

No. 13

FEBRERO DE 2018

Documentos CEDE

ISSN 1657-7191 Edición electrónica.

Aglomeración empresarial y eficiencia
técnica: un enfoque de frontera
estocástica en la producción
para Bogotá D.C.

Oscar Javier Quiroz Porras

CEDE
CENTRO DE ESTUDIOS SOBRE DESARROLLO ECONÓMICO

 Universidad de
los Andes
Facultad de Economía

CEDE
CENTRO DE ESTUDIOS SOBRE DESARROLLO ECONÓMICO

 Universidad de
los Andes
Facultad de Economía

Serie Documentos Cede, 2018-13
ISSN 1657-7191 Edición electrónica.
Febrero 2018

© 2018, Universidad de los Andes, Facultad de Economía,
CEDE. Calle 19A No. 1 – 37 Este, Bloque W.
Bogotá, D. C., Colombia Teléfonos: 3394949- 3394999,
extensiones 2400, 2049, 2467
infocede@uniandes.edu.co
<http://economia.uniandes.edu.co>

Impreso en Colombia – Printed in Colombia

La serie de Documentos de Trabajo CEDE se circula con propósitos de discusión y divulgación. Los artículos no han sido evaluados por pares ni sujetos a ningún tipo de evaluación formal por parte del equipo de trabajo del CEDE.

El contenido de la presente publicación se encuentra protegido por las normas internacionales y nacionales vigentes sobre propiedad intelectual, por tanto su utilización, reproducción, comunicación pública, transformación, distribución, alquiler, préstamo público e importación, total o parcial, en todo o en parte, en formato impreso, digital o en cualquier formato conocido o por conocer, se encuentran prohibidos, y sólo serán lícitos en la medida en que se cuente con la autorización previa y expresa por escrito del autor o titular. Las limitaciones y excepciones al Derecho de Autor, sólo serán aplicables en la medida en que se den dentro de los denominados Usos Honrados (Fair use), estén previa y expresamente establecidas, no causen un grave e injustificado perjuicio a los intereses legítimos del autor o titular, y no atenten contra la normal explotación de la obra.

Universidad de los Andes | Vigilada Mineducación
Reconocimiento como Universidad: Decreto 1297 del 30 de mayo de 1964. Reconocimiento personería jurídica: Resolución 28 del 23 de febrero de 1949 Minjusticia.

Aglomeración empresarial y eficiencia técnica: un enfoque de frontera estocástica en la producción para Bogotá D.C.

Oscar Javier Quiroz Porras¹

Resumen

En este documento se presenta una metodología para identificar y delimitar las aglomeraciones urbanas en la ciudad de Bogotá D.C. Sumado a lo anterior, se estiman dos modelos de frontera estocástica de producción para evaluar la situación de eficiencia técnica entre firmas ubicadas en zonas de la ciudad altamente aglomeradas y zonas no aglomeradas. La evidencia encontrada sugiere que, la distribución de la actividad económica comercial, industrial y de servicios no es aleatoria, por el contrario se encuentran concentradas en 80 aglomeraciones que comprenden el 22.1% del perímetro urbano de la ciudad. Por otro lado, se encuentra que índices de eficiencia técnica en la producción para el sector industrial y de servicios exhiben un comportamiento creciente en la medida que se incrementa el grado de aglomeración; para el sector comercial, dada su naturaleza se encuentra gran dispersión de su localización en el territorio y no se aprecian diferencias significativas de mayor eficiencia según se incrementa el grado de aglomeración empresarial.

Palabras clave: aglomeración urbana, economías de aglomeración, economía urbana y regional, análisis de eficiencia, frontera estocástica de producción.

Código JEL: C14, C29, D24, R12, R38

¹ Estudiante maestría en economía PEG, Facultad de Economía, Universidad de los Andes. Artículo elaborado para optar por el título de Magister en Economía. Información de contacto: oscquiroz@gmail.com, oj.quiroz10@uniandes.edu.co. Agradezco especialmente a Fernando Carriazo por su valiosa asesoría durante la elaboración del documento, también a Ramón Rosales por su colaboración en distintas etapas del proceso. Los errores restantes son responsabilidad del autor. Todos los posibles comentarios son bienvenidos.

Enterprise agglomeration and technical efficiency: a stochastic production frontier approach in Bogotá-Colombia

Oscar Javier Quiroz Porras²

Abstract

This document presents a methodology to identify and delimit urban agglomerations in Bogotá. In addition, two stochastic production frontier models were estimated to assess and compare the technical efficiency of firms located in highly agglomerated areas vs non-agglomerated. The evidence suggests that the distribution of commercial, industrial and services economic activities is not random. On the contrary, these sectors are concentrated in 80 agglomerations that comprise 22.1% of the urban area. Furthermore, an index of technical efficiency in production for the industrial and services sectors are positively related with the degree of agglomeration. The commercial sector, in turn, did not show significant differences in efficiency as the degree of agglomeration increases.

Key Words: urban agglomeration, agglomeration economies, urban and regional economics, efficiency analysis, stochastic production frontier.

JEL Code: C14, C29, D24, R12, R38

² Master in economics student, Economics department, Universidad de los Andes. Article prepared to opt for the degree of Master in Economics. Contact information: oscquiroz@gmail.com, oj.quiroz10@uniandes.edu.co. I am especially grateful to Fernando Carriazo for his valuable advice during the preparation of the document, also to Ramón Rosales for his collaboration in different stages of the process. The usual disclaimer applies. Comments are welcome.

1. Introducción

Durante los últimos 70 años, Colombia ha vivido un rápido proceso de urbanización que ha llevado a que la población urbana pasara de representar el 40% en 1951 a 77% en el año 2017. Estos mayores niveles de urbanización, a su vez se encuentran asociados a la concentración de la actividad económica en las ciudades. Para el año 2017, en las ciudades colombianas se concentra alrededor del 85% del PIB nacional. Es probable que esta tendencia continúe al alza dado que, según proyecciones de la *Misión del Sistema de Ciudades (2012)*, para el año 2050 la población urbana se incrementará en 18 millones de personas y el número de ciudades mayores de 100.000 habitantes pasará de 41 a 69 (DNP, 2012).

El estudio de la concentración y decisiones de localización de la actividad económica en el espacio no fue abordado en su totalidad por la ciencia económica del siglo XIX³, en lugar de esto, la disciplina tuvo un mayor énfasis en el análisis del tiempo, la dinámica de la producción y el comportamiento de los agentes económicos. No fue sino hasta el siglo XX en donde se prestó mayor atención a los procesos de concentración y actividad económica, en donde una de las primeras hipótesis fue planteada por enfoques teóricos como la Economía Urbana. Según este enfoque, el patrón de uniformidad de las ciudades está explicado por la “proximidad”, la cual es una fuerza o mecanismo que genera eficiencia en la organización de las relaciones entre individuos.

Autores contemporáneos como Krugman (1991) señalan que el surgimiento de aglomeraciones se encuentra asociado a la existencia de rendimientos crecientes, los costos de transporte y limitantes en la movilidad de la fuerza de trabajo en el sector industrial. Fujita & Thisse (2002), sostienen que los rendimientos crecientes a escala a nivel regional son esenciales para explicar la distribución geográfica de las actividades económicas, dado que la presencia de beneficios derivados de la proximidad incentiva la conformación de aglomeraciones de firmas.

En una línea similar de pensamiento, Puga (2009) identifica tres mecanismos mediante los cuales se puede explicar la conformación de economías de aglomeración urbanas; estos mecanismos hacen referencia a la participación en los mercados locales, el emparejamiento y el

³ Von Thünen (1826), introduce la noción de que el uso de tierras con iguales características está en función de la distancia entre el lugar de producción y el mercado, los precios de los productos agrícolas y los diferentes costos de producción.

aprendizaje que se da entre las firmas. No obstante, existen pocas referencias en donde se cuantifique específicamente el mecanismo o el mayor determinante por el cual se conforman las aglomeraciones y en particular en donde se aborde este problema desde una escala intra-urbana.

Para el año 2014 la ciudad de Bogotá D.C concentró alrededor de 597.391 empresas según información de Confecamaras⁴, esto quiere decir, que por cada trece habitantes en la ciudad existe una empresa. Respecto al universo de empresas que hay en Bogotá, en este documento se manejan dos hipótesis fundamentalmente: i) en primer lugar, se plantea que la distribución geográfica de diversos sectores económicos en Bogotá D.C no es aleatoria, y por el contrario, responde a una racionalidad económica que hace que se concentren empresas en algunas zonas de la ciudad, ii) en segundo lugar, se maneja la hipótesis que la localización de firmas en zonas de aglomeración genera beneficios expresados en mayores niveles de eficiencia técnica, los cuales se expresan en el mejor uso de insumos para alcanzar determinados niveles de producto.

Este artículo incorpora la metodología econométrica de *Frontera Estocástica de Producción* – FEP al debate sobre aglomeraciones intra urbanas, siendo lo anterior uno de los principales aportes del documento, pues los estudios elaborados para la ciudad se han centrado en la identificación de las aglomeraciones industriales y no se ha analizado la eficiencia técnica en la producción sobre un contexto de aglomeración. Para lograr cuantificar esta metodología se utilizó información georreferenciada de empresas, así como el cruce de información contable y otros atributos de entorno mediante los cuales es posible modelar una frontera eficiente de producción. Este tipo de ejercicio, de acuerdo a la revisión de literatura realizada, no se ha hecho para la ciudad de Bogotá y por lo tanto sus conclusiones pueden tener importantes implicaciones para la planificación urbana, el ordenamiento territorial y en particular para la delimitación de la red de centralidades en el perímetro urbano de la ciudad.

En este orden de ideas el documento está organizado en seis secciones, iniciando con esta introducción. En la segunda sección se realiza una revisión de literatura sobre aglomeraciones urbanas, economías de aglomeración, enfoques teóricos y estudios de caso a nivel nacional e internacional. En la tercera sección, se describe la metodología *G* de Gettis-Ord* para la identificación de aglomeraciones y la metodología econométrica de *análisis de frontera estocástica de*

⁴ La cifra corresponde a empresas con matrícula mercantil activa.

producción (FEP) para determinar eficiencia técnica. En la cuarta sección, se describen las bases de datos utilizadas para los análisis cuantitativos. En la quinta sección, se desarrolla la estrategia empírica, se presentan los principales resultados de la identificación de núcleos urbanos y eficiencia técnica por sectores económicos en la ciudad de Bogotá D.C. Finalmente, en la sexta sección se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio.

2. Revisión de la literatura

2.1. Decisión de localización y aglomeraciones urbanas

Según Puga (2009), hay tres corrientes teóricas que abordan el fenómeno de la aglomeración urbana. En primer lugar, es posible encontrar literatura en donde se ha estudiado la concentración como un signo directo de las economías de aglomeración, esta literatura ha hecho esfuerzos por cuantificar las economías de aglomeración a través de patrones de localización. En esta literatura es común la hipótesis de que la localización y la conformación de conglomerados es directamente un signo de la existencia de economías de aglomeración. Es por lo anterior, que los avances de esta vertiente han girado en torno a la construcción de índices de aglomeración, en donde la variante es la incorporación o no del componente geográfico para la medición de las aglomeraciones. Un artículo destacado en este tipo de aproximación a las aglomeraciones es el de Ellison, Glaeser & Kerr (2007), quienes analizaron la prevalencia de localizaciones estilo “Silicon Valey” de industrias manufactureras en los EEUU. Estos autores concluyen que los niveles observados de concentración en la industria no son aleatorios. Para cuantificar las aglomeraciones proponen un nuevo índice de concentración que controla por las diferencias en el tamaño de las plantas y por diferencias en el tamaño de las áreas geográficas analizadas.

Por su parte, un segundo grupo de literatura intenta cuantificar las aglomeraciones a través del análisis de patrones de salarios y renta. La justificación de esta aproximación es que bajo el modelo de mercados competitivos los salarios serán igual al producto marginal del trabajo, con lo cual los mayores salarios en áreas urbanas pueden ser evidencia de mayor productividad. Wheaton & Lewis (2002) estudian la relación entre los salarios urbanos y aglomeraciones en el mercado laboral. En su análisis encuentran que trabajadores similares en el sector manufacturero ganan mejores salarios cuando se ubican en mercados laborales urbanos. Del mismo modo, una aproximación más directa a este fenómeno examina las variaciones espaciales de la renta; si las firmas están dispuestas a pagar mayor renta es porque es compensado esto por algún tipo de

ventaja productiva. Dekle & Eaton (1999) analizan la relación entre las aglomeraciones y la renta del suelo, se encuentra evidencia de este tipo de relación en particular en el sector financiero, para el sector manufacturero los efectos son menores. Mion & Naticcioni (2005), analizan la distribución espacial de los salarios en Italia utilizando datos panel. Estos autores, encuentran evidencia de ordenamiento espacial en el sentido que los mejores trabajadores se encuentran atraídos a locaciones con altas densidades y mayor acceso a servicios.

Una tercera corriente de literatura, se encuentra en trabajos empíricos enfocados a encontrar evidencia sobre los retornos locales en la productividad generados por la aglomeración. La idea de esta aproximación es estudiar los patrones de insumos/productos en el espacio y encontrar como la productividad varía en el espacio. Ciconne & Hall (1996), estudian la productividad y la densidad de la actividad económica entre estados de USA; estiman un modelo que tiene en cuenta la diversidad de servicios locales intermedios. Los autores encuentran que doblar la densidad de los trabajadores incrementa la productividad laboral en 6%. Fan & Scott (2003) exploran la aglomeración industrial y su relación con el desarrollo económico en los países menos desarrollados del este de Asia. A través de la metodología de Herfindahl, analiza la distribución de la actividad manufacturera de China. Los autores muestran que varios tipos de sectores manufactureros se caracterizan por tener una relación positiva entre aglomeración espacial y productividad.

La literatura sobre aglomeraciones urbanas es limitada para Colombia. No obstante, puede citarse el trabajo de Lee (1982) como el pionero en el estudio de las aglomeraciones en Bogotá. En este artículo se micro fundamenta la elección óptima de insumos por parte de las firmas, en donde se consideran como insumos explícitamente el tamaño de las plantas y los bienes públicos. A través del uso de una encuesta a empresas, el autor concluye que las empresas grandes, que son más orientadas a la exportación requieren espacios más grandes con tecnologías de producción modernas, estas empresas tienden a localizarse en lugares donde se puede tener mayor espacio disponible a bajo costo; por otro lado, para las pequeñas firmas el acceso a insumos es la variable más importante.

Por su parte, Enriquez & Sayago (2011) examinan los patrones de localización en las pequeñas y medianas industrias manufactureras en Bogotá. Los autores utilizan la función k de Ripley, y a través de este método encuentran evidencia de una fuerte aglomeración para las pequeñas y medianas empresas de los principales subsectores industriales de Bogotá. Siguiendo

esta línea, Gaitán (2013) analiza los patrones de localización de 19 sectores reales de la economía a través de la función k de Ripley, adicionalmente se encuentra evidencia de una relación positiva y significativa entre la distancia al centro de la aglomeración y la productividad para 14 de los sectores analizados.

Galeano (2013) propone estudiar la configuración espacial de la actividad económica para la ciudad de Medellín. La autora elabora una caracterización basada en siete actividades económicas relacionadas con la estrategia “Medellín ciudad cluster”. A través del análisis AEDE (análisis exploratorio de datos espaciales) y análisis clúster, se encuentra evidencia de estructuras espaciales definidas para las actividades económicas analizadas (una estructura poli céntrica para el sector de servicios, con dos nodos especializados).

Finalmente, Bernal (2013) identifica los atributos territoriales que podrían favorecer la localización de industrias en una aglomeración y en un sector de la ciudad de Bogotá, los resultados sugieren que puede haber diferencias espaciales en los efectos que ejercen los atributos territoriales sobre las diferentes aglomeraciones intra-urbanas.

2.2 Economías o beneficios de la aglomeración

En este punto es válido preguntarse sobre cuáles beneficios pueden generar las aglomeraciones. Al respecto, en la literatura se asocia la formación de aglomeraciones con los beneficios que las mismas traen a las empresas y a las personas, estos beneficios han sido identificados por un grupo de trabajos académicos bajo el rótulo de “economías de aglomeración” (Malberg, Solvell & Zander, 1996). Las economías de aglomeración son en esencia ventajas que resultan de la reducción de los costos de transacción, estas reducciones pueden presentarse en la disminución de los costos de transporte de bienes o la reducción en los costos de transporte de las personas (Glaeser & Gottlieb, 2009). Tal como lo afirma (Beardsell & Henderson, 1999), en una terminología más reciente estas economías se refieren a las externalidades tipo Jacobs y Marshall-Arrow-Romer. Según Puga (2009) y Fan & Scott (2003), dentro de estas teorías es posible identificar tres mecanismos que explican los beneficios de las aglomeraciones:

2.2.1 La participación, el intercambio y el emparejamiento:

En un nivel teórico, una primera explicación para la conformación de aglomeraciones se encuentra en que estas facilitan el emparejamiento. En este contexto, el emparejamiento hace referencia a las interacciones entre dos o más agentes (firmas-proveedores, compradores-vendedores, empresas-trabajadores). La intuición es que la aglomeración aumenta la calidad del emparejamiento, ya que a mayor número de agentes se incrementa la probabilidad de un emparejamiento exitoso, se reducen sus costos y se facilita el proceso de las negociaciones.

Así mismo, la conformación de aglomeraciones facilita el acceso a proveedores y fortalece los vínculos industriales. La hipótesis en este caso, es que los productores finales capturan ventajas derivadas de tener una base común de proveedores, en contraste con los bienes intermedios que son distribuidos localmente (Marshall, 1890). En este sentido, diversos análisis enfocados en la decisión de localización de nuevos establecimientos muestran que el efecto de compartir una base de proveedores es bajo en relación a otras variables explicativas como la proximidad a las zonas residenciales, la cual es una aproximación al acceso a la demanda local (Rosenthal & Strange, 2003). Así mismo, estudios aplicados al sector industrial muestran que la industria liviana obtiene más ventajas de las economías de urbanización, en contraste con la industria pesada que obtiene más ventajas de las economías de localización (Nakamura, 1985).

En la misma lógica del acceso y la participación, otra explicación para la conformación de aglomeraciones se encuentra en la naturaleza de indivisibilidad que tienen ciertos bienes públicos o infraestructura, en donde una vez se localizan en el espacio hacen que el costo por uso disminuya en las áreas adyacentes (Duranton & Puga, 2003). Martin & Rogers (1995), examinan el impacto de la infraestructura sobre la localización industrial a través de una extensión al modelo de Krugman (1991), los autores muestran a nivel teórico que las firmas con rendimientos crecientes tienden a localizarse en países con mejor infraestructura doméstica e integración de comercio, todo esto para captar ventajas de economías a escala. Así mismo, el modelo de Egger & Falkinger (2005) revela el efecto positivo de la inversión en infraestructura pública para incrementar la localización de productores de bienes intermedios, en contraparte con una reducción en las actividades de subcontratación de bienes finales a nivel internacional.

2.2.2 Desarrollo de aglomeraciones y división del trabajo:

En una escala de análisis regional, el desarrollo aglomeraciones industriales ha sido explicado por la teoría económica por el modelo de Krugman (1991), el cual expone las sinergias núcleo-periferia, y más específicamente a través de la modificación hecha por Fujita y Thisse (2002), en donde se combina el efecto de las economías de aglomeración y el crecimiento económico. A la luz de este último modelo, se concluye que en las ciudades se localizarán las industrias manufactureras, las actividades de innovación y los trabajadores más calificados, debido al tamaño de los mercados, lo que facilita la concentración de actividad económica y mayor crecimiento económico. Las firmas que operan en entornos con altas externalidades, tienen una ventaja competitiva respecto a otras firmas que se localizan en lugares con menos externalidades. En este orden de ideas, en equilibrio las firmas se ordenarán en función de sus niveles de productividad; las firmas más productivas se localizarán en áreas con altas externalidades de aglomeración y altos precios de renta del suelo, por el contrario, las firmas menos productivas se verán obligadas a operar en localizaciones con rentas más bajas. En otras palabras, la hipótesis que subyace en esta literatura es que hay estructuras de “ordenamiento” o “supervivencia del más fuerte” en la localización de las firmas en el espacio, las firmas más productivas tienden a moverse al núcleo de las ciudades y las menos productivas se mueven hacia la periferia de las mismas (Baldwin & Okubo, 2006).

Siguiendo esta lógica, pero a un nivel intra-urbano la conformación de aglomeraciones industriales con frecuencia ha sido asociada a las ventajas que tienen las empresas de localizarse en las proximidades de su fuerza de trabajo (Marshall, 1890). Existen varias ciudades en donde las aglomeraciones proveen lugares de trabajo a un mercado laboral funcional, quizás el ejemplo más emblemático es Silicon Valley que provee la oportunidad a ingenieros que buscan empleo se muden a las empresas (Fallick, B; Fleschman, A & Rebitzer, J. 2005). Por su parte, Overman & Puga (2008) tras examinar este fenómeno empíricamente, encuentran que los establecimientos con mayor volatilidad en su personal son aquellos que espacialmente se encuentran más concentrados; sin embargo, las reservas en el mercado laboral pueden funcionar entre sectores (Ellison et al, 2010).

A pesar de que el canal de formación de las aglomeraciones pueda ser múltiple, Lloyd & Dicken (1977) señalan que hay dos tipos distintos de aglomeraciones que deben considerarse. Un primer tipo, está conformado por las aglomeraciones de firmas que aprovechan su

localización para mejorar la escala de su operación y un segundo tipo que se compone de las aglomeraciones de firmas semejantes (Ej: Silicon Valley, Hollywoods industriales, distritos de innovación, etc). En este último tipo de aglomeraciones se aprovecha la fuerza de trabajo especializada y con frecuencia su nacimiento es atribuido a decisiones de planeamiento urbano o regional. Un aspecto interesante de estas aglomeraciones, es que y tienden a generar un factor de histórico de inercia en el espacio el cual se explica en parte porque dado que el equipo de capital de las firmas es relativamente inmóvil, es más barato expandir la capacidad industrial en un sitio existente en lugar de construir una nueva planta en una nueva locación (Estall & Buchanan, 1970).

2.2.3 Aprendizaje y conocimiento

Por su parte, un tercer grupo de beneficios de las aglomeraciones se encuentra en que estas pueden generar efectos de desbordamiento en el conocimiento, es decir, pueden promover la adopción de nuevas tecnologías y mejores prácticas de negocios que pueden llevar a las firmas aglomeradas a mejorar su función de producción (Puga, 2009; Krugman, 1991). Así la aglomeración de firmas similares surge de la necesidad de tener contactos para la creación de nuevos conocimientos, transmisión de ideas y la difusión de la información, nuevamente quizás el ejemplo más emblemático de la localización de este tipo de beneficios es Silicon Valley el cual es un conglomerado geográfico de empresas de alta tecnología y a la vez un centro de información (Glaeser & Gottlieb, 2009; Freeman, 1991).

Duranton & Puga (2001) sugieren que las ciudades son una especie de viveros donde se cultivan nuevas ideas, sin embargo, las firmas más maduras con frecuencia se relocalizan fuera de las ciudades para bajar sus costos de producción en localizaciones no urbanas. Un ejemplo de lo anterior, se puede evidenciar en la Ford Motor Company que inicialmente se encontraba en el centro de Detroit y para reducir sus costos posteriormente se desplazó en las cercanías de Dearborn Michigan. A pesar de que la difusión del conocimiento es un posible beneficio de las aglomeraciones, en la literatura más reciente se ha empezado a evidenciar que la proximidad y las tecnologías de la información pueden llegar a ser sustitutos en la formación de relaciones entre firmas (Glaeser & Gottlieb, 2009).

3. Metodología

Como pudo evidenciarse en la revisión de literatura, en síntesis, en el grueso de artículos sobre aglomeraciones y economías de aglomeración se acepta la existencia de beneficios de la concentración de actividad económica como dados, los cuales se producen cuando la productividad o la eficiencia aumentan con la densidad. Ahora bien, cuantificar la magnitud de dichos beneficios en los trabajos aplicados ha planteado problemáticas relativas a la elección de la metodología y la métrica adecuada de eficiencia técnica. Por lo anterior, en este artículo se plantea unir al debate sobre beneficios de las aglomeraciones los desarrollos en el campo de *Análisis de Frontera Estocástica de Producción (FEP)*, metodología con la cual es posible evaluar los posibles beneficios de las aglomeraciones a través de índices de eficiencia técnica. Esta aproximación según la revisión de literatura realizada, no ha sido abordada por la literatura hasta el momento y constituye uno de las principales contribuciones de este artículo.

Siguiendo esta lógica, cuantificar el beneficio de las aglomeraciones a una escala intra urbana como Bogotá D.C, plantea dos preguntas fundamentales: i) ¿en dónde se encuentran las aglomeraciones empresariales en la ciudad?, y ii) ¿Existe algún beneficio cuantificable de las aglomeraciones urbanas?. En este orden de ideas, para resolver la primera pregunta se propone la metodología de estimación de la función G^* -Gettis Ord para establecer la localización de las aglomeraciones en la ciudad. En segundo lugar, se propone el uso de la metodología de Frontera Estocástica de Producción - FEP para cuantificar las posibles ventajas de las aglomeraciones, las cuales pueden estar expresadas en mayores niveles de eficiencia técnica.

3.1 Análisis espacial: función G_i^* - Gettis & Ord

Existen diversas metodologías para cuantificar e identificar la presencia de aglomeraciones en el espacio, su diferencia radica en la incorporación o no del factor geográfico. Como lo indica Galeano (2013), dentro de las metodologías que no incluyen el factor geográfico se encuentran: el coeficiente de localización (LQ), el índice de Herfindahl y Hirschman, el índice de Ellison y Glaeser y la ley de Pearson. Por su parte, dentro de las metodologías que incorporan el componente geográfico se destacan: los índices de C de Gearly, la función de K-Ripley, distancias euclideas de Duranton y Overman, I de Moran y el test local de LISA de Anselin y la estadística G_i^* de Gettys-Ord.

Una característica común de los métodos que incorporan el componente geográfico es que son aplicados globalmente a toda un área de estudio, permitiendo dar mayor peso a los patrones locales del fenómeno que se está estudiando. Siguiendo a Getis & Ord (1992), la función G_i^* es una estadística que mide el grado de asociación que resulta de la concentración de áreas ponderadas dentro de un radio de distancia (d) desde el punto de origen. En otras palabras, la estadística mide la concentración o falta de concentración de la suma de valores asociados a la variable X en la región de estudio. Matemáticamente, la estadística toma la siguiente expresión:

$$G_i(d) = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}(d)x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (1)$$

Nota: En el Anexo 1 se detalla las propiedades de la función G, su valor esperado y varianza.

El cálculo de la función en (1) parte de la división del área de interés en (n) regiones ($i=1, \dots, n$), en donde cada región (i) tiene asociado un valor de (X) que con frecuencia es la sumatoria de eventos dentro de la región, d denota la distancia entre las observaciones localizadas en el lugar i y el lugar j, w_{ij} es un ponderador espacial que indica la relación de vecindad entre la unidad i y la unidad j.

Ahora bien, en este contexto la hipótesis nula (H_0) que contrasta la estadística es que el conjunto de los valores (x) dentro de una distancia (d) al interior de una región (i), es una muestra aleatoria sin reemplazo del conjunto de todos los valores de (x). Asumiendo que $G_i^*(d)$ se distribuye aproximadamente normal, es posible generar un estadístico de prueba o una puntuación (Z_i) que se distribuye normal estándar a partir de la función G:

$$Z_i = \frac{\{G_i(d) - E[G_i(d)]\}}{\sqrt{Var(G_i(d))}} \quad (2)$$

Valores de puntuación Z altos, están asociados a valores altos en X (específicamente valores sobre la media de X) dentro del radio de distancia (d) para la región i. Por el contrario, los valores bajos o negativos de Z se encuentran asociados a niveles bajos en X dentro del mismo radio de distancia (d) en la región i. Es importante denotar que las puntuaciones Z se encuentran vinculadas a valores p, sobre rechazar o no la hipótesis nula de (aleatoriedad de los eventos X en el espacio). Por lo cual se puede afirmar, que entre más alta sea la puntuación Z más intenso será

el conglomerado de eventos en el espacio y la probabilidad de rechazar esta hipótesis nula tenderá a cero.

3.2 Análisis de frontera estocástica de producción (FEP)

A través de los esfuerzos que se han hecho en el campo del estudio de las economías de aglomeración, existe cierto consenso que las economías de aglomeración se manifiestan a través de mayores niveles de productividad asociados a la alta densidad. A pesar de que no existe una medida globalmente aceptada de los beneficios de las aglomeraciones, la literatura sobre eficiencia económica provee estudios que se enfocan en medir la eficiencia como un proxy de productividad. Una de las principales razones para cuantificar la eficiencia, es que se supone que sus determinantes son aquellos que teóricamente se encuentran asociados a incremento en la productividad de las firmas.

Existen diversas maneras para medir la eficiencia, no obstante, las diferencias metodológicas esencialmente radican en la forma en cómo es determinada la frontera eficiente. Al respecto, hay dos aproximaciones comúnmente utilizadas para determinar dicha frontera: las técnicas no paramétricas y las técnicas paramétricas. Dentro de los métodos cuantitativos más frecuentemente utilizados para la medición de la eficiencia se encuentra el análisis no paramétrico denominado análisis de envolvente de datos (DEA) y por el lado paramétrico se encuentra el análisis de frontera estocástica de producción (FEP). La metodología (FEP) tiene como principal ventaja sobre el (DEA) que contempla que las firmas pueden estar por debajo de la frontera eficiente no solo por ineficiencia técnica, sino por factores externos a las firmas que pueden incidir en la eficiencia (Sharif & Dar (1996), Moya, Gomez & Osorio (2010)). Adicionalmente, esta metodología tiene como base los principios microeconómicos de la teoría del productor, y a partir de ella es posible estimar una medida de eficiencia técnica en la producción o en los costos de las unidades productivas (Melo, Ramos & Hernández (2014)).

En términos metodológicos, para el presente artículo se propone la estimación de dos modelos de (FEP) que parten de la especificación original planteada por Stevenson (1980) & Coelli (2005), e incluyen el efecto de variables de entorno y atributos propios de la firma en el cálculo de la frontera estocástica basados en Quintero et al (2008) y Melo et al (2014).

El primer modelo, supone una relación lineal entre un vector de variables de insumos sobre el producto sin tener en cuenta el efecto del entorno u otros controles que pueden explicar la frontera de producción eficiente. Este modelo se expresa mediante la siguiente forma funcional:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^k \beta_k \ln X_{k,i} + v_i - u_i \quad (3)$$

$$\text{Donde: } v_i \sim iidN(0, \sigma_v^2)$$

$$u_i \sim iidN^T(\mu, \sigma_u^2)$$

El segundo modelo, supone que las variables de entorno y controles de atributos de las empresas afectan directamente la frontera de producción, por lo cual toma la siguiente forma funcional:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^k \beta_k \ln X_{k,i} + \sum_{j=1}^M \theta_j \ln Z_{j,i} + v_i - u_i \quad (4)$$

$$\text{Donde: } v_i \sim iidN(0, \sigma_v^2)$$

$$u_i \sim iidN^T(\mu, \sigma_u^2)$$

El modelo presente en las ecuaciones (3) y (4) se denomina *FPE - Normal de Media Truncada* dado que incluye un término de error v_i que se distribuye i.i.d normal con media cero y varianza σ_v^2 , e incluye un término de error u_i que se distribuye i.i.d normal truncada con un parámetro de escala μ y varianza σ_u^2 (Para más detalles revisar - *Anexos 2 al 5*).

En ambos modelos, (Y_i) representa el logaritmo de la sumatoria de los ingresos operacionales y la variación de los inventarios de productos terminados medidos en miles de pesos. Esta variable proviene del balance general registrado en SIREM para el año 2015.

Por su parte $(X_{k,i})$ hace referencia al vector de insumos, el cual dado que se asume una función de producción tipo Cobb-Douglas corresponde al logaritmo de variables proxy del capital y trabajo empleados por las firmas para lograr un nivel de producción dado. De manera puntual, se propone como variable proxy del capital (K1) a la sumatoria en miles de pesos de los (Activos totales) registrados en el balance general del SIREM para las empresas objeto del análisis. Así mismo, el insumo trabajo se medirá utilizando como variable el número de empleados (L1) consignados en el sistema RUES de Confecamaras.

Finalmente, se propone el uso de un vector de variables de atributos de las empresas y del entorno ($Z_{k,i}$) para estimar el modelo de la ecuación (4). Respecto a atributos de las empresas, se propone utilizar la variable ($Z1 - Antigüedad$) que es el cálculo de la longevidad de la empresa medida a través de la fecha de inicio de su matrícula mercantil. Así mismo, en este grupo se encuentra la variable ($Z2 - Área m2 del predio de la empresa$), que es el área en m2 construidos que ocupa la empresa. Por su parte, en relación a las variables de entorno se plantea incorporar la variable ($Z3 - Grado de Aglomeración$), que es una métrica que se deriva de la metodología planteada en la sección 3.1 y relaciona el grado de aglomeración empresarial de la manzana donde se ubica la empresa. Así mismo, se utilizará el conjunto de variables ($Z4$) que hacen referencia a la distancia lineal mínima desde el predio donde se ubican las empresas respecto a diversos tipos de puntos de referencia en la ciudad (ríos y canales, cuerpos de agua, estaciones de Transmilenio, parques de bolsillo, parques vecinales, EPS, consultorios médicos, colegios e instituciones de educación superior).

Por otro lado, retomando las ecuaciones (3 y 4) y bajo la lógica de que el término u_i captura la ineficiencia propia de cada firma, a través del modelo de (FEP) es posible cuantificar los efectos de ineficiencia técnica por medio del radio entre el producto observado y el producto de la frontera estocástica. En particular, este radio toma el nombre de Eficiencia Técnica (ET) y toma la siguiente expresión matemática:

$$ET_i = \frac{q_i}{\exp(x_i'\beta + v_i)} = \frac{\exp(x_i'\beta + v_i - u_i)}{\exp(x_i'\beta + v_i)} = \exp(-u_i) * 100 \quad (5)$$

La eficiencia técnica (ET) es una métrica que se encuentra entre 0 y 100, y mide el producto de la firma (i) en relación a la firma más eficiente que tiene el mismo vector de insumos. En otras palabras, las firmas con niveles de eficiencia técnica cercanos a 100 corresponderán a las firmas más eficientes y las cercanas a 0 representarán a las firmas más ineficientes. La importancia de este índice, es que permite derivar lineamientos de política para mejorar el posible uso de los factores productivos (Kalirajan y Shand (1999)).

4. Datos

Como se anticipó en la revisión de literatura, el grueso de investigaciones sobre efectos de las economías de aglomeración empresarial parten del uso de información georreferenciada de las firmas. Para la elaboración de este artículo se construyeron dos bases de datos: la primera, para obtener la delimitación de las zonas de aglomeraciones empresariales, de aquí en adelante *conjunto de datos 1*, y una segunda base de datos con información más detallada de variables sobre insumos y productos de las de las firmas, así como de atributos del entorno de las mismas, la cual se utilizó para estimar los modelos de frontera estocástica de producción FEP y referenciaré como *conjunto de datos 2*. La construcción de las bases de datos contó con información procedente de Confecamaras, la Superintendencia de Sociedades, la Unidad Especial de Catastro Distrital-UAECD y la Infraestructura Distrital de Datos Espaciales-IDECA.

4.1 Datos para la identificación de aglomeraciones intra-urbanas

En primer lugar, para la determinación de las zonas de aglomeraciones intra-urbanas se utilizó información de 597.391 empresas registradas en Confecamaras en la ciudad de Bogotá para el año 2014. A través del uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica-GIS, fue posible obtener la georreferenciación de 485.731 empresas (81.3% del universo) que además de cumplir como criterio tener la matrícula mercantil activa, contaban con direcciones válidas referenciables. Sobre este universo de empresas, se utilizó la tabla de códigos CIU del Anexo (6) para clasificarlas en los sectores de Comercio, Industria y Servicios. En el Anexo (7) se presenta una descripción del universo total de empresas con matrículas mercantiles vigentes para el año 2014, sobre los cuales en efecto se calculó el modelo de identificación de aglomeraciones intra-urbanas propuesto en la Sección 3.1

4.2 Datos utilizados para modelos de frontera estocástica de producción

Ahora bien, dado que la base de datos descrita en la Sección 4.1 carecía de atributos o variables propias de la actividad de las empresas, a través de cruces entre códigos de Matrícula Mercantil y códigos NIT se construyó una muestra de 3.995 empresas⁵ (*Conjunto de datos 2*) con información proveniente de la Superintendencia de Sociedades (SIREM, 2014)⁶, la base predial de Bogotá de 2014 y de la Infraestructura Distrital de Datos Espaciales – IDECA del año 2016. Lo anterior significó una reducción considerable en el universo de firmas para el análisis, con la ventaja de agregar variables relativas a la producción e insumos provenientes de estados financieros como es el balance general, el estado de resultados, el flujo de efectivo; así como variables de atributos de los predios y el entorno que tienen las firmas según su localización.

En términos generales, la muestra de empresas denominada *Conjunto de datos 2* está compuesta en su mayoría por empresas con organización jurídica de *Sociedades por Acciones Simples (SAS)* con una participación de 50.8%, seguido de *Sociedades Limitadas* y *Sociedades Anónimas* con una participación de 23% y 19,6% respectivamente. A nivel sectorial, esta muestra estuvo constituida por un 48% de empresas del sector de servicios, 27,2% del sector industrial y 24,8% del sector comercial. En la *Tabla 2* se presentan las principales estadísticas descriptivas de esta muestra de empresas.

5 El criterio seleccionar las firmas respondió a la disponibilidad de la información en las variables objeto del análisis, en particular: i) empresas que registraron sus estados financieros en la Supersociedades en el año 2015, ii) empresas con CIU dentro de los referenciados en el Anexo 5, iii) empresas que reportaron el número de personas empleadas a la Supersociedades y iv) empresas con información de activos e ingresos operacionales

6 Según el Decreto 4350 de 2006, son sometidas a la vigilancia de la Supersociedades, las sociedades mercantiles y las empresas unipersonales que cuenten con activos o ingresos totales superior al equivalente 30.000 SMMLV y que no estén sujetas de vigilancia por otra Superintendencia.

Tabla 2: Estadísticas descriptivas conjunto de datos 2 - Total empresas (n): 3.995

Variables continuas							
	Variable	Media	Desv. Estandar	Min	Max	Mediana	Definición y fuente
Productos / Insumos	Ingresos operacionales (Y1)	7.478.578	13.153.154	6.038	391.765.558	3.400.235	Sumatoria ingresos operacionales y aumento de inventarios (Cifras en miles de pesos), Sirem-2015
	Activos totales (K1)	9.016.257	13.353.894	39.626	178.321.154	4.571.339	Sumatoria de los activos totales (Cifras en miles de pesos), Sirem-2015
	Número de empleados (L1)	43	120	1	2.225	14	Total de empleados registrados en RUES, Confecamaras - 2014
Atributos empresa	Año matrícula mercantil	1999	10	1972	2014	2001	Año conformación matrícula mercantil, Confecamaras 2014
	Antigüedad	14,9	10,5	0	42	13	Antigüedad de la sociedad (Año 2014-Año conformación), Confecamaras-2014
	Número de sucursales	1,0	0,0	1	1	1	Número de sedes (Cantidad establecimientos+1), Confecamaras-2014
	Área construída del predio de la empresa	3.553	78.636	4	2.209.553	221	Base predial de Bogotá, UAECED-2014
	Grado de aglomeración	6,75	8,37	3,03	46,00	3,46	Puntaje Z función G*-Gettis & Ord, Cálculos propios basados en Confecamaras 2014
	Distancia a Ríos y Canales	1.314	678	-	3.793	1.272	Distancia al río o canal más cercano (metros lineales), IDECA-2016
	Distancia a Cuerpos de Agua	2.433	1.156	158	6.438	2.464	Distancia al cuerpo de agua más cercano (metros lineales), IDECA-2016
Variables entorno	Distancia a Estaciones Transmilenio	911	776	-	6.381	669	Distancia a la estación de transmilenio más cercana (metros lineales), IDECA-2016
	Distancia a Parques Bolsillo	418	265	-	2.748	373	Distancia a la estación de transmilenio más cercana (metros lineales), IDECA-2016
	Distancia a Parques Vecinales	195	114	-	892	178	Distancia a la estación de transmilenio más cercana (metros lineales), IDECA-2016
	Distancia a EPS	1.278	1.329	-	13.033	804	Distancia a la estación de transmilenio más cercana (metros lineales), IDECA-2016
	Distancia a Consultorios	150	234	-	4.518	158	Distancia a la estación de transmilenio más cercana (metros lineales), IDECA-2016
	Distancia a colegios en concesion	6.514	2.202	223	9.829	7.252	Distancia a la estación de transmilenio más cercana (metros lineales), IDECA-2016
	Distancia a Instituciones Educ Superior	894	852	-	8.457	651	Distancia a la estación de transmilenio más cercana (metros lineales), IDECA-2016
Variables categóricas							
Variable	Categoría	%	n				
Organización jurídica	Sociedad anonima	19,6%	783	Tipo de organización jurídica			
	Sociedad limitada	23,0%	919				
	SAS	50,8%	2.030				
	Otras*	6,6%	263				
Sector	Comercio	24,8%	989	Sectores económicos clasificados a partir del código CIU a cuatro dígitos			
	Industria	27,2%	1.087				
	Servicios	48,0%	1.919				

Fuente: Elaboración del autor basado en Confecamaras-2014, SuperSociedades-2015, IDECA-2016.

*Otras: Sociedad extranjera, sociedad en comandita simple, sociedad en comandita por acciones, empresa unipersonal

Por su parte, respecto a las variables de producción, insumos y entorno se tienen las siguientes estadísticas descriptivas. En primer lugar, las empresas de esta muestra tienen un nivel de *ingresos operacionales* (Y1) promedio de 7.478 millones de pesos, un promedio de *activos totales* (K1) de 9.016 millones de pesos y 43 *empleados* (L1). En segundo lugar, respecto a los atributos de la empresa se encuentra que estas firmas tienen una antigüedad de 14.9 años, pues en promedio el año del inicio de sus matrículas mercantil datan del año 1.999⁷. En tercer lugar, las empresas que conforman la muestra se encuentran localizadas en predios con áreas promedio de 3.553 m².

Finalmente, respecto a las variables de entorno se incluyó la variable *Grado de Aglomeración* que corresponde a la puntuación Z de la estimación de la función G* en el cuadrante donde se localiza cada firma, esta puntuación tiene un promedio de 6.75 y revela que la mayoría de empresas en la muestra se encuentran en zonas aglomeradas⁸. Así mismo, otro conjunto de variables de entorno fueron incluidas y su medición se basó en la distancia lineal que hay desde cada empresa a varios puntos de referencia; de esta manera se encuentra que las empresas de la muestra están en promedio a 1.314 metros de *ríos y canales*, 2.433 metros de *cuerpos de agua*, 911 metros de *estaciones de Trasmilenio*, 418 metros de *parques de bolsillo*, 195 metros a *parques vecinales*, 1.278 metros a *EPS*, 150 metros a *consultorios*, 6.514 metros a *colegios de concesión* y 894 metros a *instituciones de educación superior*.

5. Resultados

5.1. Identificación de aglomeraciones urbanas en Bogotá D.C

Utilizando la base de datos *Conjunto de datos 1*, se estimó la función G* de Gettis Ord (*Ecuación 1*). Como pudo apreciarse en la sección de metodología, la estimación de esta función requiere la definición de una unidad geográfica tipo polígono y la selección de una variable de interés para poder computar la función. En el caso concreto de este artículo, se propone como unidad geográfica la división de la superficie del perímetro

⁷ La muestra solo incluye empresas con una sucursal. La razón es que las empresas con más de una sede pues registraban direcciones de su casa matriz, pero en sus balances agregaban la información de todos sus establecimientos, con lo cual estas observaciones podrían no reflejar el comportamiento en el espacio del uso de insumos y productos

⁸ Se brindará más información sobre esta variable en la sección 5.1 del artículo.

urbano de la ciudad en 42.634 polígonos de 1.000 metros cuadrados; la justificación de este tamaño viene dada en que es aproximadamente el tamaño de una manzana en la ciudad. En este caso, la variable de interés es la sumatoria de empresas localizadas en cada polígono. En el (*Anexo 8*), se presenta un ejemplo de la sobreposición de los polígonos y puntos georeferenciados de localización de las empresas.

En este orden de ideas, se estimó la función G^* de Gettis ord para los sectores de industria, servicios y comercio; los resultados de la puntuación Z (*Ecuación 2*) se presentan en los mapas del (*Anexo 9*). Se tomó como criterio para la definición de una aglomeración un estadístico Z superior a 1.65, lo cual garantiza rechazar la hipótesis nula de aleatoriedad en la localización de las firmas con un 95% de confianza. Lo anterior quiere decir, que las zonas o polígonos en donde hay evidencia estadística significativa de aglomeración de empresas serán catalogadas como “hot spot” según la metodología.

De manera más concreta, se encuentra evidencia de la existencia de 80 aglomeraciones de empresas cuya actividad pertenece a alguno de los tres sectores enunciados anteriormente. El área de la ciudad que contiene algún tipo de aglomeración asciende a 91'509.960 m²⁹, lo cual representa el 22.1% del área total del perímetro urbano de la ciudad. A nivel sectorial, las aglomeraciones ocupan un área de 63'445.466 m² para la industria (15.3%), 44'550.517 m² para servicios (10.8%) y 22'249.777 m² en el sector comercial (5.4%). Por su parte, la participación de empresas que se encuentran en zonas de aglomeración también muestra diferencias a nivel sectorial; para el caso de la industria el 49.2% de las empresas se encuentran aglomeradas, en servicios el porcentaje asciende a 39.6% y en el sector comercial el porcentaje se ubica en 26.4% siendo el sector con menor concentración en las zonas catalogadas como aglomeración (Tabla 3).

⁹ Esta área resulta de hacer la unión del área marcada como aglomeración de los mapas referenciados en el anexo (9)

Tabla 3: Resumen resultados identificación aglomeraciones en la ciudad de Bogotá D.C

Sector	Número Aglomeraciones	Área aglomeraciones (m2)	% Área		Empresas		
			Aglomeraciones respecto a la ciudad*	Empresas Aglomeradas	%	Empresas no aglomeradas	%
Industria	28	63.445.466	15,30%	38.786	49.2%	40.011	50.8%
Servicios	31	44.550.517	10,80%	79.575	39.6%	121.529	60.4%
Comercio	21	22.249.777	5,40%	52.565	26.4%	146.702	73.6%
Total	80	91.509.960**	22,1%**	170.926	35.7%	308.242	64.3%

Fuente: Confecamaras-2014, cálculos del autor.

Notas: * El área total de la ciudad corresponde a 413.768.363 m2

** El cálculo hace referencia al área que es aglomeración para alguno de los sectores industria, servicios y comercio.

*** El total de empresas difiere a los reportados en el Anexo 7 porque algunas firmas se ubican en la periferia del perímetro urbano de la ciudad. En este cruce se perdieron 6.563 empresas (1.3% del universo total).

En el (*Mapa 1 - Anexo 9*) se muestra el cálculo de la función G^* para el sector industrial, el cual es el sector que exhibe mayor dispersión de aglomeraciones en la superficie de la ciudad. En particular, puede observarse una gran aglomeración industrial alrededor de la Calle 13, Puente Aranda y la zona de Montevideo. Así mismo, puede comprobarse la existencia de una segunda gran aglomeración situada alrededor de la calle 80 con especiales concentraciones en el sector del siete de agosto y la calle 72. Adicionalmente, pueden comprobarse pequeñas concentraciones industriales en la zona del aeropuerto, Prado Veraniego y Toberín.

Por su parte, el cálculo de la función G_i^* sobre los establecimientos de servicios en la ciudad muestran una gran aglomeración alrededor de la avenida caracas entre el centro histórico y la Calle 100. Así mismo, puede comprobarse una concentración importante en la localidad de Usaquén sobre la Calle 127. De manera particular, hay pequeñas

concentraciones de servicios ubicadas en la localidad de suba y en la Calle 80 (*Mapa 2 – Anexo 9*).

La estimación de la función G_i^* para el sector de comercio al por mayor y por menor muestra un comportamiento diferencial en comparación a los previamente analizados. La razón de lo anterior está en que este sector carece de zonas clasificadas como “Cold Spot”, a la luz de la información esto quiere decir que en todos los polígonos de la ciudad es posible encontrar presencia y conteos de establecimientos comerciales relativamente homogéneos entre las zonas de la ciudad. A pesar de lo anterior, se evidencian dos zonas especialmente grandes donde se concentra esta actividad. La primera, en el centro histórico de la ciudad especialmente en la zona de San Victorino. Por su parte, hay una segunda aglomeración de comercio importante en la zona de Chapinero. Finalmente, un patrón importante de la configuración de las aglomeraciones de comercio es que hay varias aglomeraciones pequeñas alrededor de la Calle 80, en los alrededores de la Calle 13 y en la Avenida Américas (*Mapa 3 – Anexo 9*).

5.2. Estimación de modelos de frontera estocástica de producción

En esta sección, se presentan los resultados de la estimación de los modelos de FPE planteados en las ecuaciones (3) y (4) de la Sección 3.2. De manera particular, se estimaron los modelos discriminando por sectores (comercio, industria y servicios), es decir, se estimó un modelo por cada sector para poder calcular de manera individual la frontera estocástica de producción. Adicionalmente, se estimó un modelo base a través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), para poder tener un comparativo de los coeficientes estimados a través de las diferentes especificaciones. La intuición detrás de estimar una frontera estocástica de producción, es que se esta frontera reflejará a aquellas empresas de la muestra que con diversas combinaciones de insumos logran alcanzar el máximo producto. Esto resulta interesante porque puede surgir como fuente de ineficiencia la posibilidad de usar más insumos de los necesarios para alcanzar un nivel dado de producción. Los resultados se presentan en la Tabla 4:

Tabla 4: Resultado de modelos de frontera estocástica de producción (FEP)

Variable dependiente (Y1: Ingresos operacionales)	Industria			Comercio			Servicios		
	Modelo 1 (MCO)	Modelo 2 FEP	Modelo 3 FEP con entorno	Modelo 1 (MCO)	Modelo 2 FEP	Modelo 3 FEP con entorno	Modelo 1 (MCO)	Modelo 2 FEP	Modelo 3 FEP con entorno
Variables independientes	Coficiente	Coficiente	Coficiente	Coficiente	Coficiente	Coficiente	Coficiente	Coficiente	Coficiente
Variables de insumos (Xi)									
Constante	6,017**	5,031**	5,699**	4,985**	4,871**	5,158**	8,163**	8,376**	8,791**
ln K (logaritmo natural activos totales)	0,501**	0,636**	0,637**	0,610**	0,661**	0,671**	0,292**	0,327**	0,332**
ln L (logaritmo natural número de empleados)	0,470**	0,323**	0,347**	0,428**	0,350**	0,357**	0,734**	0,680**	0,684**
Controles de entorno y atributos empresa (Zi)									
ln_Antigüedad			-0,180**			-0,982**			-0,120**
Zscore_Grado Aglomeración			0,005			0,010*			0,0096**
ln_AreaConstruida			-0,011**			-0,041**			-0,0115**
Dist_RiosCanales			-0,000136**			-0,0000300			-0,000026
Dist_CuerposAgua			-0,0000186			-0,0000002			-0,000065**
Dist_EstacionesTransmilenio			0,0000430			-0,0000831**			-0,0000002
Dist_ParquesBolsillo			-0,0000686			-0,0002162**			0,00015*
Dist_ParquesVecinales			0,0000289			-0,0002742*			-0,00353**
Dist_EPS			-0,0000187			0,0000527**			-0,00002
Dist_Consultorios			-0,0000344			0,002341**			-0,0000002
Dist_Colegios			-0,0000196			0,0000146			-0,0000001
Dist_Universidades			0,0000423			0,0000241			-0,0000406
Parámetros del modelo									
Mu		-933,324	-874,301		-633,670	-640,885		-865,685	-872,638
U Sigma		6,430**	6,301**		5,659	5,681**		6,280**	6,297**
V Sigma		-1,290**	-1,313**		-1,440**	-1,606**		-0,561**	-0,622**
Sigma U		24,914	23,350		16,935	17,130		23,115	23,301
Sigma V		0,524**	0,518**		0,486**	0,447**		0,755**	0,732**
Lamda		47,498*	45,025**		34,807	38,240**		30,610**	31,807*
R Cuadrado Ajustado	0,567			0,6553			0,6109		
Log-Verosimilitud		-1300,6506	-1245,8245		-974,5274	-912,1547		-2640,9545	-2556,9207
Observaciones (n)	1087	1087	1075	989	989	970	1919	1919	1881
Ho: No hay componente de ineficiencia (Z)		-8,927**	-8,408**		-8,071**	-9,308**		-8,008**	-8,515**

Nota: (**) variables significativas al 5%, (*) variables significativas al 10%

Fuente: Elaboración del autor basado en Confecamaras-2014, SuperSociedades-2015, IDECA-2016.

En la Tabla 4, se observa que los coeficientes asociados a los insumos tienen los signos esperados, la sumatoria de ambos se aproxima a uno reflejando que son semi-elasticidades de insumos-producto y en todos los modelos propuestos son significativos al 5% (Modelo 1, 2 y 3). De manera particular, para los sectores de industria y comercio puede apreciarse que la magnitud del coeficiente asociado al factor capital (K1) supera al coeficiente asociado al factor trabajo (L1), para el sector de servicios ocurre lo contrario, pues el coeficiente asociado al trabajo (L1) aproximadamente es el doble del estimado para el factor capital (K1), reflejando mayor importancia de este insumo para este sector puntual.

Los coeficientes de las variables de entorno y de atributos de las empresas muestran un comportamiento diferencial entre sectores (Modelo 3). La variable ($Z1 - Antigüedad$), tiene un signo negativo y resulta significativa para los tres sectores analizados, lo cual muestra que las firmas con mayor permanencia en el mercado tienden a tener menores niveles de ingresos operacionales en promedio. La magnitud de este signo negativo es particularmente alta en el sector comercial, es posible que esto se encuentre asociado al ciclo de vida en el comercio en donde si bien hay zonas con un factor histórico de inercia y trayectoria, algunos establecimientos nuevos e innovadores en el mercado pueden en sus primeros años tener ingresos operacionales y después esto se normaliza por la entrada de competidores.

Por su parte, la variable ($Z2 - Área m^2 del predio de la empresa$) tiene un signo negativo y significativo para los sectores analizados, evidenciando que las empresas de estos sectores que se ubican en predios de mayores áreas tienden a tener menores niveles de ingresos operacionales, lo cual puede estar asociado al mayor nivel de renta que deben asumir en su proceso productivo. Así mismo, la variable ($Z3 - Grado de aglomeración$) resulta positiva y significativa para los sectores de comercio y servicios; en este caso su interpretación indica que por cada punto adicional en la puntuación Z de grado de aglomeración, los ingresos operacionales se incrementan en aproximadamente en un punto (1% en comercio y 0,96% en servicios); esto quiere decir, que en una zona

altamente aglomerada ($Z > 6.58$) el nivel de ingresos operacionales sería 6.58% y 6.31% superior al de una zona sin aglomeración.

Ahora bien, respecto a las demás variables de entorno medidas a través del conjunto de distancias (Z_4) también evidencian comportamientos heterogéneos entre sectores (Modelo 3). Para el sector industrial, la cercanía a *Ríos y Canales* tiene un comportamiento positivo respecto a los niveles de producción (Y_1), al parecer las empresas localizadas cerca de los ríos obtienen ventajas de esta localización representadas en mayores niveles de ingresos operacionales. En el sector comercial, resulta significativa la distancia respecto a las *estaciones de transmilenio, parques de bolsillo, EPS y consultorios médicos*. Los coeficientes evidencian que la cercanía a infraestructura de transporte y parques tienen efectos positivos sobre el nivel de producto (Y_1), lo cual presenta el signo esperado dado que estas variables estarían aproximando el acceso a demanda para el sector comercial. De manera contraria, la cercanía a EPS y consultorios se encuentra relacionada a menores niveles de ingresos operacionales (Y_1) para el sector comercial.

Finalmente, para el sector de servicios aparecen significativas las distancias respecto a parques de bolsillo, parques vecinales y cuerpos de agua. Según los resultados del (Modelo 3), a mayor cercanía a parques de bolsillo las empresas de servicios obtienen menores niveles de ingresos; por su parte, la mayor distancia a cuerpos de agua y parques vecinales aparecen relacionadas con mayores niveles de ingresos operacionales para las empresas del sector de servicios.

El análisis de la varianza del componente de ineficiencia (ΣU) y la varianza relacionada con el componente aleatorio (ΣV), sugiere que el error compuesto se debe en una mayor medida a la ineficiencia productiva en cada sector y no a efectos aleatorios del ruido. Como evidencia de lo anterior se tiene que para los tres sectores la razón de eficiencia ($\text{Lamda} = \Sigma U / \Sigma V$) es superior a 1, por lo cual las pruebas de significancia del componente de ineficiencia también aparecen significativas.

De manera complementaria al análisis de las varianzas ΣU y ΣV , se calculó el test de razón de verosimilitud para determinar si la inclusión de los factores

adicionales en el modelo 3 efectivamente afectan los niveles de producción en comparación con los insumos utilizados en la especificación del modelo 2. Los resultados de la prueba para los tres sectores rechazan la hipótesis nula, lo cual indica que el entorno en el cual operan las firmas y los controles adicionales sobre la función de producción influyen el nivel de desempeño de las firmas (Tabla 5)

Tabla 5: Prueba de razón de máxima verosimilitud

Sector (Modelo 2 vs Modelo 3)	Grados de libertad	Chi 2	P-Valor	Ho: Variables de atributos de las empresas y de entorno no afectan los niveles de producción
Comercio	12	43,49	0	Decisión: Rechazar Ho
Industria	12	76,51	0	Decisión: Rechazar Ho
Servicios	12	54,57	0	Decisión: Rechazar Ho

Fuente: Elaboración propia

4.4. Índice de eficiencia técnica

Tomando como referencia los modelos 2 y 3 de la *Tabla 4*, se elaboró el cálculo de la eficiencia técnica (*Ecuación 5*) para los tres sectores analizados previamente. En términos generales, las eficiencias técnicas del modelo 2 son netas de la influencia de atributos de las empresas y de entorno, con lo cual estarían midiendo la eficiencia suponiendo que todas las firmas operan bajo condiciones similares. Por el contrario, en el modelo 3 estos factores afectan directamente la función de producción y permite que las firmas con mejores atributos particulares o mejor localizadas respecto a ciertos puntos de referencia obtengan ventajas reflejadas en mayores niveles de producto.

Tabla 6: Estadísticos descriptivos índices eficiencia técnica (ET)

	Modelo 2 (FEP)				Modelo 3 (FEP con controles)			
	Media	Desv. Est	Min	Max	Media	Desv. Est	Min	Max
Organización jurídica								
Sociedad por acciones simplificada (SAS)	63,4%	16,9%	1,1%	91,5%	63,0%	17,1%	1,0%	92,0%
Sociedad limitada	64,8%	14,5%	2,3%	92,6%	65,9%	14,3%	2,4%	89,9%
Sociedad anónima	62,7%	16,8%	1,1%	89,9%	63,7%	16,7%	1,5%	90,6%
Otros*	59,5%	20,0%	4,2%	87,7%	59,4%	20,1%	3,3%	87,5%
Sector								
Comercio	69,1%	15,1%	2,6%	92,6%	68,9%	15,8%	2,1%	92,0%
Industria	60,4%	19,1%	1,1%	90,8%	61,9%	18,4%	1,0%	90,6%
Servicios	62,0%	15,1%	1,9%	88,4%	61,8%	15,5%	1,6%	88,5%
Total muestra	63,3%	16,6%	1,1%	92,6%	63,6%	16,7%	1,0%	92,0%

Fuente: Elaboración propia

Para el total de la muestra, la eficiencia técnica promedio fue de 63,3% para el modelo 2 y 63,6% para el modelo 3. En ambos casos las eficiencias técnicas exhiben un coeficiente de correlación de 0.98 y tras descomponer la distribución en quintiles se observa que el 77% de las firmas se mantienen en su quintil entre modelos, lo cual sugiere que a través de ambas mediciones las firmas mantienen el ordenamiento de su eficiencia técnica a pesar de la especificación utilizada (Anexo 10).

Los niveles de eficiencia técnica medidos por los dos modelos sugieren, que existe un margen para las firmas de la muestra para alcanzar los niveles óptimos de producción sobre la utilización de sus insumos. Es decir, no se están asignando y empleando de

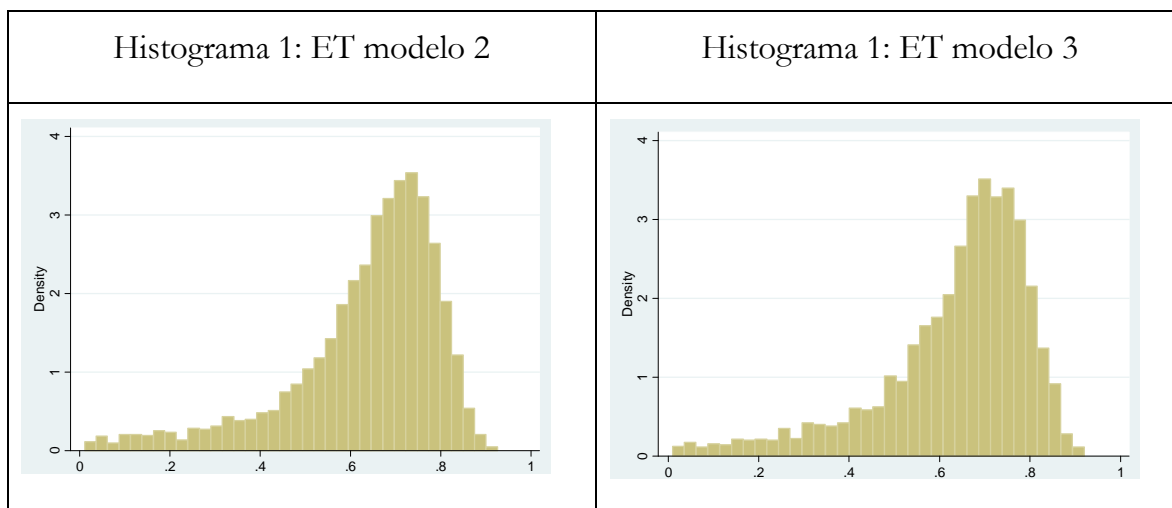
manera adecuada los insumos productivos en el sector comercial, industrial y de servicios; así mismo, mejoras en la eficiencia técnica en la producción pueden convellar mejores niveles de competitividad de la ciudad y posiblemente mejorar los costos de producción.

En términos de las comparaciones entre tipos de organización jurídica no pueden apreciarse diferencias sustanciales entre las Sociedades por Acciones Simples (SAS), Sociedades limitadas y Sociedades anónimas para las ET de los dos modelos comparados; sin embargo, las empresas clasificadas por “Otros” tipos de organización resultan con niveles promedio inferiores a los tres tipos de organización antes enunciados.

Por su parte, al comparar los promedios de eficiencia por sectores puede apreciarse que el sector con mayores promedios de eficiencia técnica es el sector comercio con promedios de (69.1% en el modelo 2 y 68.9% en el modelo 3). El sector de servicios refleja niveles similares de eficiencia técnica en ambos modelos (62.0% y 61.8%), sugiriendo que el aporte de los controles adicionales no está afectando de manera considerable los niveles de eficiencia técnica en este sector. Finalmente, en el sector industrial el promedio de la ET en el modelo 2 asciende a (60.4%) y en el modelo 3 (61.9%), evidenciando que en este sector se incrementa la eficiencia al controlar por factores no tenidos en cuenta por la especificación del modelo 2.

Respecto a la distribución de los niveles de eficiencia técnica, se evidencia que en ambos modelos existe un sesgo positivo en la eficiencia técnica de las empresas de la muestra. Lo anterior significa que la mayor parte de las observaciones se encuentran por encima del promedio (63,3% modelo 2 y 63,6% modelo 3) y por debajo del nivel máximo de eficiencia técnica (100%). Tan solo el (9.8% en modelo 2 y 10.4% en modelo 3) de las empresas alcanza niveles de ET superiores a 80%, no obstante, ninguno de ellos alcanza el 100% (Gráfico 2).

Gráfico 2: Histogramas índices de eficiencia técnica



Fuente: Elaboración propia

Con el fin de hacer un contraste ex post de los resultados de eficiencia técnica obtenidos por los modelos de frontera estocástica con el análisis de identificación de las aglomeraciones en la ciudad, se elaboraron pruebas t de comparación de medias para establecer si los promedios de eficiencia técnica muestran patrones y diferencias significativas entre grupos de aglomeración¹⁰ (Tabla 7). Tomando como referente las firmas ubicadas en zonas de baja aglomeración (Grupo-A), se elaboraron comparaciones de los promedios de eficiencia técnica para los distintos grupos de empresas localizadas en zonas de aglomeración (Grupos B al H - Tabla 7). La idea era comprobar la hipótesis si la aglomeración de empresas en el espacio se encontraba asociada a mejor uso de sus factores productivos o eficiencia técnica.

En primer lugar, para el modelo 2 (FPE sin controles) se evidencia una tendencia creciente en los niveles de ET para los sectores de industria y servicios. En particular, la

¹⁰ Dado que producto del cálculo de la función G^* es posible obtener una puntuación Z que mide la probabilidad de rechazar la hipótesis nula de aleatoriedad en la localización de las empresas en el espacio. Se encuentra que para ($Z \leq 1.65$) no es posible rechazar esta hipótesis nula, con lo cual la evidencia empírica indica que las empresas localizadas en el intervalo inferior a este punto no están aglomeradas espacialmente (Grupo A). Ahora bien, dado que mayores valores de la puntuación Z se encuentran asociados a mayor intensidad de la aglomeración, se elaboraron grupos de aglomeración con dos criterios. En primer lugar, se construyeron grupos basados en puntos de corte de la distribución normal estándar: grupo B ($Z > 1.65$), grupo C ($Z > 1.96$), grupo D ($Z > 2.58$). Con el objetivo de profundizar acerca de la eficiencia técnica de las empresas ubicadas en zonas de alta aglomeración se hicieron los siguientes puntos de corte de manera adicional: grupo E ($Z > 3.58$), grupo F ($Z > 4.58$), grupo G ($Z > 5.58$) y grupo H ($Z > 6.58$).

ET de las firmas localizadas en zonas no aglomeradas (Grupo A) se ubica en 60.18% y 59.09%, en contraste con las firmas con ubicación en las zonas más aglomeradas (Grupo H) en donde los índices de ET se calcularon en 63.94% y 62.84% respectivamente. Lo anterior significa, que hay una diferencia estadísticamente significativa de 3.76 y 3.75 puntos en la ET entre ambos grupos, para los sectores de industria y servicios respectivamente. Respecto al caso del sector comercial, no se evidencian diferencias significativas en los promedios de eficiencia técnica en función de los grupos de aglomeración (Tabla 7 – Parte B).

Por su parte, para el modelo 3 (FEP con entorno) en el sector industrial se puede seguir contrastando un comportamiento creciente en los promedios de ET según grupos de aglomeración. Como símbolo de lo anterior se encuentra que la ET de las empresas no aglomeradas (grupo A) asciende a 61.26%, en contraste con las ET de las empresas más aglomeradas (grupo H) en donde los niveles de llegan a 65.15%. Lo anterior, significa una diferencia estadísticamente significativa de 3.89 p.p. (Tabla 7 – Parte B).

Uno de los hallazgos más interesantes que se pueden abstraer del modelo 3, es que se evidencia una disminución de la diferencia de los promedios de eficiencia entre grupos de aglomeración para el sector de servicios. Este fenómeno estaría mostrando que la ET para este sector está siendo explicada en una mayor medida por los atributos de las empresas y del entorno, con lo cual la magnitud de las diferencias disminuye considerablemente entre grupos de aglomeración. En este caso puntual, la diferencia entre el grupo A y el H es de 1.10 puntos, siendo esta diferencia no significativa estadísticamente. Finalmente, en el sector de comercio se mantienen las conclusiones del modelo 2 en donde no hay evidencia cuantitativa de mayores niveles de eficiencia técnica en zonas con mayor grado de aglomeración (Tabla 7 – Parte B).

Tabla 7: Eficiencia técnica y pruebas t según grupos de aglomeración

Parte A. Promedios Eficiencia Técnica (ET) según grupos de aglomeración							
Grupo Aglomeración	Estadística	Modelo 2 (FEP)			Modelo 3 (FEP con entorno)		
		Comercio	Industria	Servicios	Comercio	Industria	Servicios
(A) No Aglomerado ($Z \leq 1.65$)	ET Promedio	69,27%	60,18%	59,09%	69,42%	61,26%	60,91%
	n	546	568	290	532	560	275
(B) Aglomerado ($Z > 1.65$)	ET Promedio	68,82%	60,68%	62,54%	68,18%	62,63%	62,00%
	n	443	519	1629	438	515	1606
(C) Aglomerado ($Z > 1.96$)	ET Promedio	68,76%	61,32%	62,57%	68,06%	63,24%	62,00%
	n	386	474	1590	381	471	1567
(D) Aglomerado ($Z > 2.58$)	ET Promedio	69,06%	62,37%	62,61%	68,12%	64,07%	61,99%
	n	282	406	1541	278	404	1520
(E) Aglomerado ($Z > 3.58$)	ET Promedio	67,92%	62,87%	62,44%	66,91%	64,59%	61,77%
	n	193	314	1444	192	312	1426
(F) Aglomerado ($Z > 4.58$)	ET Promedio	68,71%	63,37%	62,73%	67,56%	65,04%	62,02%
	n	120	264	1335	119	262	1319
(G) Aglomerado ($Z > 5.58$)	ET Promedio	69,34%	63,80%	62,92%	67,80%	65,31%	62,13%
	n	85	212	1257	84	211	1242
(H) Aglomerado ($Z > 6.58$)	ET Promedio	70,75%	63,94%	62,84%	68,75%	65,15%	62,01%
	n	65	167	1172	64	166	1157

Parte B. Prueba T muestras independientes							
(B - A)	Diferencia medias (p.p)	-0,45	0,51	3,45***	-1,24	1,37	1,08
	p - valor	0,646	0,663	0,001	0,230	0,221	0,315
(C - A)	Diferencia medias (p.p)	-0,51	1,14	3,48***	-1,36	1,97*	1,08
	p - valor	0,616	0,324	0,001	0,210	0,078	0,316
(D - A)	Diferencia medias (p.p)	-0,22	2,19*	3,52***	-1,30	2,81	1,08
	p - valor	0,849	0,058	0,001	0,282	0,013	0,320
(E - A)	Diferencia medias (p.p)	-1,35	2,69**	3,35**	-2,5*	3,33***	0,85
	p - valor	0,327	0,023	0,02	0,084	0,004	0,434
(F - A)	Diferencia medias (p.p)	-0,56	3,19***	3,64***	-1,85	3,79***	1,11
	p - valor	0,723	0,008	0,001	0,271	0,001	0,311
(G - A)	Diferencia medias (p.p)	0,07	3,62***	3,83***	-1,61	4,05***	1,21
	p - valor	0,968	0,003	0	0,407	0,001	0,269
(G - A)	Diferencia medias (p.p)	1,48	3,76***	3,75***	-0,67	3,89***	1,10
	p - valor	0,444	0,004	0	0,754	0,002	0,322

Nota: Diferencia significativa al 1%

(***), 5% (**), 10% (*)

Fuente: Elaboración propia

6. Conclusiones y recomendaciones

En este documento se explora la existencia de aglomeraciones empresariales urbanas y su relación con la eficiencia en la producción en la ciudad de Bogotá D.C. Como puede notarse en la revisión de literatura nacional e internacional sobre la materia, existe un consenso de que los mayores niveles de densidad empresarial se encuentran asociados a mayores niveles de productividad. No obstante, estimar y cuantificar esta relación plantea retos desde el punto de vista empírico, pues existen diversas metodologías para identificar las aglomeraciones en el espacio y no existe una medida globalmente aceptada de productividad. Es por lo anterior que diversos trabajos aplicados en el campo de aglomeraciones urbanas han calculado proxies de productividad, las cuales han dependido en gran medida de la disponibilidad de la información y en estudios de caso.

El artículo desarrolla la metodología empírica del cálculo de la función G_i^* de Gettis & Ord (1992), mediante la cual es posible identificar y delimitar las zonas donde se presentan aglomeraciones empresariales en los sectores de comercio, industria y servicios. Los resultados muestran que la localización de las tres principales actividades económicas en la ciudad no es aleatoria, y por el contrario se evidencia la existencia de 80 aglomeraciones en los tres sectores mencionados anteriormente. Lo anterior significa que el 22.1% (91'509.960 m²) del perímetro urbano de la ciudad se encuentra asociado a aglomeraciones empresariales. El sector de industria es el sector en donde se tienden a aglomerar en mayor proporción las firmas dedicadas a esta actividad (49.2%), seguido del sector de servicios (39.6%) y finalmente el sector comercial (26.4%). Por su parte, el sector comercial es aquel que exhibe mayores niveles de dispersión de la actividad pues a pesar de que se encuentran aglomeraciones en un área del 5.4% del territorio de la ciudad, en el grueso de la ciudad se encuentra presencia de la actividad haciendo más difícil la delimitación de sus aglomeraciones.

De manera complementaria a la identificación de las aglomeraciones, este artículo plantea unir al debate sobre beneficios de las aglomeraciones los desarrollos en el campo de Análisis de Frontera Estocástica de Producción (FEP), metodología con la cual es posible evaluar los posibles beneficios de las aglomeraciones a través de índices de eficiencia técnica (ET). Esta aproximación según la literatura consultada no ha sido abordada por la literatura hasta el momento y constituye uno de las principales contribuciones de este artículo. Los resultados de

este modelo indican una relación positiva y significativa, entre las variables de insumos como son los Activos totales (K1) de las firmas y el número de empleados (L1) sobre el nivel de producto (Y1) medido a través de los Ingresos Operacionales, todo esto sobre de una muestra de 3.995 empresas. Adicionalmente, se explora la posibilidad de que factores adicionales como atributos de las empresas y variables de entorno tengan una incidencia directa sobre la determinación de la frontera de producción, esto tiene como principal implicación entender que la función de producción de las firmas trasciende los factores económicos tradicionales enunciados por la microeconomía (capital y trabajo); en lugar de esto, el grado de aglomeración y el entorno en el cual operan las firmas es clave para ayudar a explicar el nivel de producción de las firmas.

De manera consistente a través del cálculo de índices de eficiencia técnica (ET) derivados de las diferentes especificaciones, se encuentra que la eficiencia técnica de las empresas de la muestra analizada se ubica alrededor de 63% y su comportamiento es similar entre quintiles de eficiencia a través de los modelos. El anterior resultado, sugiere que en la ciudad existe un margen para que las firmas alcancen niveles óptimos de producción a través del mejor uso de sus factores productivos, es decir, no se están asignando y empleando de manera adecuada los insumos productivos por parte del grueso de empresas analizadas. Las firmas del sector de comercio experimentan niveles más cercanos a su frontera eficiente, seguido del sector de servicios e industria.

Al contrastar los resultados de eficiencia técnica por grupos de aglomeración se encuentra un comportamiento creciente y estadísticamente significativo en el sector industrial, en los dos modelos estimados, la diferencia en la ET entre los grupos extremos es de 3.89 puntos al comparar las firmas aglomeradas contra las no aglomeradas. Los resultados son variados para el sector de servicios, en donde la diferencia es de 1.10 puntos para el modelo que controla por factores específicos de las empresas y el entorno, simbolizando la importancia relativa que tienen en este sector estos factores adicionales sobre su función de producción. Por su parte, en el sector de comercio no se evidencia un comportamiento específico entre mayor aglomeración y mayores niveles de eficiencia técnica, en lugar de esto, en este sector las pruebas t de comparaciones de promedios no rechazan la hipótesis nula de diferencias en los promedios de eficiencia técnica.

Los anteriores resultados sobre eficiencia técnica de las empresas, ayudan a entender cuáles deberían ser las políticas y en qué sectores deben dirigirse para aumentar la productividad empresarial en la ciudad de Bogotá D.C. Al comparar las aglomeraciones urbanas encontradas en este estudio, contra la red de centralidades definidas en el Decreto 364 de 2013 mediante el cual se adoptó el P.O.T para la ciudad de Bogotá D.C (Anexo 11), se encuentran ciertas concordancias y diferencias, en lo referente a la aparición de aglomeraciones urbanas no tenidas en cuenta desde la perspectiva de planeación de la ciudad¹¹. Para el POT las aglomeraciones cumplen una funcionalidad en la ciudad y no se tiene en cuenta el sector de las firmas que allí operan.

Finalmente, en este punto es necesario resaltar las principales limitaciones y recomendaciones para estudios posteriores sobre esta temática. En primer lugar, la construcción de zonas de aglomeración estuvo basada en la excesiva localización de firmas con actividades económicas similares, lo cual dejó de lado del análisis las posibles interacciones y complementariedades que se pueden dar entre sectores. Así mismo, al interior de los tres grandes sectores analizados pueden haber comportamientos particulares o aglomeraciones urbanas que al agregarse no se estén teniendo en cuenta. En segundo lugar, se sugiere para estudios posteriores investigar la aglomeración empresarial en un contexto de ciudad y su área de influencia; lo anterior, pues las decisiones de localización al interior de la ciudad se encuentran relacionadas con lo que ocurre en la periferia (regulación, incentivos tributarios, congestión, entre otros). Una tercera recomendación para desarrollar en investigaciones futuras, es la de utilizar datos de empresas medianas y pequeñas; en este artículo se usó información de empresas grandes, con lo cual se plantea la posibilidad de que la muestra con la cual se elaboraron los análisis de eficiencia técnica tengan sesgos de selección y surge incertidumbre de cómo es el comportamiento de la eficiencia en empresas de otros tamaños.

¹¹ Este fenómeno también puede ocurrir porque que la actual definición de centralidades tuvo como insumo el último reporte de distribución y localización de la actividad económica elaborada por el DANE en el año 1990 y a la fecha la ciudad ha tenido cambios importantes que llevarían a pensar que dichas centralidades deben ser reevaluadas

6. Bibliografía

- [1] Atkinson, S & Cornwell, C. (1994). *Estimation of Output and Input Technical Efficiency using a Flexible Functional Form and Panel Data*. International Economic Review, vol. 35, núm. 1, pp. 245-255
- [2] Baldwin, R & Okubo, T (2006). *Heterogeneous firms, agglomeration and economic geography: spatial selection and sorting*. Journal of Economic Geography, vol. 6, núm. 3, pp. 323–346.
- [3] Berger, A & Humphrey, D. (1997). *Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research*. European Journal of Operational Research.
- [4] Bernal, S. (2013) *Atributos territoriales y la localización de las aglomeraciones industriales en Bogotá* . Tesis de grado - Magister en economía, Universidad de los Andes.
- [5] Ciccone, A & Hall, R (1996). *Productivity and the density of economic activity*. American Economic Review, vol. 86, núm. 1, pp. 54–70.
- [6] Coelli, T; O'Donnell, C; Battese, G (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Second Edition. Springer.
- [7] Dekle, R & Eaton J (1999). *Agglomeration and land rents: Evidence from the prefectures*. Journal of Urban Economics, vol. 46, núm. 2, pp. 200–214.
- [8] DNP-DDU (2012). *Algunos aspectos metodológicos del sistema de ciudades colombiano*. Bogotá: DNP.
- [9] Duranton, G & Puga, D (2003). *Micro-foundations of urban agglomeration economies*. *Handbook or urban and regional economics*, vol. 4. Disponible en <http://diegopuga.org/papers/urbanagg.pdf>, recuperado 1 de diciembre de 2017.
- [10] Duranton, G & Puga, D. (2001). *Nursery cities: Urban diversity, process innovation, and the life cycle of products*. *American Economic Review*, vol. 91, núm. 5, pp. 1454–1477.
- [11] Egger, H & Falkinger, J (2006). *The role of public infrastructure and subsidies for firm location and international outsourcing*. European economic review, vol 50.
- [12] Ellison & Glaeser (1997). *Geographic concentration in U.S manufacturing industries: a dartboard approach*. Journal of Political Economy, vol. 105, núm. 5, pp. 889-927.
- [13] Ellison, Glaeser & Kerr (2010). *What Causes Industry Agglomeration? Evidence from Coagglomeration Patterns*. American Economic Review, vol. 100, pp. 1195–1213.

- [14] Enriquez, H & Sayago, J (2011). *Testing for spatial location patterns of Bogota's small and medium size manufacturing firms (2006-2008)*. Documentos de investigación – Universidad Central, vol. 10.
- [15] Estall, R & Buchanan, R (1970). *Actividad industrial y geografía económica*. Editorial: Labor, Barcelona
- [16] Fallick, B; Fleschman, A & Rebitzer, J. (2005). *Job hopping in Silicon Valley: Some evidence concerning the micro-foundations of a high technology cluster*. Economics working paper archive, Vol 432.
- [17] Fan, C & Scott, A (2003). *Industrial agglomeration and development: a survey of spatial economic issues in east Asia and a statistical analysis of chinese regions*. Economic geography, Vol. 79, No. 3, pp 295-319.
- [18] Freeman, C. (1991). *Networks of innovators: a synthesis of research issues*. Research Policy, 1991, vol. 20, núm. 5, pp 499-514
- [19] Fujita, M.; Thisse, J. F. *Economics of Agglomeration: Cities, Industrial Location, and Regional Growth*. Cambridge, UK, New York, 2002.
- [20] Gaitán, J (2013). *Incidencia de las economías de aglomeración en los sectores reales localizados en el área urbana de Bogotá*. Ensayos sobre política económica, Banco de la República. Vol 31, núm. 70. pp 159-214.
- [21] Galeano, V (2013). *Spatial location of the economic activity in Medellín, 2005-2010. An urban economics approach*. Ensayos sobre política económica, Banco de la República. vol. 31, núm. 70. Pp. 215-266.
- [22] Getis & Ord (1992). *The analysis of spatial association by use of distance statistics*. Geographical Analysis, vol. 24, núm. 3. Ohio State University Press.
- [23] Glaeser, E & Gottlieb, J. (2009). *The wealth of cities: agglomeration economies and spatial equilibrium in the United States*. Journal of Economic Literature, vol. 47, pp. 983-1028.
- [24] Jiménez & Reyes. *Estimación de pautas de asociación y patrones de edificaciones aisladas basadas en espacios rurales mediante SIG y técnicas basadas en datos puntuales*. Análisis espacial y representación geográfica. Universidad de Zaragoza-AGE, pp. 601-610

- [25] Kalirajan & Shand (1999). *Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures*, vol. 13, núm. 2, pp. 149–172
- [26] Krugman, P (1991). *Increasing Returns and Economic Geography*. *Journal of Political Economy*, vol. 99, núm. 3, pp. 483-499.
- [27] Lee, K. S. (1982). *A model of intraurban employment location: an application to Bogotá*. *Journal of Urban Economics*. Vol. 12, núm. 3. pp 263-279.
- [28] Leibenstein, H (1966). *Allocative Efficiency vs. "X-Efficiency"*. *The American Economic Review*, vol. 56, núm. 3, pp. 392-415
- [29] Lloyd & Dicken (1977). *Location in space: a theoretical approach to economic geography*. Published by SAGE.
- [30] Major, I (2008). *Technical Efficiency, Allocative Efficiency and Profitability in Hungarian Small and Medium-Sized Enterprises: A Model with Frontier Functions*. *Europe-Asia Studies*, vol. 60, núm. 8, pp. 1371-1396
- [31] Malberg, Solvell & Zander (1996). *Spatial clustering, local accumulation of knowledge and firm competitiveness*. *Geografiska Annaler*, vol. 78, núm 2, pp 85-97.
- [32] Marshall, A. (1890). *Principles of economics*. London: Macmillan.
- [33] Martin, P & Rogers, C. (1995). *Industrial location and public infrastructure*. CEPR, London UK. *Journal of international economics*, vol. 39, pp. 335-351.
- [34] Melo, Ramos & Hernández (2014). *La Educación Superior en Colombia: Situación Actual y Análisis de Eficiencia*. Borradores de economía, Banco de la República, núm. 808.
- [35] Mion, G & Naticchioni P (2005). *Urbanization externalities, market potential and spatial sorting of skills and firm*. Centre for Economic Policy Research, Discussion Paper 5172.
- [36] Moya, Y; Gomez, G & Osorio, E (2010). *Evaluación del desempeño del sector de distribución de electricidad en Colombia: una aplicación del análisis de frontera estocástica*. *Ensayos sobre política económica*, Banco de la República, vol. 28, núm. 62.
- [37] Nakamura, R (1985). *Agglomeration economies in urban manufacturing industries: a case of Japanese cities*. *Journal of urban economics*, vol. 17, núm. 1, pp. 108-204.

- [38] Overman, H & Puga, D. (2008) *Labour pooling as a source of agglomeration: an empirical investigation*. Instituto madrileño de estudios avanzados (IMDEA) Ciencias Sociales, núm. 5.
- [39] Perdomo J.A & Hueth, D (2010). *Funciones de producción y eficiencia técnica en el eje cafetero colombiano: una aproximación con frontera estocástica*. Santafé de Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de economía, Centro de Estudios Sobre Desarrollo Económico (CEDE), Vol 21.
- [40] Puga, D (2009). *The magnitude and causes of agglomeration economies*. IMDEA Social Sciences and CEPR, núm. 9.
- [41] Quintero, Prieto, Barrios & Leviller (2008). *Determinantes de la eficiencia técnica en las empresas colombianas 2001-2004*. Semestre económico – Universidad de Medellín, vol. 11, núm. 22.
- [42] Rosenthal, S & Strange, W. (2004). *Evidence on the nature and sources of agglomeration economies*. Handbook of Regional and Urban Economics, Amsterdam: NorthHolland, vol. 4, pp. 2119–2171.
- [43] Sharif, N & Dar, A.(1996). *Stochastic Frontiers and Technical Efficiency Distributions: An Analysis Based on Rice Farming Data for Bangladesh*. The Canadian Journal of Economics / Revue canadienne d'Economique, vol. 29, pp. S582-S586
- [44] Stevenson, R (1982). *Likelihood functions for generalized stochastic frontier estimation*. Journal of Econometrics, vol 20, núm. 2.
- [45] Wheaton, W & Lewis, J (2002). *Urban wages and labor market agglomeration*. Journal of Urban Economics, vol. 51, núm. 3, pp. 542–562.

Anexo 1: Propiedades de la función G_i^*

$G^*(d)$	j puede ser igual a i
Estadística	$G_i^*(d)$
Expresión	$\frac{\sum_j w_{ij}(d)x_j}{\sum_j x_j}$
	$W_i^* = \sum_j w_{ij}(d)$
Definiciones	$Y_{i1}^* = \frac{\sum_j x_j}{n}$
	$Y_{i2}^* = \frac{\sum \sum_{ij} (x_i x_j)^2}{n} - (Y_{i1}^*)^2$
Valor esperado	W_i^*/n
Varianza	$\frac{W_i^*(n - W_i^*)Y_{i2}^*}{n^2(n - 1)(Y_{i2}^*)^2}$

Anexo 2. Modelo de frontera estocástica de producción (FEP)

Siguiendo a Stevenson (1980) y Coelli et al (2005), el modelo de frontera estocástica de producción tiene la siguiente forma funcional:

$$\ln q_i = x_i' \beta + v_i - u_i \quad (3)$$

Donde: $v_i \sim iidN(0, \sigma_v^2)$

$$u_i \sim iidN^T(\mu, \sigma_u^2)$$

El modelo de la ecuación (3) se denomina *Truncated Normal Stochastic Frontier*, dado que incluye un término de error v_i que se distribuye i.i.d normal con media cero y varianza σ_v^2 , e incluye un término de error u_i que se distribuye i.i.d normal truncada con un parámetro de escala

μ y varianza σ_u^2 . En el *Anexo 3* se encuentra una descripción detallada sobre los supuestos del término de error del modelo anteriormente planteado.

Este modelo se denomina de frontera estocástica porque los valores de producto encuentran una cota superior en la variable estocástica $\exp(\mathbf{x}_i'\boldsymbol{\beta} + v_i)$. El error aleatorio v_i puede tomar valores positivos o negativos, así mismo, el producto de la frontera estocástica puede variar según la parte determinística del modelo $\exp(\mathbf{x}_i'\boldsymbol{\beta})$. Para la estimación de los parámetros del modelo *half-normal* de la ecuación (3) se utiliza el método de máxima verosimilitud, la función log verosimilitud se presenta en el Anexo 4.

Suponiendo una función de producción estocástica del tipo Cobb-Douglas¹² con un solo insumo (x_i) el modelo FEP de la ecuación (3) toma las siguientes formas:

$$\ln q_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) + v_i - u_i \quad (4)$$

$$q_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) + v_i - u_i) \quad (5)$$

$$q_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln(x_i)) \times \exp(v_i) \times \exp(-u_i) \quad (6)$$

Componente determinístico \times ruido \times ineficiencia

Con frecuencia resulta útil representar el modelo FEP gráficamente para abstraer sus principales características (Gráfico X). Supongamos que existen dos firmas (A y B), las firmas producen una cantidad (q_A y q_B) de productos, utilizando los insumos (x_A y x_B) respectivamente. Suponiendo que no existe ineficiencia técnica ($u_A = u_B = 0$), los productos sobre la frontera serán:

$$q_A^* \equiv \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln(x_A) + v_A),$$

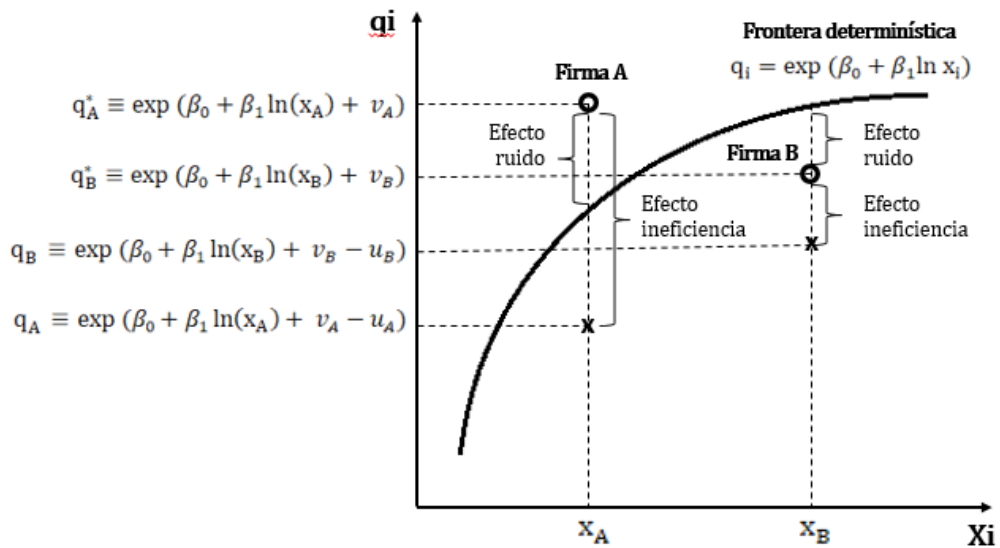
$$q_B^* \equiv \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln(x_B) + v_B)$$

En este orden de ideas, los valores que excluyen el componente de ineficiencia q_A^* y q_B^* se encuentran marcados en el Gráfico 1. En este ejemplo, la firma A tiene un componente de ruido positivo ($v_A > 0$) y la firma B negativo ($v_B < 0$), con lo cual se explica la posición encima de la frontera determinística para la firma A y por debajo de la misma para la firma B. Ahora

¹² Para una descripción más detallada del tipo de funciones de producción más usadas remitirse al Anexo 5.

bien, los valores observados de producción q_A y q_B se encuentran por debajo de la frontera determinística en ambos casos, por lo cual el componente de ineficiencia de la firma B es menor al de la firma A dado que para esta a pesar de que ($v_A > 0$) .

Gráfico 1: Representación frontera estocástica de producción, función de producción Cobb-Douglas con un factor y dos firmas (Firma A y Firma B)



Fuente: Elaboración propia a partir de Coelli et al. (2005)

Ahora bien, como puede notarse en el Gráfico 1 los puntos marcados con el símbolo (x) corresponden a los outputs observados de ambas firmas. Es importante notar que ambos outputs se encuentran por debajo de la frontera determinística; lo anterior ocurre porque la variable que mide la ineficiencia es mayor que el término aleatorio en ambos casos ($v_A - u_A < 0$) y ($v_B - u_B < 0$). No obstante, el efecto de ineficiencia resulta mayor para la firma A que para la firma B pues esta última se aleja en una menor magnitud de la frontera determinística.

Anexo 3: Supuestos sobre los términos de error u_i y v_i del modelo FEP

En términos generales se asume que cada v_i se distribuye independientemente del u_i , y adicionalmente que ambos errores no se encuentran correlacionados con las variables explicativas en x_i . Matemáticamente:

- (1) $E(v_i) = 0$
- (2) $E(v_i^2) = \sigma_v^2$
- (3) $E(v_i v_j) = 0$ para todo $i \neq j$
- (4) $E(u_i^2) = \text{Constante}$
- (5) $E(u_i u_j) = 0$ para todo $i \neq j$

Anexo 4: Función log-verosimilitud del modelo FEP

$$\ln L(y|\beta, \sigma, \lambda) = -\frac{1}{2} \ln \left(\frac{\pi \sigma^2}{2} \right) + \sum_{i=1}^I \ln \Theta \left(-\frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma} \right) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^I \varepsilon_i^2$$

Donde y es un vector de log productos, $\varepsilon_i \equiv v_i - u_i \equiv \ln q_i - x_i' \beta$ y Θ es una función de distribución acumulada de una variable aleatoria normal evaluada en x .

Anexo 5: Formas funcionales más utilizadas en modelos FEP

Lineal	$y = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n x_n$
Cobb-Douglas	$y = \beta_0 \prod_{n=1}^N \beta_n x_n$
Cuadrática	$y = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n x_n + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \beta_{nm} x_n x_m$
Cuadrática normalizada	$y = \beta_0 + \sum_{n=1}^{N-1} \beta_n \left(\frac{x_n}{x_N} \right) + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{N-1} \sum_{m=1}^{N-1} \beta_{nm} \left(\frac{x_n}{x_N} \right) \left(\frac{x_m}{x_N} \right)$

Translog	$y = \exp\left(\beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln(x_n) + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \beta_{nm} \ln(x_n) \ln(x_m)\right)$
Leontief generalizada	$y = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \beta_{nm} (x_n x_m)^{1/2}$
Elasticidad de sustitución constante - CES	$y = \beta_0 \left(\sum_{n=1}^N \beta_n x_n^\gamma\right)^{1/\gamma}$

Anexo 6: Tabla clasificación CIU 4 dígitos a grandes ramas actividad

PANEL 1: INDUSTRIAS MANUFACTURERAS		PANEL 2: SERVICIOS		PANEL 3: COMERCIO	
CÓDIGO CIU	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	CÓDIGO CIU	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	CÓDIGO CIU	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD
1011	Procesamiento y conservación de carne y productos carnicos	5511	Alojamiento en hoteles	4511	Comercio de vehículos automotores nuevos
1012	Procesamiento y conservación de pescados, crustaceos y moluscos	5512	Alojamiento en apartahoteles	4512	Comercio de vehículos automotores usados
1020	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tuberculos	5513	Alojamiento en centros vacacionales	4520	Mantenimiento y reparacion de vehículos automotores
1030	Elaboracion de aceites y grasas de origen vegetal y animal	5514	Alojamiento rural	4530	Comercio de partes, piezas (auto partes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores
1040	Elaboracion de productos lacteos	5519	Otros tipos de alojamientos para visitantes	4541	Comercio de motocicletas y de sus partes, piezas y accesorios
1051	Elaboracion de productos de molinería	5520	Actividades de zonas de camping y parques para vehículos recreacionales	4542	Mantenimiento y reparacion de motocicletas y de sus partes y piezas
1052	Elaboracion de almidones y productos derivados del almidon	5530	Servicio por horas	4610	Comercio al por mayor a cambio de una retribucion o por contrata
1061	Trilla de cafe	5590	Otros tipos de alojamiento n.c.p.	4631	Comercio al por mayor de productos alimenticios
1062	Descafeinado, tostion y mollienda del cafe	5611	Expendio a la mesa de comidas preparadas	4632	Comercio al por mayor de bebidas y tabaco
1063	Otros derivados del cafe	5612	Expendio por autoservicio de comidas preparadas	4641	Comercio al por mayor de productos textiles, productos confeccionados para uso domestico
1071	Elaboracion y refinacion de azucar	5613	Expendio de comidas preparadas en cafeterias	4642	Comercio al por mayor de prendas de vestir
1072	Elaboracion de panela	5619	Otros tipos de expendio de comidas preparadas n.c.p.	4643	Comercio al por mayor de calzado
1081	Elaboracion de productos de panadería	5621	Catering para eventos	4644	Comercio al por mayor de aparatos y equipo de uso domestico
1082	Elaboracion de cacao, chocolate y productos de confitería	5629	Actividades de otros servicios de comidas	4645	Comercio al por mayor de productos farmaceuticos, medicinales, cosmeticos y de tocador
1083	Elaboracion de macarones, fideos, alcuzezu y productos farinceos similares	5630	Expendio de bebidas alcoholicas para el consumo dentro del establecimiento	4649	Comercio al por mayor de otros utensilios domesticos n.c.p.
1084	Elaboracion de comidas y platos preparados	5811	Edicion de libros	4651	Comercio al por mayor de computadores, equipo periferico y programas de informatica
1089	Elaboracion de otros productos alimenticios n.c.p.	5812	Edicion de directorios y listas de correo	4652	Comercio al por mayor de equipo, partes y piezas electronicos y de telecomunicaciones
1090	Elaboracion de alimentos preparados para animales	5813	Edicion de periodicos, revistas y otras publicaciones periodicas	4653	Comercio al por mayor de maquinaria y equipo agropecuario
1101	Destilacion, rectificacion y mezcla de bebidas alcoholicas	5819	Otros trabajos de edicion	4659	Comercio al por mayor de otros tipos de maquinaria y equipo n.c.p.
1102	Elaboracion de bebidas fermentadas no destiladas	5820	Edicion de programas de informatica (software)	4661	Comercio al por mayor de combustibles solidos, liquidos, gaseosos y productos conexos
1103	Produccion de malta, elaboracion de cervezas y otras bebidas maltadas	5911	Actividades de produccion de peliculas cinematograficas, videos, programas, anuncios y comerciales de	4662	Comercio al por mayor de metales y productos metaliferos
1104	Elaboracion de bebidas no alcoholicas, produccion de aguas minerales y de otras aguas embotelladas	5912	Actividades de posproduccion de peliculas cinematograficas, videos, programas, anuncios y comerciales	4663	Comercio al por mayor de materiales de construccion, articulos de ferreteria, pinturas, productos de
1200	Elaboracion de productos de tabaco	5913	Actividades de distribucion de peliculas cinematograficas, videos, programas, anuncios y comerciales	4664	Comercio al por mayor de productos quimicos basicos, cauchos y plasticos en formas primarias y produc
1311	Preparacion e hilatura de fibras textiles	5914	Actividades de exhibicion de peliculas cinematograficas y videos	4665	Comercio al por mayor de desperdicios, desechos y chatarra
1312	Tejeduría de productos textiles	5920	Actividades de grabacion de sonido y edicion de musica	4669	Comercio al por mayor de otros productos n.c.p.
1313	Acabado de productos textiles	6010	Actividades de programacion y transmision en el servicio de radio difusion sonora	4690	Comercio al por mayor no especializado
1391	Fabricacion de tejidos de punto y ganchillo	6020	Actividades de programacion y transmision de television	4711	Comercio al por menor en establecimientos no especializados con surtido compuesto principalmente por
1392	Confeccion de articulos con materiales textiles, excepto prendas de vestir	6110	Actividades de telecomunicaciones alamblicas	4719	Comercio al por menor en establecimientos no especializados, con surtido compuesto principalmente por
1393	Fabricacion de tapetes y alfombras para pisos	6120	Actividades de telecomunicaciones inalamblicas	4721	Comercio al por menor de productos agricolas para el consumo en establecimientos especializados
1394	Fabricacion de cuerdas, cordeles, cables, bramantes y redes	6130	Actividades de telecomunicaciones satelital	4722	Comercio al por menor de leche, productos lacteos y huevos, en establecimientos especializados
1399	Fabricacion de otros articulos textiles n.c.p.	6190	Otras actividades de telecomunicaciones	4723	Comercio al por menor de carnes (mcheye aves de corral), productos carnicos, pescados y productos de
1410	Confeccion de prendas de vestir, excepto prendas de piel	6201	Actividades de desarrollo de sistemas informaticos (planificacion, analisis, diseño, programacion, pr	4724	Comercio al por menor de bebidas y productos del tabaco, en establecimientos especializados
1420	Fabricacion de articulos de piel	6202	Actividades de consultoria informatica y actividades de administracion de instalaciones informaticas	4729	Comercio al por menor de otros productos alimenticios n.c.p., en establecimientos especializados
1430	Fabricacion de articulos de punto y ganchillo	6209	Otras actividades de tecnologias de informacion y actividades de servicios informaticos	4731	Comercio al por menor de combustible para automotores
1512	Fabricacion de articulos de viaje, bolsos de mano y articulos similares elaborados en cuero, y fabric	6311	Procesamiento de datos, alojamiento (hosting) y actividades relacionadas	4732	Comercio al por menor de lubricantes (aceites, grasas), aditivos y productos de limpieza para vehicul
1521	Fabricacion de calzado de cuero y piel, con cualquier tipo de suela	6312	Portales web	4741	Comercio al por menor de computadores, equipos perifericos, programas de informatica y equipos de tel
1522	Fabricacion de otros tipos de calzado, excepto calzado de cuero y piel	6391	Actividades de agencias de noticias	4742	Comercio al por menor de equipos y aparatos de sonido y de video, en establecimientos especializado
1523	Fabricacion de partes del calzado	6399	Otras actividades de servicio de informacion n.c.p.	4751	Comercio al por menor de productos textiles en establecimientos especializados
1610	A serrado, acepillado e impregnacion de la madera	6411	Banco central	4752	Comercio al por menor de articulos de ferreteria, pinturas y productos de vidrio en establecimientos

PANEL 1 (Continuación): INDUSTRIAS MANUFACTURERAS		PANEL 3 (Continuación): SERVICIOS		PANEL 3 (Continuación): SERVICIOS	
2660	Fabricación de equipo de irradiación y equipo electrónico de uso médico y terapéutico	7730	Alquiler y arrendamiento de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes tangibles n.c.p.	9529	Mantenimiento y reparación de otros efectos personales y enseres domésticos
2670	Fabricación de instrumentos ópticos y equipo fotográfico	7740	Arrendamiento de propiedad intelectual y productos similares, excepto obras protegidas por derechos d	9601	Lavado y limpieza, incluso la limpieza en seco, de productos textiles y de piel
2680	Fabricación de medios magnéticos y ópticos para almacenamiento de datos	7810	Actividades de agencias de empleo	9602	Peluquería y otros tratamientos de belleza
2711	Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos	7820	Actividades de agencias de empleo temporal	9603	Pompas funebres y actividades relacionadas
2712	Fabricación de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica	7830	Otras actividades de suministro de recurso humano	9609	Otras actividades de servicios personales n.c.p.
2720	Fabricación de pilas, baterías y acumuladores eléctricos	7911	Actividades de las agencias de viaje		
2731	Fabricación de hilos y cables eléctricos y de fibra óptica	7912	Actividades de operadores turísticos		
2732	Fabricación de dispositivos de cableado	7990	Otros servicios de reserva y actividades relacionadas		
2740	Fabricación de equipos eléctricos de iluminación	8010	Actividades de seguridad privada		
2750	Fabricación de aparatos de uso doméstico	8020	Actividades de servicios de sistemas de seguridad		
2790	Fabricación de otros tipos de equipo eléctrico n.c.p.	8030	Actividades de detectives e investigadores privados		
2811	Fabricación de motores, turbinas, y partes para motores de combustión interna	8100	Actividades combinadas de apoyo a instalaciones		
2812	Fabricación de equipos de potencia hidráulica y neumática	8121	Limpieza general interior de edificios		
2813	Fabricación de otras bombas, compresores, grifos y válvulas	8129	Otras actividades de limpieza de edificios e instalaciones industriales		
2814	Fabricación de cojinetes, engranajes, trenes de engranajes y piezas de transmisión	8130	Actividades de pasajismo y servicios de mantenimiento conexos		
2815	Fabricación de hornos, hogares y quemadores industriales	8211	Actividades combinadas de servicios administrativos de oficina		
2816	Fabricación de equipo de elevación y manipulación	8219	Fotocopiado, preparación de documentos y otras actividades especializadas de apoyo a oficina		
2817	Fabricación de maquinaria y equipo de oficina (excepto computadoras y equipo periférico)	8220	Actividades de centros de llamadas (callcenter)		
2818	Fabricación de herramientas manuales con motor	8230	Organización de convenciones y eventos comerciales		
2819	Fabricación de otros tipos de maquinaria y equipo de uso general n.c.p.	8291	Actividades de agencias de cobranza y oficinas de calificación crediticia		
2821	Fabricación de maquinaria agropecuaria y forestal	8292	Actividades de envase y empaque		
2822	Fabricación de máquinas formadoras de metal y de máquinas herramienta	8299	Otras actividades de servicio de apoyo a las empresas n.c.p.		
2823	Fabricación de maquinaria para la metalurgia	9001	Creación literaria		
2824	Fabricación de maquinaria para explotación de minas y canteras y para obras de construcción	9002	Creación musical		
2825	Fabricación de maquinaria para la elaboración de alimentos, bebidas y tabaco	9003	Creación teatral		
2826	Fabricación de maquinaria para la elaboración de productos textiles, prendas de vestir y cueros	9004	Creación audiovisual		
2829	Fabricación de otros tipos de maquinaria y equipo de uso especial n.c.p.	9005	Artes plásticas y visuales		
2910	Fabricación de vehículos automotores y sus motores	9006	Actividades teatrales		
2930	Fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios (hijos) para vehículos automotores	9007	Actividades de espectáculos musicales en vivo		
3011	Construcción de barcos y de estructuras flotantes	9008	Otras actividades de espectáculos en vivo		
3012	Construcción de embarcaciones de recreo y deporte	9101	Actividades de bibliotecas y archivos		
3020	Fabricación de locomotoras y de material rodante para ferrocarriles	9102	Actividades y funcionamiento de museos, conservación de edificios y sitios históricos		
3030	Fabricación de aeronaves, naves espaciales y de maquinaria conexa	9103	Actividades de jardines botánicos, zoológicos y reservas naturales		
3091	Fabricación de motocicletas	9200	Actividades de juegos de azar y apuestas		
3092	Fabricación de bicicletas y de sillas de ruedas para personas con discapacidad	9311	Gestión de instalaciones deportivas		
3099	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte n.c.p.	9312	Actividades de clubes deportivos		
3110	Fabricación de muebles	9319	Otras actividades deportivas		
3120	Fabricación de colchones y somieres	9321	Actividades de parques de atracciones y parques temáticos		
3210	Fabricación de joyas, bisutería y artículos conexos	9329	Otras actividades recreativas y de esparcimiento n.c.p.		
3220	Fabricación de instrumentos musicales	9411	Actividades de asociaciones empresariales y de empleadores		
3230	Fabricación de artículos y equipo para la práctica del deporte	9412	Actividades de asociaciones profesionales		
3240	Fabricación de juegos, juguetes y rompecabezas	9420	Actividades de sindicatos de empleados		
3250	Fabricación de instrumentos, aparatos y materiales médicos y odontológicos (incluido mobiliario)	9491	Actividades de asociaciones religiosas		
3290	Otras industrias manufactureras n.c.p.	9492	Actividades de asociaciones políticas		
3311	Mantenimiento y reparación especializado de productos elaborados en metal	9499	Actividades de otras asociaciones n.c.p.		
3312	Mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo	9511	Mantenimiento y reparación de computadores y de equipo periférico		
3313	Mantenimiento y reparación especializado de equipo electrónico y óptico	9512	Mantenimiento y reparación de equipos de comunicación		
3314	Mantenimiento y reparación especializado de equipo eléctrico	9521	Mantenimiento y reparación de aparatos electrónicos de consumo		

**Anexo 7: Descriptivos base de datos para identificación de aglomeraciones urbanas
(Conjunto de datos 1)**

Total empresas (N): 485.731

TABLA 1.1: INDUSTRIAS MANUFACTURERAS (N=79.644)

Variables continuas					
Variable	Media	Desv. Estandar	Min	Max	Mediana
Año matricula mercantil	2005,8	7,0	1972	2014	2007
Antigüedad	8,8	6,9	1	42	7
Valor total activos brutos	3.741.616	95.621.581	-	13.746.104.687	-
Variables categóricas					
Variable	Categoría	%	N		
Organización jurídica	Persona natural	66,6%	53.043		
	Sociedad limitada	12,7%	10.137		
	SAS	15,6%	12.441		
	Otras*	5,1%	4.023		

TABLA 1.2: COMERCIO (N=201.526)

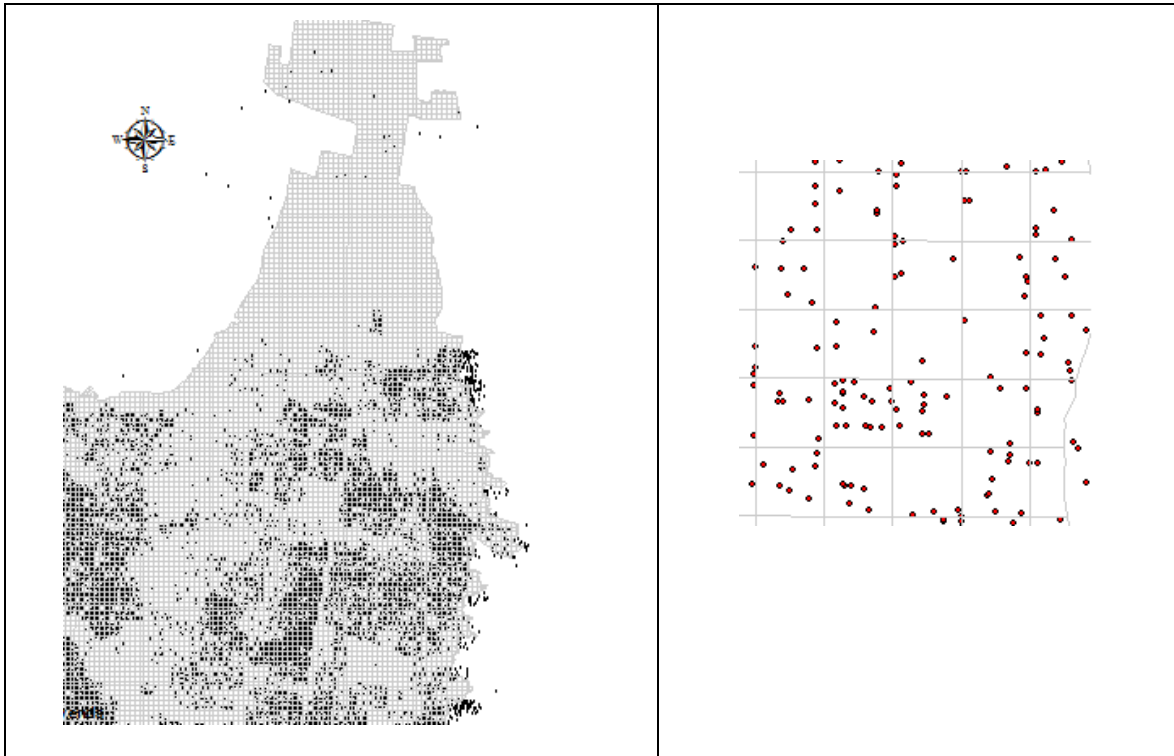
Variables continuas					
Variable	Media	Desv. Estandar	Min	Max	Mediana
Año matricula mercantil	2006,7	6,3	1972	2014	2008
Antigüedad	7,9	6,1	1	42	7
Valor total activos brutos	2.546.139	171.458.807	-	67.572.417.557	-
Variables categóricas					
Variable	Categoría	%	N		
Organización jurídica	Persona natural	73,6%	148.330		
	Sociedad limitada	9,0%	18.114		
	SAS	13,3%	26.788		
	Otras*	4,1%	8.294		

TABLA 1.3: SERVICIOS (N=204.561)

Variables continuas					
Variable	Media	Desv. Estandar	Min	Max	Mediana
Año matricula mercantil	2007,4	6,1	1972	2014	2009
Antigüedad	7,3	6,0	1	42	6
Valor total activos brutos	4.236.271	634.952.945	-	278.387.000.000	-
Variables categóricas					
Variable	Categoría	%	N		
Organización jurídica	Persona natural	62,3%	127.361		
	Sociedad limitada	11,5%	23.543		
	SAS	20,8%	42.517		
	Otras*	5,4%	11.140		

Fuente: Cálculos propios con base a Confecamaras (2014)

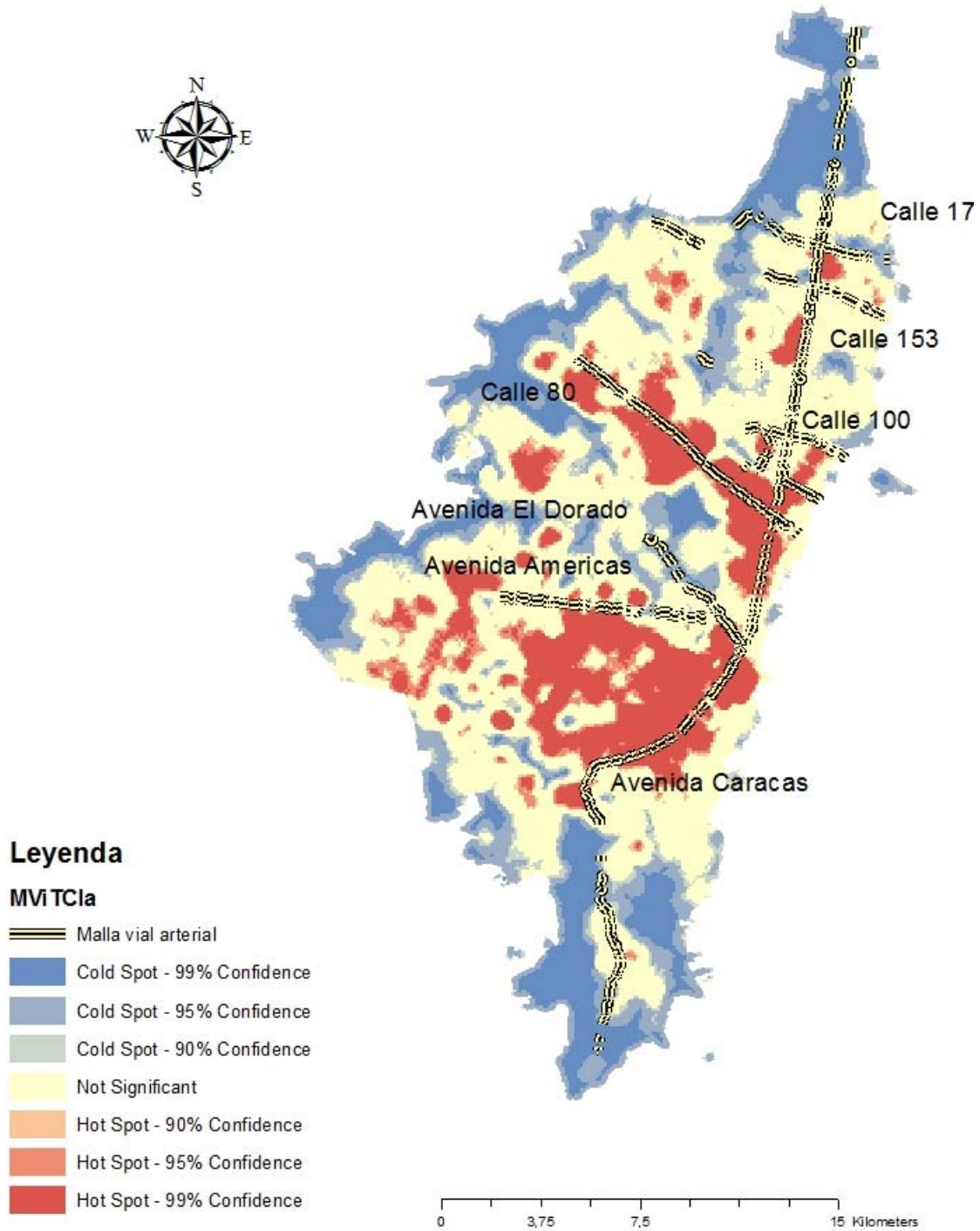
Anexo 8: Visualización de la agregación de la localización de las firmas en polígonos para el cálculo del estadístico Getis-Ord local



Fuente: Cálculos del autor, basado en Confecamaras y Secretaría Distrital de Planeación

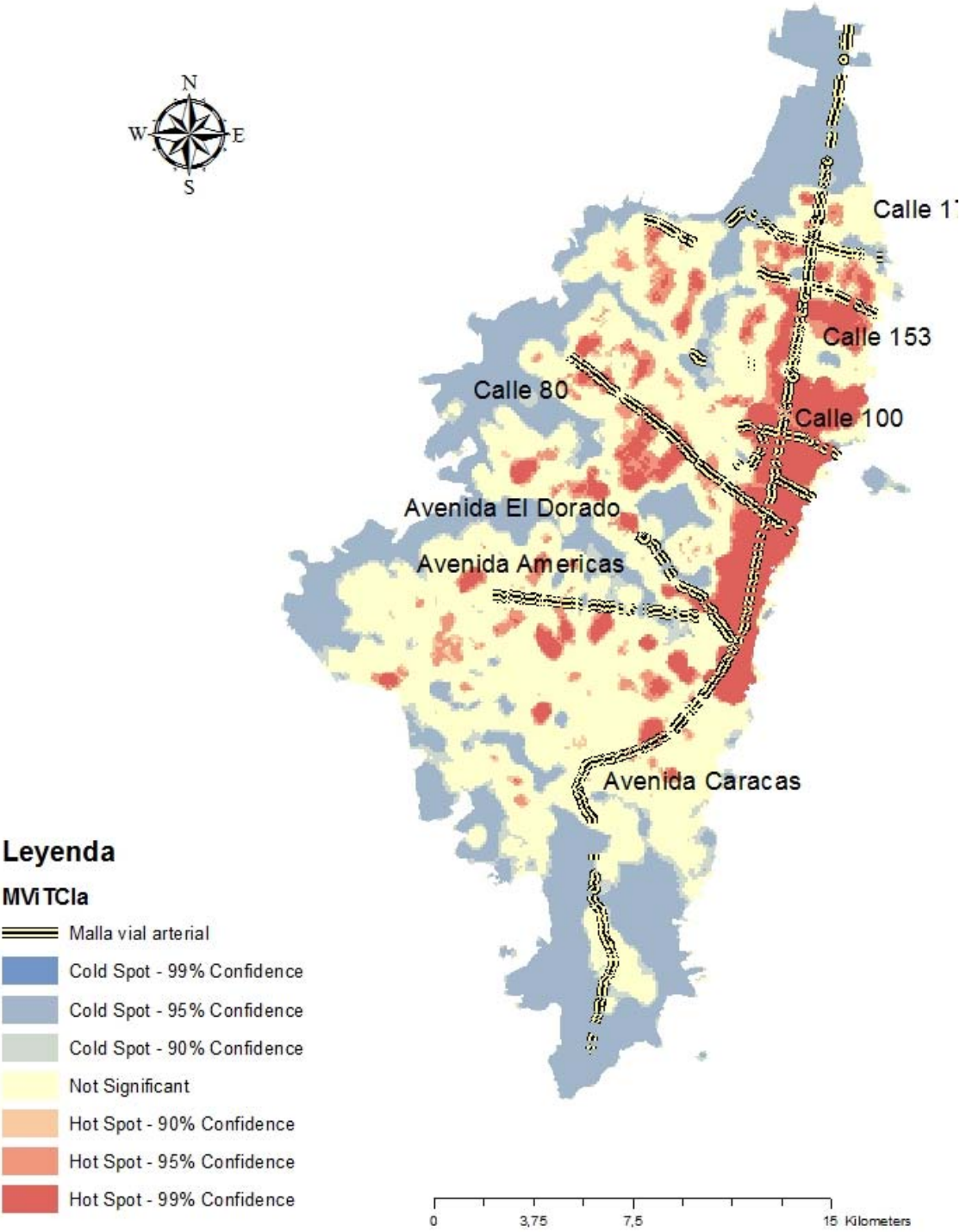
Anexo 9: Visualización función G* Gettis-Ord para identificar las aglomeraciones empresariales en los sectores industrial, servicios y comercio.

Mapa 1: Aglomeraciones industriales en Bogotá D.C



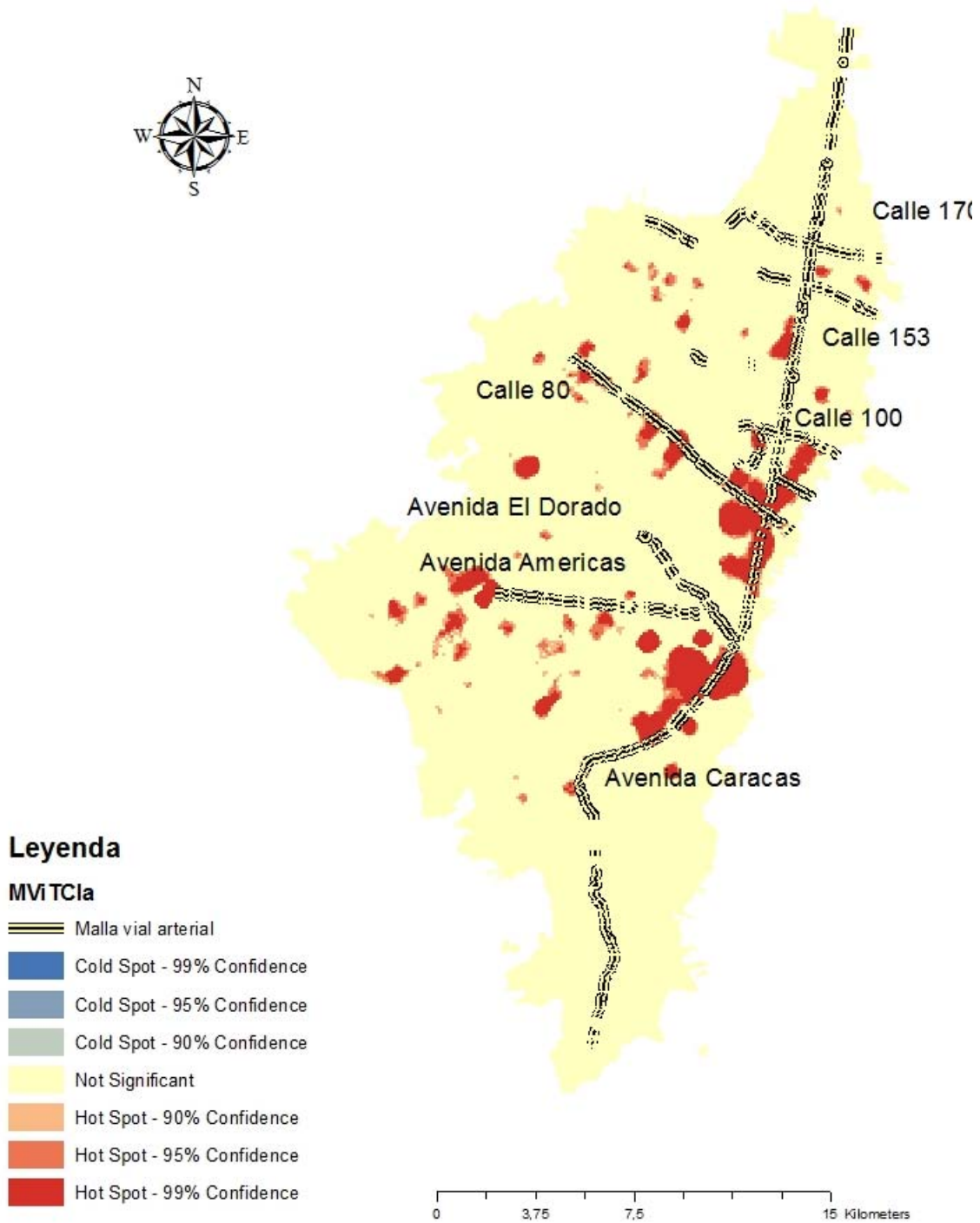
Fuente: Cálculos Autor basado en Confecamaras 2014

Mapa 2: Aglomeraciones sector servicios en Bogotá D.C



Fuente: Cálculos Autor basado en Confecamaras 2014

Mapa 3: Aglomeraciones sector comercial en Bogotá D.C



Fuente: Cálculos Autor basado en Confecamaras 2014

