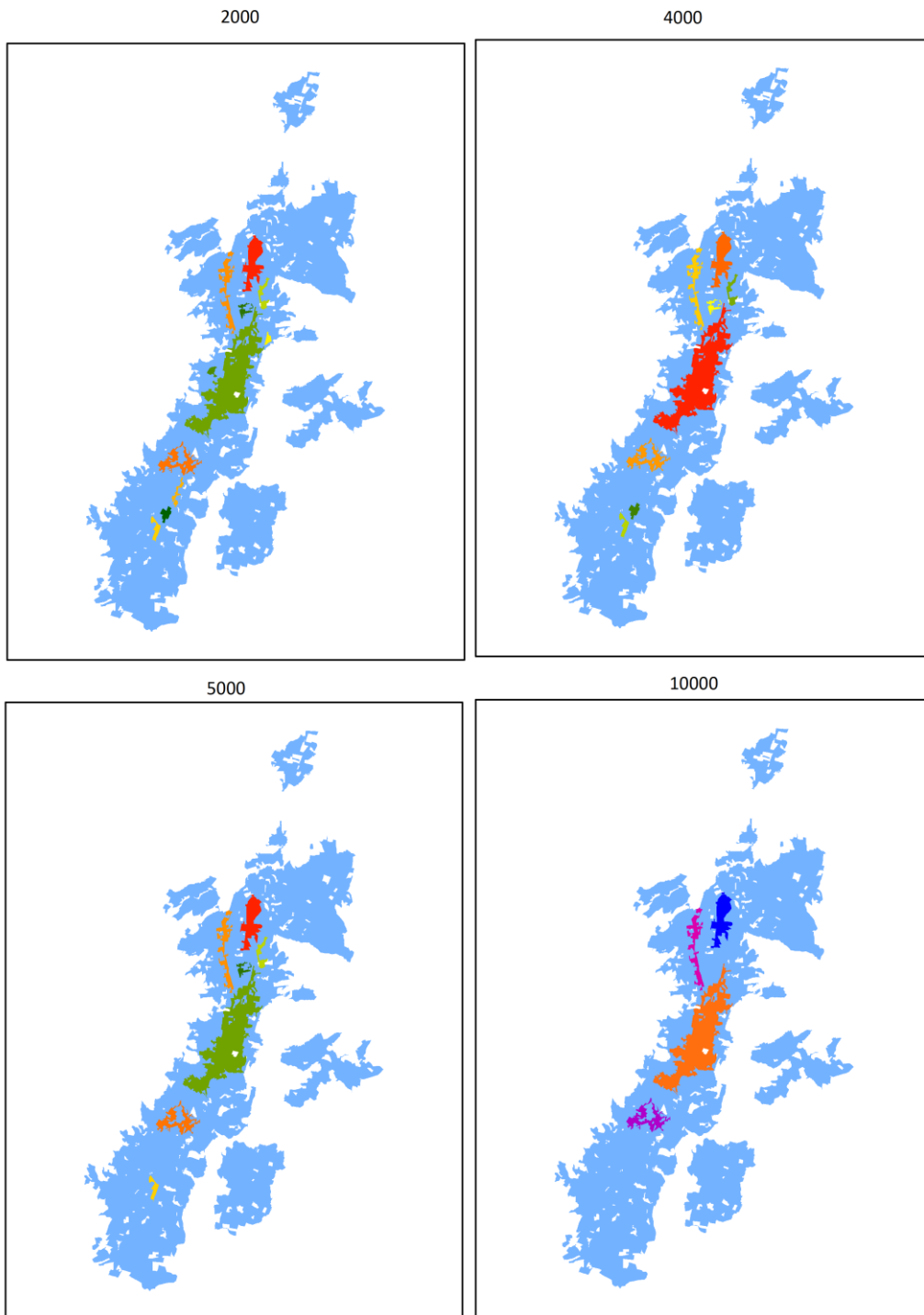
Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

Umbral de densidad=20



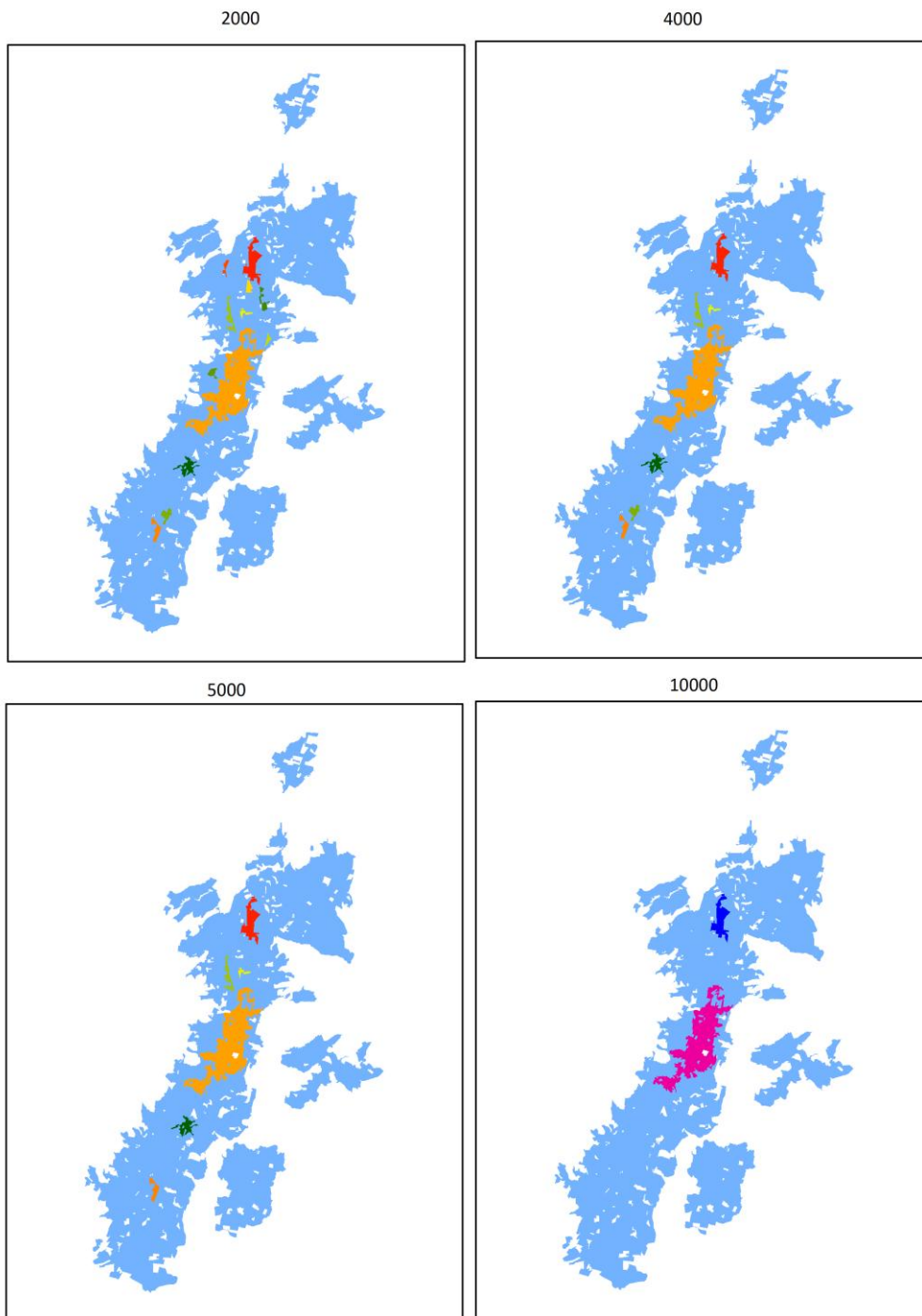
Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

Umbral de densidad=30



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

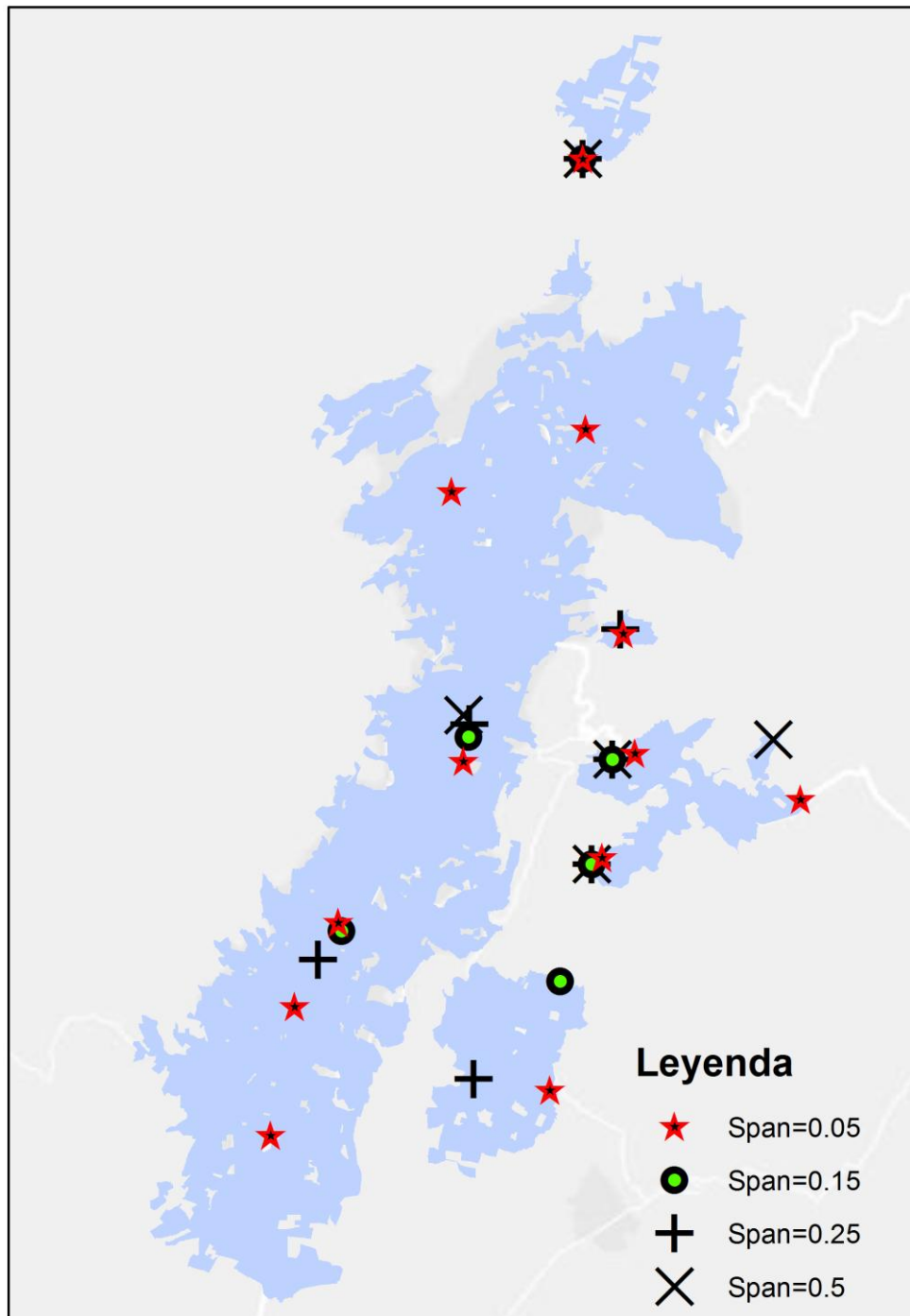
Umbral de densidad=50



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

Anexo C.

Candidatos a centros de empleo identificados utilizando la metodología no paramétrica y varios span

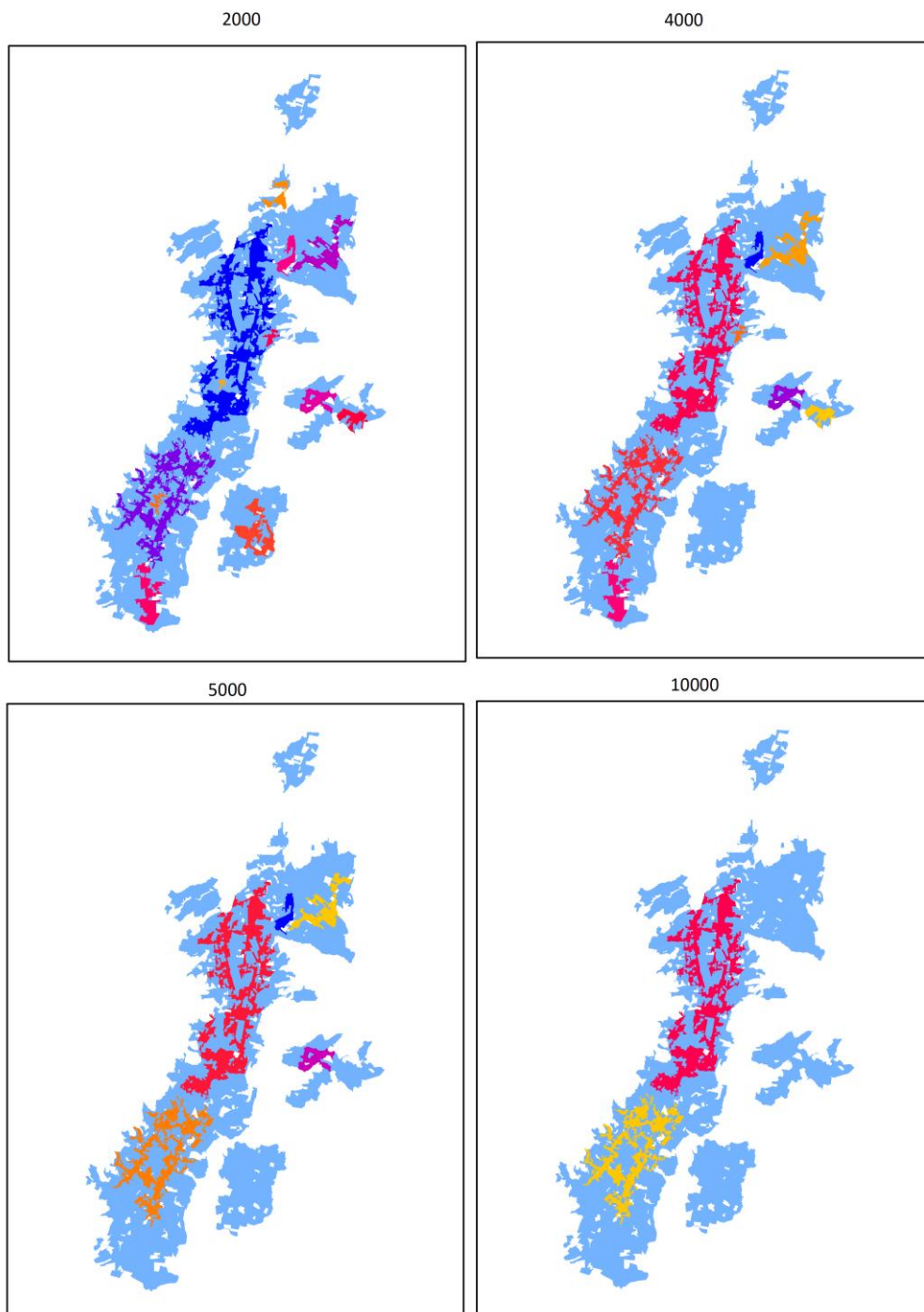


Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

Anexo D.

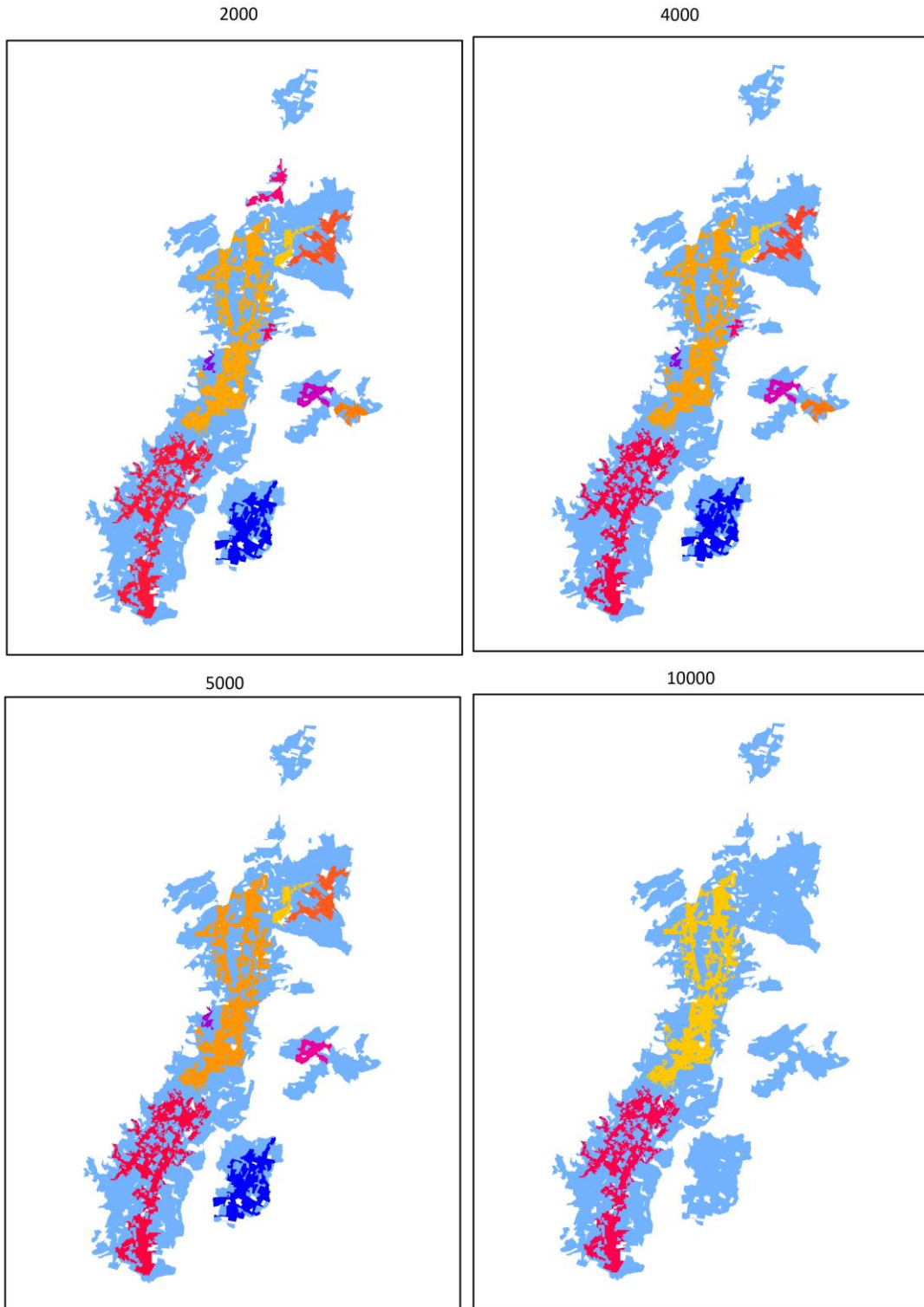
Centros de empleo identificados con el método de densidades y empleo mínimo

Span=0.05



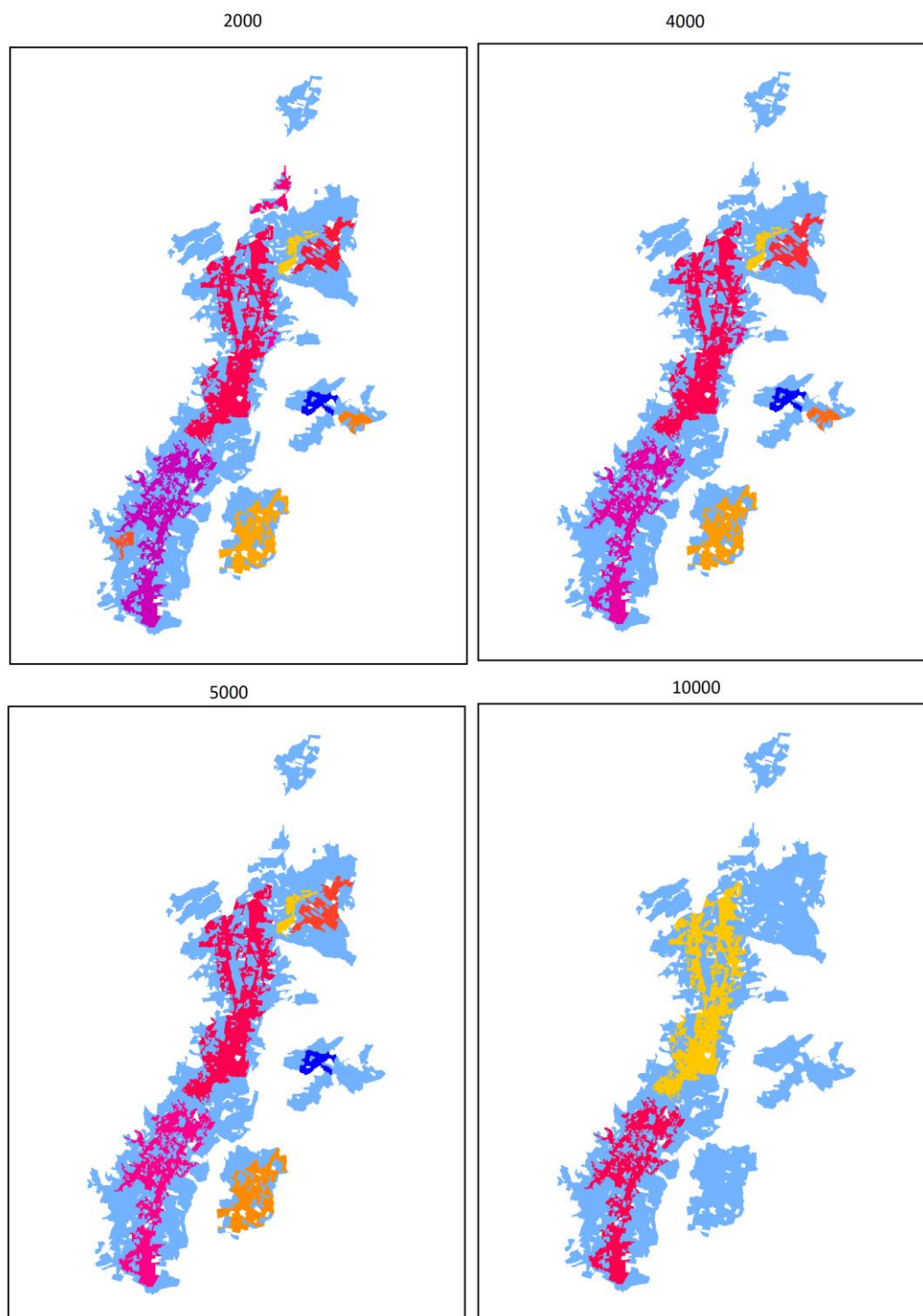
Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

Span=0.1



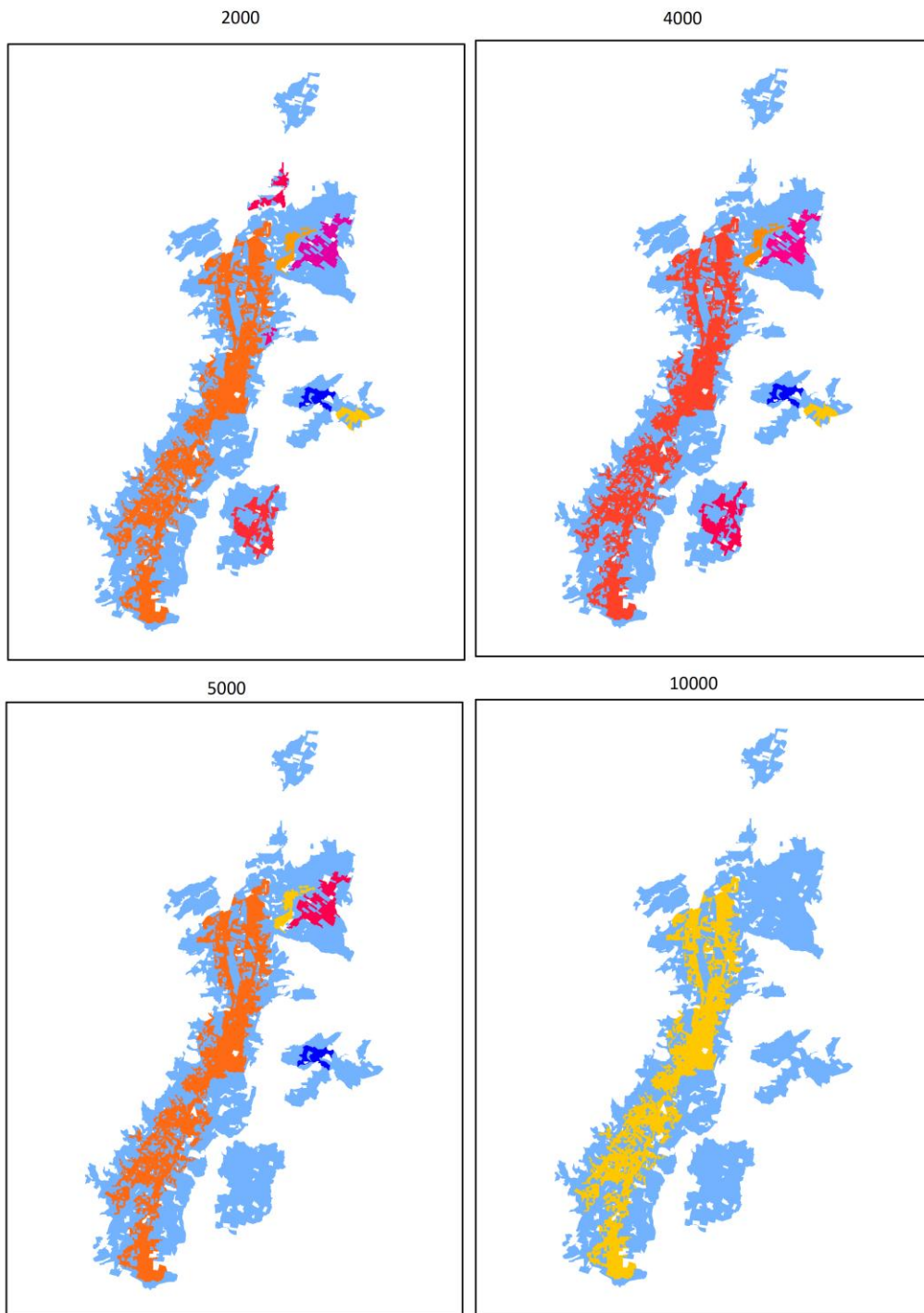
Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

Span=0.15



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas

Span=0.25



Fuente: INEC (2010). Censo Nacional Económico.
Elaboración: Diego Rojas