

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**



Sistemas de transporte público masivo,  
posicionamiento geográfico de empresas y empleo en  
el ámbito urbano: el caso de Transmilenio y la ciudad  
de Bogotá 2005-2010 - 2015.

Tesis Doctoral

Diego Rafael Roberto Cabrera-Moya

Bogotá, Colombia  
2020

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**



Sistemas de transporte público masivo,  
posicionamiento geográfico de empresas y empleo en  
el ámbito urbano: el caso de Transmilenio y la ciudad  
de Bogotá 2005-2010 - 2015.

Tesis Doctoral

Diego Rafael Roberto Cabrera-Moya

Tutores

Giovanni Efraín Reyes Ortiz PhD

Héctor Andrés López Ospina PhD

Doctorado en Ciencias de la Dirección

Escuela de Administración

8 de mayo de 2020

Bogotá, Colombia

2020

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	9
RESUMEN EJECUTIVO .....	12
1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....	19
1.1. Fundamentación conceptual general.....	19
1.1.1. Análisis de la sociedad y las organizaciones en la nueva geografía económica ..	19
1.1.2. Concepto, principios de las economías de aglomeración y las decisiones de las organizaciones .....	21
1.1.3. Tipología de las economías de aglomeración.....	26
1.1.4. Economías de localización o de yuxtaposición .....	27
1.1.5. Ventajas de la aglomeración. Revisión de los fundamentos de las economías de aglomeración .....	29
1.1.6. Accesibilidad, transporte y las dinámicas de la nueva geografía económica.....	30
1.1.7. Otros determinantes en la localización de las empresas, de la dinámica del transporte y del desarrollo urbano .....	32
1.2. Fundamentación conceptual específica .....	37
1.2.1. Clasificación de las inversiones en transporte terrestre.....	39
1.2.2. Sistemas de transporte público masivo tipo BRT .....	40
1.2.3. El efecto de las inversiones en transporte en la estructura urbana y en la dinámica geográfica de las ciudades .....	43
1.2.4. Inversiones en transporte privado en vía pública o en autopistas .....	45
1.2.5. Inversiones en transporte público masivo en rieles (trenes ligeros y trenes pesados) 48	
1.2.6. Inversiones en sistemas transporte público masivo en buses tipo BRT .....	51
1.2.7. Decisiones de ubicación geográfica de las empresas y su incidencia en la generación de empleo y en los resultados económicos de las firmas .....	58
1.2.8. Relaciones entre los determinantes de la aglomeración, el valor de las empresas, la generación de empleo y la ubicación geográfica de las organizaciones.....	60
1.2.9. Posibles relaciones entre las aglomeraciones, la densidad económica y la estructura espacial de empleo del territorio .....	66
1.2.10. Revisión de modelos de localización y concentración empresarial urbana .....	68
1.2.11. Estudios empíricos sobre los efectos de las economías de aglomeración en Bogotá 69	
2. DISEÑO DEL ESTUDIO .....	71

2.1.	<b>Evolución de la propuesta de investigación</b> .....	71
2.2.	<b>Relevancia de la investigación y aporte al conocimiento</b> .....	71
2.3.	<b>Pregunta general de investigación</b> .....	73
2.4.	<b>Preguntas particulares</b> .....	73
2.5.	<b>Argumento central</b> .....	74
2.6.	<b>Posicionamiento epistemológico del investigador</b> .....	75
2.7.	<b>Objetivos del proyecto</b> .....	81
2.8.	<b>Tipo de investigación</b> .....	81
2.9.	<b>Diseño y alcance de la investigación</b> .....	82
2.10.	<b>Posibles problemas de validez</b> .....	84
2.11.	<b>Minimización de los problemas de validez en los diseños de grupo único o diseños de series de tiempo interrumpidas</b> .....	86
2.12.	<b>Limitaciones del estudio</b> .....	87
2.13.	<b>Fases generales</b> .....	90
2.14.	<b>Especificación y fuentes de información</b> .....	92
2.14.1.	<b>Fuentes de información disponibles y bases de datos utilizadas</b> .....	92
2.14.2.	<b>Datos, variables a utilizar y definición de indicadores</b> .....	96
2.15.	<b>Método y modelos</b> .....	99
2.16.	<b>Índices de evaluación</b> .....	100
2.17.	<b>Planteamiento de hipótesis</b> .....	102
2.17.1.	<b>Hipótesis sobre la localización empresarial</b> .....	102
2.17.2.	<b>Hipótesis sobre el empleo y productividad</b> .....	104
2.17.3.	<b>Hipótesis sobre la accesibilidad y cobertura del sistema en relación a la ubicación de las empresas</b> .....	107
2.17.4.	<b>Hipótesis sobre la cobertura e infraestructura del sistema de transporte público</b> 109	
3.	<b>CARACTERIZACIÓN DE CONDICIONANTES</b> .....	111
3.1.	<b>Densidad de empresas y empleo en Bogotá</b> .....	112
3.2.	<b>Influencia de las estaciones de Transmilenio</b> .....	135
3.3.	<b>Dinámicas de posicionamiento de empresas y empleo en Bogotá</b> .....	143
3.3.1.	<b>Distancia estándar (DE)</b> .....	144
3.3.2.	<b>Índice de contigüidad (C<sub>j</sub>)</b> .....	151
3.3.3.	<b>Índice de Gini Espacial (G<sub>x</sub>)</b> .....	159

3.3.4.	Entropía de Theil .....	168
3.3.5.	Índice Herfindahl - Hirschman .....	170
3.3.6.	Índice de aislamiento de Lieberman .....	171
3.3.7.	Índice I de Moran .....	173
3.3.8.	Índice de Ellison-Glaeser ( $\gamma$ ).....	181
3.3.9.	Índice de Especialización Local o Coeficiente Locacional (IEL) .....	187
3.3.10.	Índice de Diversificación Económica (IDE) .....	190
3.3.11.	Índice Gi- de Getis-Ord ( $G^*$ ) .....	194
3.3.12.	Función K de Ripley o Análisis clúster espacial de distancia múltiple .....	206
4.	<b>VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS</b> .....	217
4.1.	<b>MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL BAJO LA METODOLOGÍA DE MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS (MCO)</b> .....	222
4.1.1.	Prueba de normalidad del valor esperado de los errores .....	232
4.1.2.	Pruebas conjuntas de normalidad. Curtosis - oblicuidad .....	249
4.1.3.	Evaluación de la homocedasticidad de la varianza y autocorrelación de los errores 254	
4.1.4.	Evaluación de la presencia de datos atípicos y de la posible asimetría de la distribución de uno o más regresores del modelo .....	259
4.1.5.	Evaluación de la correcta definición de la forma funcional de la regresión .....	265
4.1.6.	Análisis de multicolinealidad .....	268
4.2.	<b>MODELOS DE REGRESIÓN BAJO LA METODOLOGÍA DE REGRESIÓN CUANTÍLICA (RC)</b> .....	274
4.2.1.	Definición de Cuantil .....	275
4.2.2.	Estimación cuantílica .....	276
4.3.	<b>MODELAMIENTO PROPUESTO</b> .....	279
5.	<b>CARACTERIZACIÓN DE EVIDENCIAS EMPÍRICAS</b> .....	284
5.1.	<b>ANÁLISIS DESCRIPTIVOS INICIALES</b> .....	284
5.1.1.	Análisis descriptivos año 2005 .....	284
5.1.2.	Análisis descriptivos año 2010 .....	285
5.1.3.	Análisis descriptivos año 2015 .....	287
5.1.4.	Composición de los cuantiles definidos .....	288
5.2.	<b>ESTIMACIONES Y RESULTADOS DE LOS MODELOS DE REGRESIÓN CUANTÍLICA</b> .....	304
5.2.1.	Evaluación del coeficiente de determinación como medida de bondad de ajuste en las regresiones MCO .....	304

5.2.2.	Aporte marginal y parámetros estimados de las variables exógenas .....	320
5.2.3.	Evolución del aporte marginal de las variables exógenas .....	339
5.3.	<b>PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS DEL EFECTO MARGINAL DE LAS VARIABLES EXÓGENAS</b> .....	361
5.4.	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA HIPÓTESIS 1 (y: X1_EmpresasMza)</b> .....	381
5.4.1.	Efecto marginal en el modelo 1 – Hipótesis 1 (y: X1_EmpresasMza) .....	381
5.4.2.	Efecto marginal en el modelo 2 – Hipótesis 1 (y: X1_EmpresasMza) .....	389
5.4.3.	Efecto marginal en el modelo 3 – Hipótesis 1 (y: X1_EmpresasMza) .....	394
5.5.	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA HIPÓTESIS 2 (y: X2_EmpleadosMza)</b> .....	400
5.5.1.	Efecto marginal en el modelo 1 – Hipótesis 2 (y: X2_EmpleadosMza) .....	400
5.5.2.	Efecto marginal en el modelo 2 – Hipótesis 2 (y: X2_EmpleadosMza) .....	404
5.5.3.	Efecto marginal en el modelo 3 – Hipótesis 2 (y: X2_EmpleadosMza) .....	408
5.6.	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA HIPÓTESIS 3 (y: X3_Dist_Mza_Estac)</b> .....	414
5.6.1.	Efecto marginal en el modelo 1 – Hipótesis 3 (y: X3_Dist_Mza_Estac) .....	414
5.6.2.	Efecto marginal en el modelo 2 – Hipótesis 3 (y: X3_Dist_Mza_Estac) .....	418
5.6.3.	Efecto marginal en el modelo 3 – Hipótesis 3 (y: X3_Dist_Mza_Estac) .....	422
5.7.	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA HIPÓTESIS 4 (y: X7_Estaciones_UPZ)</b> .....	427
5.7.1.	Efecto marginal en el modelo 1 – Hipótesis 4 (y: X7_EstacionesUPZ) .....	428
5.7.2.	Efecto marginal en el modelo 2 – Hipótesis 4 (y: X7_EstacionesUPZ) .....	430
5.7.3.	Efecto marginal en el modelo 3 – Hipótesis 4 (y: X7_EstacionesUPZ) .....	434
5.8.	<b>PROPUESTA ALTERNA PARA EL ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS SOBRE EL EMPLEO, LOS NIVELES DE AGLOMERACIÓN ECONÓMICA Y LA PRODUCTIVIDAD</b> .....	440
5.8.1.	Efecto marginal comparativo en el grupo control y el grupo experimento – Hipótesis 1 (y: X1_EmpresasMza) .....	442
5.8.2.	Efecto marginal comparativo en el grupo control y el grupo experimento – Hipótesis 2 (y: X2_EmpleadosMza) .....	446
	<b>APORTE A LA ADMINISTRACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES Y AL DISEÑO DE POLÍTICAS PÚBLICAS</b> .....	450
	<b>CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES</b> .....	453

a. *Declaración de autonomía:* Declaro bajo gravedad de juramento, que he escrito la presente tesis de doctorado por mi propia cuenta, y que por lo tanto, su contenido es original. Declaro que he indicado clara y precisamente todas las fuentes directas e indirectas de información, y que esta tesis de doctorado no ha sido entregada a ninguna otra institución con fines de calificación o publicación.

A handwritten signature in black ink that reads "Diego R Cabrera M". The signature is written in a cursive style with a large initial 'D' and 'M'.

Diego Rafael Roberto Cabrera-Moya

Mayo 08 de 2020

- b. *Declaración de exoneración de responsabilidad:* “Declaro que la responsabilidad intelectual del presente trabajo es exclusivamente de su autor. La Universidad del Rosario no se hace responsable de contenidos, opiniones o ideologías expresadas total o parcialmente en él.

A handwritten signature in black ink that reads "Diego R. Cabrera M." with a stylized flourish at the end.

Diego Rafael Roberto Cabrera-Moya

Mayo 08 de 2020

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos meses del año 2000, en Bogotá se implementó el sistema de transporte masivo tipo BRT denominado Transmilenio y lo expandió gradualmente hasta el año 2013. Desde ese momento se han formalizado algunas opciones de expansión de la cobertura del Sistema por medio de ramales o con la utilización de carriles mixtos y compartidos con el tráfico tradicional. Conceptualmente se buscaba con su implantación mejorar la calidad del transporte público e influir positivamente en el desarrollo económico y social de la ciudad y en la protección ambiental del entorno. Este estudio evalúa el impacto de Transmilenio en la ubicación de empresas y generación de empleo. Este tema no ha sido abordado en la literatura hasta la fecha y es útil para establecer, no sólo un marco de análisis metodológico, sino recomendaciones para potenciar el impacto de proyectos de transporte en las firmas y el empleo.

Particularmente para la ciudad de Bogotá y en relación con un fenómeno específico que desde las últimas décadas del siglo pasado despertó el interés de diferentes profesionales y académicos interesados en entender los fenómenos sociales a nivel mundial y el cual se refiere al papel especial que juegan las ciudades y sus fenómenos asociados en el desarrollo de los países y en la economía mundial, la revisión adelantada para esta investigación ha permitido identificar propuestas basadas en las teorías de aglomeración sobre las cuales se profundizará más adelante, las cuales analizan tópicos relacionados con la denominada Nueva Geografía Económica y con la Econometría Espacial tales como los fenómenos de la interdependencia espacial de las empresas, la aglomeración industrial en el área metropolitana de la ciudad, la identificación de subcentros de empleo y comercio en la ciudad, la incidencia de estas economías en los sectores reales localizados en el área urbana, el estudio de las propiedades de redes de mercados laborales, el aporte de la inversión en transporte público en el desarrollo económico urbano, el impacto del transporte público en el ordenamiento de la ciudad, la localización del empleo y su evolución a través del tiempo, entre otros.

Por otro lado, la implementación del Sistema de Transporte Público en su componente trocal denominado Transmilenio se fundamentó en principios de sostenibilidad y sustentabilidad para la ciudad y sus componentes, de optimización del tiempo de los usuarios y en consecuencia en principios de mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos (Chaparro, 2002). Estos principios fundamentales han dirigido la evolución del Sistema a través de su desarrollo, fenómeno cuyo análisis se alinea con los postulados básicos de las ventajas de la aglomeración.

El importante aumento que han experimentado las transacciones comerciales y económicas a nivel mundial y la organización que han adoptado las ciudades en respuesta a este fenómeno podría ser la explicación del interés académico que se acaba de exponer.

Y la participación que las organizaciones tienen en este fenómeno se constituye en uno de los objetos de estudio de las ciencias administrativas. Se plantea que en las últimas décadas este fenómeno ha derivado en un aumento de la complejidad de la demanda y de la oferta de recursos, canales, productos y servicios por parte tanto de la población de las ciudades como de las organizaciones que en estas se ubican. Tanto la dinámica como la importancia de este fenómeno y sus características han sido abordadas en la academia en una corriente denominada nueva economía urbana (Boix Domènech, 2004; Castells, 2000; Sassen, 2007). Esta disciplina se ocupa de analizar los fenómenos económicos que se presentan en los diferentes núcleos de población y que proyecta dichos análisis para la definición y elaboración de estrategias económicas urbanas y para la definición de políticas públicas que respondan a estas particularidades.

En este sentido, diferentes autores han propuesto teóricamente la existencia de posibles efectos de las inversiones en transporte en la estructura urbana y en la dinámica geográfica de las ciudades (Banister & Berechman, 2003; Banister & Berechman, 2001; Gillen & Waters II, 1996; Mencinger, 2003). Dentro de este grupo, han surgido también propuestas que buscan demostrar empíricamente la posible relación por medio de planteamientos, modelos y métodos que distinguen entre las diferentes modalidades de transporte y su incidencia en las decisiones de ubicación geográfica de las empresas, en la generación de empleo y en los resultados económicos de las firmas. Estas propuestas a su

vez han servido como argumento para reafirmar y contrastar estos resultados con los planteamientos teóricos que inician a partir de los estudios de Alfred Marshall en el siglo XIX y que han evolucionado permitiendo a la teoría económica afirmar que estas decisiones empresariales de ubicación también se ven influenciadas por la posibilidad de aprovechamiento de las ventajas que supone la interacción de los actores económicos de las ciudades, por la densificación residencial y con fines económicos de su territorio y las relaciones que esta situación conlleva y por los flujos de desplazamiento de sus habitantes y los flujos económicos que estos generan, en lo que la teoría denominó aglomeraciones económicas (Cervero, 1997; Combes & Gobillon, 2014; Duranton & Kerr, 2015; Duranton & Puga, 2004; Duranton & Turner, 2012; Glenn Ellison & Glaeser, 1994; Fujita, Krugman, & Venables, 2001; Graham, 2007b; Krugman, 1990, 1995; Rappaport, Glaeser, & Kahn, 2000).

En la misma línea de esta evolución y de manera complementaria, la econometría espacial se ha convertido en la rama de la econometría aplicada que permite la utilización de datos georeferenciados para el tratamiento del espacio en modelos económicos que permitan explorar la dependencia espacial en ciertos fenómenos (Aroca, 2000; Buzai & Borsdorf, 2014; Diggle, Besag, & Gleaves, 1976; Ripley, 2005; Serrano & Valcarce, 2002). La posibilidad de analizar por medio de este tipo de modelos las decisiones de ubicación geográfica de los actores urbanos y así mismo analizar los resultados que de estas decisiones se puedan derivar, en relación con un fenómeno de vital importancia para el desarrollo de las ciudades como lo es la adopción y el desarrollo de los sistemas de transporte público masivo, se puede considerar en una propuesta adecuada para la academia.

Como lo destaca un informe del Banco Mundial (2016), el porcentaje de la población colombiana que se ubicó en las ciudades y en las cabeceras municipales en Colombia superó el 75% en el año 2015 en comparación con aproximadamente el 70% que lo hacía a finales del siglo XX. Bárcena (2001) expone que este nivel de crecimiento en algunos países latinoamericanos, plantea grandes desafíos para el Estado y para las organizaciones tanto del sector público como del sector privado, relacionados con la posibilidad de ofrecer una adecuada provisión de servicios urbanos, bienes públicos y de diferentes factores

económicos que permitan a la población el acceso a diferentes oportunidades laborales, a productos y a servicios de consumo por medio de estrategias que permitan minimizar problemas de inequidad social, de inequidad espacial y de acceso geográfico a diferentes sectores de las ciudades. Lo anterior redundaría en la disminución de los potenciales índices de pobreza y de fragmentación social, por medio de la promoción de estrategias de ordenamiento territorial que permita atender las necesidades crecientes de infraestructura y crecimiento relacionadas entre otras con la red vial, el transporte público, la vivienda y los servicios básicos.

Para el autor de este documento, el planteamiento de un estudio con las características enunciadas en los párrafos anteriores, es decir haciendo uso de modelos de análisis cuantitativo y espacial, por medio de técnicas de evaluación econométricas aplicadas a las ciencias administrativas y a la evaluación del impacto de las políticas públicas teniendo como objeto de estudio la ciudad de Bogotá y las empresas que en ella se ubican, su distribución geográfica, el aporte de estas empresas a los niveles de empleo y el desarrollo del Sistema Integrado de Transporte Público en el período comprendido entre el 2005 y el 2015, se convierte en una propuesta de aporte al estado del arte de esta temática para la ciudad.

Es así que el argumento principal de esta propuesta propone que las inversiones y el aumento en la cobertura de Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones en el período comprendido entre el 2005 y el 2015 han impactado de manera significativa los siguientes aspectos: i) la ubicación geográfica de las empresas en Bogotá y ii) la generación de empleo en estas empresas.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La dinámica de crecimiento que han experimentado las ciudades a nivel mundial desde la segunda década del siglo XX, se ha convertido en un tema de interés para diferentes investigadores. Este interés abarca no solo el fenómeno en sí, sino también el detalle sobre las causas, los determinantes y las consecuencias de este crecimiento.

Es así que una de las corrientes académicas que intenta entender lo anterior, se ha enfocado en el análisis de la contribución de los bienes, servicios e infraestructura pública en el desempeño y evolución tanto de las ciudades como de las empresas que en ellas se localizan y del papel de los diferentes actores que se relacionan con estas.

El análisis de la literatura a nivel mundial y a nivel local a este respecto, ha permitido la identificación de diferentes planteamientos tanto teóricos como empíricos que proponen diferentes abordajes y metodologías para entender la interacción de algunos de los actores que confluyen en las ciudades.

Las propuestas teóricas de Marshall hechas en el siglo XIX y retomadas por Krugman (1997) en el siglo XX sirven como punto de partida para diferentes análisis de las interacciones entre los actores urbanos, al afirmar que las personas y las firmas escogen sus lugares de ubicación en función de las ventajas que esta localización pueda brindarles. De manera más específica, autores tales como Banister y Berechman (2003), Gospodini (2005) o J. V. Henderson, Shalizi y Venables (2001) se han apoyado en estos postulados y han explorado las relaciones entre las inversiones en transporte en la estructura urbana, en su desarrollo económico y en la dinámica de crecimiento geográfico de las ciudades.

El desarrollo de la geografía económica, el desarrollo urbano y el sector transporte lograda durante las últimas décadas ha derivado en un nivel de especificación importante donde los efectos y relaciones descritos en el punto anterior han logrado posibilidades de detalle que permiten el análisis específico de las mencionadas interacciones en atención a diferentes modalidades de transporte.

La presente investigación y la lógica bajo la que se analizarán los sistemas de transporte parte de una taxonomía definida por el autor sobre estas categorías de transporte, la cual fue elaborada a partir de la propuesta de diferentes académicos. Luego de diferenciar cada uno de estos modos y resaltar las características que los diferencian, se presenta una revisión detallada de estudios empíricos sobre los resultados presentes en la literatura acerca de los efectos de la inversión en cada una de estas modalidades de transporte en la estructura

urbana, enfocada en aspectos tales como la accesibilidad y su relación con los centros de empleo, la localización de las empresas y la generación de empleo.

Esta revisión finaliza resaltando estos resultados surgidos de las inversiones en sistemas de transporte público masivo de tránsito rápido (*BRT* por sus siglas en inglés) en la estructura urbana de las ciudades que se ven influidas por este desarrollo, al tratarse específicamente de la modalidad objeto de estudio escogida para esta investigación.

La ciudad de Bogotá no es una excepción a este fenómeno, al haber experimentado de manera simultánea durante las últimas décadas tanto la implementación de un sistema de transporte masivo tipo BRT, como fenómenos de expansión geográfica y de crecimiento poblacional de niveles importantes, situaciones que no han permitido que la implementación del sistema de transporte, la evolución de la estructura y el desarrollo de la ciudad respondan de manera adecuada a estos niveles de crecimiento y expansión (Acevedo et al., 2009; Behrentz, Carrizosa, & Acevedo, 2009; Cabrera-Moya, 2014; González Rodríguez & Aldana, 2005; Hidalgo, 2014; Montañez, 2013; Tarchópulos & Ramos, 2003; Urazán & Velandia, 2012). Como lo señala Kissack (2013), el continuo análisis del territorio, la soberanía, la autoridad y el adecuado ordenamiento de las ciudades -que incluye el posicionamiento geográfico tanto de las empresas como de los hogares y los patrones de desplazamiento de los actores que pertenecen a su economía, sus sistemas de movilidad y de transporte público-, es una cuestión apremiante para todas las áreas de las ciencias sociales.

Esta revisión permitió definir la problemática específica que se pretende abordar, al identificar que existen vacíos teóricos y empíricos sobre el análisis y comprobación de los posibles efectos del desarrollo de los sistemas de transporte público tipo BRT en la dinámica empresarial y organizacional de las ciudades. Algunos de los aspectos que explican estas falencias se deben al corto tiempo transcurrido desde que estos sistemas fueron implementados en diferentes ciudades del mundo y a que la mayoría de estudios se han centrado en evaluar el efecto de esta implementación en el valor y en el uso del suelo (Bocarejo, Portilla, & Meléndez, 2016; Cervero, 2013; Estupiñán, 2011; Hidalgo, Pereira, Estupiñán, & Jiménez, 2013; Scholl, Bouillon, Oviedo, Corsetto, & Jansson, 2016; Suzuki, Cervero, & Iuchi, 2013).

Es así que esta propuesta de investigación de tesis doctoral busca aportar a la baja disponibilidad de estudios acerca de las inversiones en sistemas de transporte masivo tipo BRT y sus efectos en la localización de las empresas y en la creación de empleo, integrando estos dos cuerpos de conocimiento sobre transporte y desarrollo urbano y sobre la dinámica de las firmas por medio de un diseño cuasiexperimental que hace uso de metodologías de análisis cuantitativo y espacial. Así mismo pretende aportar al vacío identificado en la literatura sobre estudios empíricos adelantados en la ciudad de Bogotá que articulen la literatura sobre las inversiones en el sistema de transporte público tipo BRT y la literatura sobre las decisiones estratégicas de ubicación de las organizaciones.

Para tratar de aportar en este sentido, la presente investigación propone analizar los cambios en el tiempo de los efectos del aumento de la cobertura de Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones entre el 2005 y el 2015 en los siguientes aspectos: i) la ubicación geográfica de las empresas en Bogotá y ii) la generación de empleo en estas empresas, proponiendo de esta manera un aporte original para Bogotá de la manera en que puede analizarse la incidencia de la inversión en transporte público y la dinámica y los resultados de la gestión empresarial.

El primer capítulo se ocupa de la fundamentación conceptual que soporta el diseño que se propone en el estudio, la metodología y diseño del estudio y se utiliza también como soporte y punto de partida para la validación de las hipótesis y para el análisis de los resultados empíricos obtenidos.

En términos metodológicos de acuerdo con lo expuesto en el segundo capítulo, la investigación plantea un diseño cuasiexperimental que le permite plantear un alcance de carácter exploratorio, descriptivo, y correlacional que permitirá la evaluación de los efectos enunciados en el párrafo anterior; lo mencionado se desarrollará en cuatro fases: un análisis de la dinámica de posicionamiento geográfico de las empresas en Bogotá, un proceso de caracterización los flujos de la población de la ciudad discriminados por actividad económica, seguida por la estimación de la incidencia que se obtiene en la generación de empleo de las empresas causada por la cercanía geográfica de estas empresas a las aglomeraciones identificadas y el uso de un modelo de regresión que permita estudiar la

relación entre el aumento de la cobertura de Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones durante el período de estudio, la ubicación geográfica de las empresas en Bogotá y la generación de empleo de estas empresas.

Las relaciones presentes en la investigación se presentan en la Figura 1, resaltando que estas deben entenderse dentro de la taxonomía presentada en la revisión de la literatura y cuyas características se presentan en el apartado sobre clasificación de los sistemas de transporte terrestre.

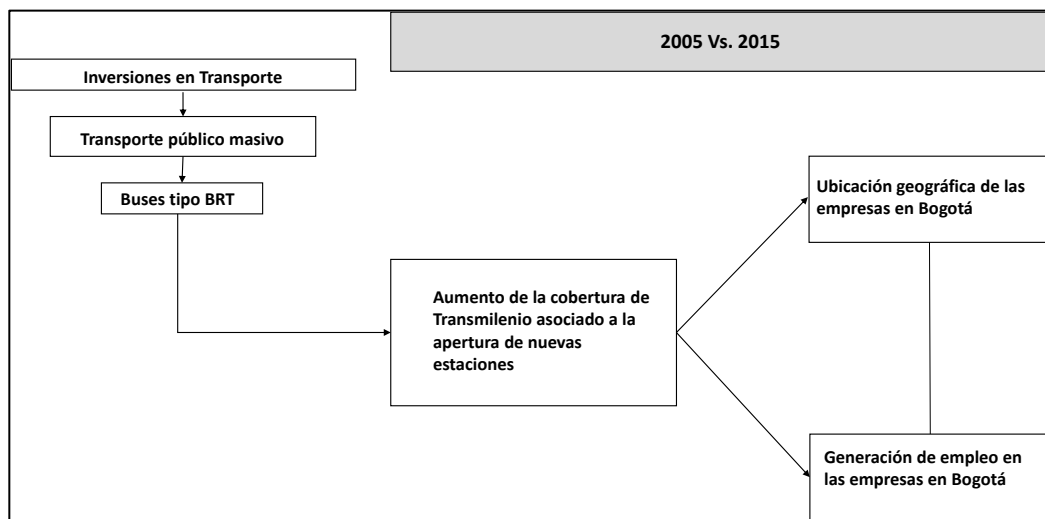


Figura 1. Propuesta de posibles correlaciones entre componentes de la investigación  
Fuente: Elaboración del autor

El componente de comprobación empírica presentado en el tercer capítulo, los resultados del estudio y su discusión se presenta en los últimos capítulos del documento y consta de dos apartados. En el tercer capítulo se adelanta una revisión para entender la dinámica de la evolución de la actividad económica en la ciudad en los años de estudio, utilizando para ello se acude a diferentes medidas de distribución espacial y se proponen tres categorías principales dentro de las cuales se agrupan tanto medidas, índices o gráficos (mapas) de análisis de localización destacados en la literatura. Estas categorías son: (i) Caracterización de la distribución empresarial discriminada por actividad económica, (ii) Medidas de concentración y (iii) Medidas de especialización. Es así que para analizar la dinámica de posicionamiento y evolución económica de la ciudad en el período referido así

como de su interacción con el Sistema de transporte Público de acuerdo con lo definido en el presente documento, se hace uso de diferentes herramientas estadísticas, gráficas y de técnicas de análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) (Chasco Yrigoyen, 2003) por medio de diferentes instrumentos e índices incluidos en las tres categorías propuestas. Entre ellos se cuentan los índices de densidad y presencia de las empresas, empleados y cobertura del sistema Transmilenio, los índices de contigüidad y de presencia geográfica, así como los índices de especialización y diversidad económica entre los cuales se cuentan la distancia estándar e índices tales como el de Gini, el de Theil, el de Lieberman, el de Herfindahl, el de Morin, el de Ellison, el de Getis-Ord y la función K de Ripley entre otras. Estos resultados relacionados con la dinámica de ubicación y existencia de empresas y empleo en la ciudad analizados a la luz de las dinámicas de desarrollo del sistema de transporte, permiten incluir cada una de las zonas de estudio dentro de las categorías propuestas por Giuliano y Small (1991) para comparar fenómenos de concentración o dispersión y permite por tanto incluir cada una de estas en fenómenos de concentración o dispersión o de monocentrismo o policentrismo

, permitiendo catalogar cada una de las zonas de la ciudad dentro de nuevas taxonomías complementarias utilizadas por García López (2006) y por Roca Cladera, Arellano Ramos y Moix Bergadà (2011) donde se define el policentrismo especializado y el umbral geográfico de densidad y empleo.

El cuarto capítulo correspondiente a la metodología propuesta para la validación específica de las hipótesis propuestas en el segundo capítulo, se adelanta una revisión sobre la validez y eficiencia de los modelos de regresión lineal y su aplicabilidad al contexto del estudio. En este se justifica la utilización de modelos de regresión cuantílica para la comprobación de las hipótesis propuestas y se explica su elección de este tipo de modelos frente a los modelos tradicionales de regresión por mínimos cuadrados, destacando las ventajas de los métodos seleccionados y explicando por qué se consideraron de mejor desempeño para este experimento en particular. Así mismo se presenta el proceso de construcción de cada modelo para las hipótesis planteadas a fin de comprobar el comportamiento de las relaciones analizadas y el sustento teórico de las mismas.

El quinto capítulo se ocupa de la presentación de los resultados empíricos asociados a la propuesta que pretende estudiar la relación entre las inversiones en transporte, el aumento de la cobertura de Transmilenio y tanto el posicionamiento geográfico como la generación de empleo en las empresas de la ciudad de Bogotá evaluadas para los años 2005, 2010 y 2015. En primer lugar este capítulo presenta los análisis descriptivos de la información y sus variables para los tres períodos de estudio, la revisión conceptual de los componentes y resultados disponibles para los modelos de regresión, el significado y las posibilidades de predicción de los coeficientes resultantes en los modelos de regresión, la estructura del modelo propuesto para el análisis del efecto marginal de las variables independientes para cada una de las hipótesis de acuerdo con la estructura planteada y la presentación y análisis de resultados para cada hipótesis y para cada modelo.

Lo anterior se complementa con una sección de conclusiones y discusión de los resultados obtenidos en la investigación.

# **1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL**

## **1.1. Fundamentación conceptual general**

### **1.1.1. Análisis de la sociedad y las organizaciones en la nueva geografía económica**

Desde finales de la década de los 80's, diferentes académicos han querido dirigir sus investigaciones y sus reflexiones hacia el análisis del papel fundamental que han ejercido las ciudades y las organizaciones urbanas en la economía mundial, en especial desde la segunda mitad del siglo XX. El aumento en la escala de las transacciones económicas a nivel mundial ha resultado también en un aumento en la complejidad de la demanda de recursos, canales y servicios por parte de las organizaciones en un intento por responder a un fenómeno catalogado como nueva economía urbana (Boix Domènech, 2004; Castells, 2000; Sassen, 2007).

En este sentido, diferentes académicos interesados en analizar en detalle los fenómenos de lo que podría denominarse una nueva corriente de la economía aplicada, destacan también que esta situación causa en las ciudades no solo nuevas formas de organización al interior de las mismas en fenómenos tales como las geografías de centralidad o de dispersión en atención a si las decisiones tienen que ver con agrupar o disgregar sus componentes respectivamente, sino también una nueva geografía de marginalidad en la que se conforman sectores geográficos que brindan condiciones más o menos favorables a sus ocupantes (Wacquant, 2001).

En sus propuestas, los académicos hacen entonces un llamado a que las políticas gubernamentales se preocupen también en la reducción de las nuevas formas de inequidad económica, espacial y social que se generan por esta causa.

Para la generalidad de países latinoamericanos, lo anterior ha resultado en una especial evolución del hábitat urbano, donde uno de los procesos que más ha influido en esta nueva configuración de las ciudades es el surgimiento de nuevas formas de interacción de los sectores público, privado y de la ciudadanía. En concordancia con lo anterior Bárcena (2001) puntualiza el hecho de que en Colombia el porcentaje de la población ubicada en las ciudades y en las cabeceras municipales superará el 82% en el año 2020 y que algunos de los grandes desafíos que enfrentan estas ciudades por este motivo tienen que ver con la necesidad de contar con una adecuada provisión de servicios urbanos, con la necesidad de definición de estrategias innovadoras para

resolver problemas de inequidad, hacinamiento, pobreza y segmentación territorial, con decisiones que promuevan el control y la minimización de las actividades productivas que generan contaminación ambiental, con la definición de estrategias de ordenamiento territorial, con la atención a los procesos de crecimiento geográfico desordenado que puedan significar la ocupación de territorios con dificultades de acceso a los centros de empleo y con vulnerabilidad frente al riesgo de desastres naturales y con el fomento a la inversión (tanto pública como privada) que permita atender las necesidades crecientes de infraestructura y crecimiento relacionadas entre otras con la red vial, el transporte público, la vivienda y los servicios básicos (2001).

Si a lo anteriormente expuesto se suma el hecho de que más del 80% de la población de América Latina vive en las ciudades y que la historia muestra que el crecimiento de las urbes se ha adelantado de manera desorganizada debido a que estas se urbanizaron tres veces más rápido que en Europa (Banco Mundial, 2016), puede establecerse que la propuesta de investigaciones que intenten aportar al esclarecimiento de los fenómenos que surgen de la interacción de los actores que confluyen en las ciudades, contribuirían también a la toma de decisiones en política pública a fin de reducir la brecha que se destacó en el párrafo anterior.

Es así que la propuesta presentada en este documento se ocupará de estudiar la relación entre el aumento de la cobertura de Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones entre el año 2005 y 2015 y los siguientes dos aspectos: i) la ubicación geográfica de las empresas en Bogotá y ii) la generación de empleo en estas empresas.

En lo que podría considerarse un consenso dentro de esta corriente, estos autores catalogan los patrones de ubicación geográfica de las empresas dentro de un constructo al que hacen referencia en sus trabajos y que se denomina *aglomeración o concentración organizacional* y que deriva en otros fenómenos tales como los *subcentros de producción y de empleo*. Como lo explican Cervero (1997), Duranton y Puga (2004) y Graham (2007b), en su propuesta para explicar los microfundamentos de esta aglomeración geográfica, se parte de la premisa de que las ciudades y las organizaciones industriales no se agruparían como tal si no existieran beneficios tangibles derivados de este posicionamiento.

Y explican también que estas ventajas derivadas de la concentración espacial de diferentes tipos de actividades económicas, generalmente son categorizadas dentro de una teoría denominada *economías de aglomeración*.

Diferentes autores han propuesto teóricamente la existencia de una relación entre la ubicación geográfica de las empresas en un territorio, la productividad de las mismas y la inversión en transporte. Dentro de este grupo, han surgido también propuestas que buscan demostrar empíricamente esta relación por medio de planteamientos que involucran correlaciones entre diferentes componentes o variables de los aspectos enunciados.

En los apartados que se presentarán a continuación, se expone un breve recorrido sobre el desarrollo de este tema y de su estado actual, además de los conceptos que de este se han derivado a manera de soporte de la propuesta que se presenta en este escrito y que pretende explorar la posible relación entre la elección de ubicación geográfica de las empresas, su aporte como unidades productivas que impactan la renta del territorio y las condiciones de acceso con las que cuentan.

### **1.1.2. Concepto, principios de las economías de aglomeración y las decisiones de las organizaciones**

Haciendo un recorrido e intentando identificar los orígenes de este concepto, nos podemos remitir a la referencia que hace Krugman (1997) sobre Alfred Marshall<sup>1</sup>, de quien se reseña que en 1890 planteó la idea de que la producción aumentaba si las empresas se ubicaban en lugares más grandes y/o más densos, lo que podría considerarse como la primera formalización de un fenómeno que luego derivaría en la teoría enunciada. Durante el siglo XX Weber (1909) retomó los conceptos de Marshall y los utilizó sistemáticamente en sus propuestas. A su vez, autores tales como Hoover (1937), Lösch, Woglom y Stolper (1954), Christaller (1966) y Ohlin (1967) retomaron estas propuestas y las adaptaron a los nuevos paradigmas existentes, generando nuevos planteamientos.

Continuando con este recorrido sobre las propuestas que han permitido una evolución al concepto actual sobre economías de aglomeración, podemos distinguir una segunda etapa en la que pueden identificarse autores tales como Koopmans (1957), Vernon (1963), Mills (1967) o Jacobs (1970) quienes entendieron y propusieron el análisis de las ciudades a partir de fenómenos mucho

---

<sup>1</sup> Desde el siglo XIX, Marshall ya proponía la existencia de ventajas asociadas a la confluencia de empresas en un territorio delimitado. (Marshall, 1890)

más complejos que la simple reunión geográfica de sus actores e incluyeron en esta el análisis de los fenómenos que ocurren a partir de la interacción de los mismos, de sus relaciones, de los flujos de sus habitantes y los flujos económicos que estos generan e incluso la conformación de complejas redes de ciudades consecuencia de lo anterior (llamadas *réseaux de villes* en la literatura europea<sup>2</sup>). Estos planteamientos permitieron que durante las últimas décadas se aceptara un nuevo paradigma de organización espacial denominado “aglomeración económica”.

Posteriormente estas ideas sirvieron de base a Porter (1986) para afirmar que la aglomeración, la competitividad y la política regional son temas íntimamente relacionados al incluir de manera simultánea características relacionadas con la infraestructura, las comunicaciones, el acceso a los ingresos y la disponibilidad de los mercados. Estas ideas iniciales continuaron su desarrollo en otros trabajos de Porter (1998) profundizaron aún más en este concepto, afirmando que las externalidades que provienen de las decisiones de co-localización de las empresas son una fuente potencial de ventajas competitivas. Externalidades que resultan de la ubicación de las firmas, permitiendo que los costos de las comunicaciones y el movimiento de bienes y productos se reduzca y el acceso a los mercados distantes se facilite conllevando a que la importancia de la economía urbana generalizada disminuya.

Desarrollos posteriores de estas mismas ideas han permitido que autores como Delgado, Porter y Stern (2014) retomen estos postulados profundicen en la definición de las ventajas de la aglomeración inter e intra urbana y planteen nuevos postulados con mayor nivel de comprobación empírica tales como:

- Las industrias que se localizan en clúster robustos registran mayores niveles de creación de empleo y de crecimiento.
- Existe evidencia de complementariedad entre el empleo y el desempeño de la innovación en las aglomeraciones regionales.
- Al existir entornos de aglomeración fuertes, se hace posible el surgimiento de nuevas industrias regionales.

Para entender este concepto, en primer lugar podemos remitirnos al significado inicial que plantea el Instituto Nacional de Estadística y Estudios Económicos de Francia (*I.N.S.E.E* por su

---

<sup>2</sup> (Camagni, 1993; Camagni & Gibelli, 1994; May, 1993)

sigla en francés) desde la óptica disciplinar de la geografía y que se refiere a un grupo de viviendas contiguas o cercanas que albergan al menos 50 personas en un caserío, un pueblo o una ciudad (George & Soto, 2004). Este concepto sirve de punto de partida para la definición desde la óptica de la geografía económica.

Para efectos de este trabajo y desde el punto de vista señalado, aglomeración se entenderá como el conjunto conformado por una ciudad y el territorio urbanizado que la rodea, que comprende los fenómenos y particularidades que posibilitan su funcionamiento y desarrollo dependiendo de sus servicios centrales y de su aparato de gestión económica. Por definición, esta aglomeración es un agregado administrativo que contiene las instituciones locales, municipales o departamentales que asocia los componentes de la agrupación madre y de aquellas agrupaciones secundarias morfológica y funcionalmente relacionadas. De la misma manera y como se detallará durante esta revisión, propuestas recientes tratan temas que interactúan simultáneamente con las aglomeraciones tales como las ventajas para la productividad, su papel respecto a los fenómenos que suceden al interior de las ciudades en relación con el crecimiento urbano, las aglomeraciones y las decisiones estratégicas de las firmas y las dinámicas de organización y conformación de conglomerados de las mismas al interior de los centros urbanos (Beeson, 2017; Camagni, Capello, & Caragliu, 2017; Mitchell, 2019; Nakamura, 2018; Verstraten, Verweij, & Zwaneveld, 2019; T. Yang, Pan, Hewings, & Jin, 2019).

Aunque inicialmente esta definición se planteó para las ciudades como agrupaciones principales, la dinámica de la geografía económica y otros fenómenos que se discutirán en el presente capítulo, permitieron que este fenómeno fuera analizado también para los fenómenos micro que se presentaban al interior de las ciudades y que no respondían únicamente al funcionamiento general de la ciudad sino en la mayoría de los casos, al funcionamiento y características de una industria, de un sector, de un tipo de empresa o de un subconjunto espacial. Lo anterior permitirá la definición de algunos análisis que se proponen a lo largo de esta investigación.

La complejidad de esta situación radica en que es precisamente esta dinámica continua la que no permite establecer criterios unificados para efectos de su análisis. La delimitación que se propone para intentar acotar las investigaciones es totalmente circunstancial y es este desarrollo inter e intra-urbano el que resulta en un proceso de delimitación e inclusión de nuevos actores

geográficos y espaciales dentro de los límites iniciales definidos para un análisis. Es así que se presenta un fenómeno de delimitación en el cual la incorporación de estos actores al espacio inicialmente delimitado “empuja” los límites o contornos de la aglomeración. Los determinantes que configuran los nuevos criterios de delimitación de la aglomeración para su análisis corresponden a fenómenos tales como la densidad de población, el número de habitantes regulares o circunstanciales, el espacio construido y urbanizado, la estructura espacial de esta aglomeración, la movilidad interna y hacia el exterior de los límites definidos de la población activa (migraciones cotidianas, por efectos de la actividad económica o permanentes), el nivel de vida, la presencia e intensidad de los mecanismos habitacionales, económicos y de servicios o incluso las tasas de empleo, de productividad o de consumo de energía.

Este paradigma puede identificarse tanto a nivel inter-urbano como a nivel intra-urbano, posibilitándose interacciones entre organizaciones que permiten entender la existencia tanto de aglomeraciones monocéntricas como de aglomeraciones policéntricas. Estos conceptos serán analizados en detalle más adelante. La complejidad de los fenómenos sociales, urbanos y económicos de la actualidad evidencian que esta evolución propende en mayor medida hacia las estructuras de tipo polinuclear por el desarrollo de otros núcleos secundarios que complementan los núcleos centrales inicialmente desarrollados en las ciudades.

Durante la década de los 90's, importantes aportes teóricos y empíricos fueron presentados por académicos reconocidos tales como Krugman, Fujita y Venables quienes profundizaron en los conceptos de la localización geográfica de las organizaciones (Krugman, 1991, 1998), en la complejidad de su análisis y en la posible interrelación de esta con los resultados de estas empresas (Krugman, 1994), evidenciando así mismo lo que algunos autores denominaron el “renacimiento” de trabajos sobre los aspectos espaciales de la economía mediante el uso de nuevas herramientas y técnicas de modelamiento (Fujita, Krugman, & Venables, 1999).

Estos aportes propusieron modelos que intentaron comprobar hipótesis tales como que las empresas escogen su ubicación para maximizar las ganancias (Krugman, 1990), idea que se convierte en uno de los temas centrales de este proyecto y que sirve como punto de partida para el enfoque de la nueva geografía económica y sobre la que este Premio Nobel resalta que esta óptica se concentra en estudiar la localización, distribución y organización de las actividades económicas a lo largo de la tierra, en la localización de las industrias, los flujos de comercio, el intercambio y

la distribución de bienes y servicios, así como de las características de acceso que se presentan en los diferentes mercados (Krugman, 1994). Este académico propone modelos de equilibrio que intentan estimar los patrones de aglomeración de los diferentes agentes económicos localizados en una región geográfica específica, que intentan generar economías de escala.

El análisis de estas aglomeraciones desde el punto de vista de la geografía económica, distingue la existencia de externalidades a la empresa que interactúan con las decisiones de localización escogidas y con los retornos resultantes de este fenómeno, que a su vez se combinan con los costos de transporte derivados de la accesibilidad y/o de la distancia con otros agentes generando de esta forma fuerzas centrífugas y centrípetas que determinan la ubicación final de los agentes.

El impulso dado en la última década del siglo pasado a esta temática gracias a una gran cantidad de trabajos que se sumaron a los relacionados en párrafos anteriores, permitieron el despertar de un nuevo interés por el análisis de las interrelaciones entre los actores económicos de un territorio y los fenómenos que confluyen en el análisis de la economía espacial. Este interés observado en trabajos tales como los de Fujita y Ogawa (1982), McDonald (1997) y Cervero (1997, 1998) donde se plantea la posible relación directa entre las ventajas potenciales a las que podría acceder una organización debido a su localización y el aumento de su productividad, ha permitido que en los primeros quince años del nuevo siglo una gran cantidad de académicos de diferentes latitudes se hayan interesado también por esta línea de investigación y se haya hecho posible la identificación de diversas propuestas a partir de ellos. El impulso y los nuevos desarrollos al respecto se encuentran en propuestas tales como las de Clark, Feldman, Gertler y Wójcik (2018), Papageorgiou (2018), Beall (2019), De Roo y Miller (2019) y Felsenstein y Taylor (2019) quienes incluyen la relación entre el desarrollo urbano, la economía y el papel de las políticas públicas para potencializar las ventajas de esta nueva economía espacial.

Es así que Camagni (2005) propone que dada esta gran variedad de líneas que resultan del análisis de los espacios urbanos y sus fenómenos económicos, estas pueden analizarse y categorizarse atendiendo a diferentes principios que determinan la organización de cada espacio de análisis. Estos principios que tienen que ver con fenómenos económicos, sociales, organizacionales, espaciales o de los intereses de los actores que en este confluyen, propuesta que se detalla en la Figura 2.

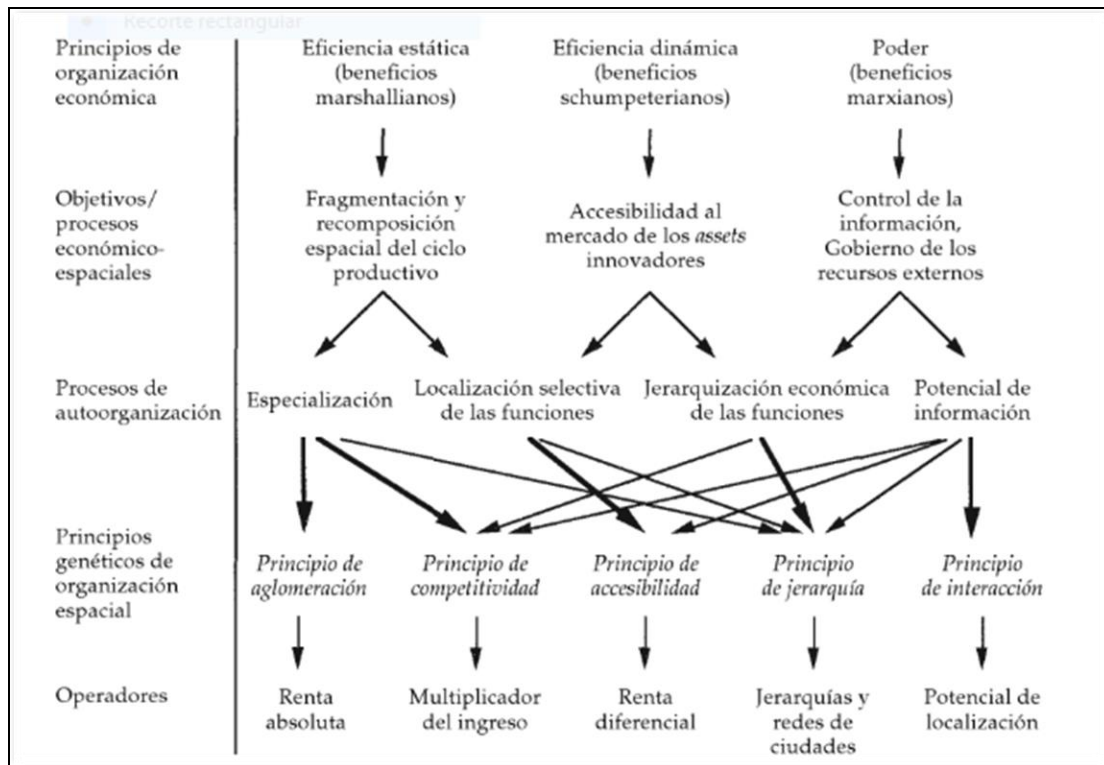


Figura 2. Principios organizadores de un espacio económico.  
Fuente: (Camagni, 2005)

Analizando los componentes que se identifican como “principios genéticos” de la ubicación espacial, nos damos cuenta que el principio de aglomeración impacta de manera directa la renta del territorio, idea que es consecuente con lo expresado anteriormente y que permite afirmar la existencia de la posible relación propuesta. Como lo anota este autor, “las ciudades existen y han existido en la historia porque los hombres han encontrado más ventajoso y eficiente gestionar las propias relaciones sociales, económicas y de poder de forma espacialmente concentrada”.

### 1.1.3. Tipología de las economías de aglomeración

Como se definió en el apartado anterior, el concepto de economías de aglomeración surge del análisis de las ciudades a partir de fenómenos mucho más complejos que la simple reunión geográfica de sus actores e incluyeron en esta el análisis de los fenómenos que ocurren a partir de la interacción de los mismos, de sus relaciones, de los flujos de sus habitantes y los flujos económicos que estos generan.

Este análisis permite que algunos autores hayan propuesto diferentes ópticas para analizar el vínculo entre la productividad en la economía de las empresas ubicadas en un territorio y el tamaño urbano de la unidad espacial que las contiene, las cuales podrían abordar esta relación analizando las *economías externas a la empresa pero internas a la industria denominadas "economías de localización o de yuxtaposición"* y analizando las *economías externas a la empresa y a la industria pero que se originan en la unidad espacial en la que está ubicada la empresa o "economías de urbanización"* (Cervero, 1997; Duranton & Puga, 2004; Graham, 2007b; Rosenthal & Strange, 2004).

Bajo otra clasificación pero con la misma óptica tendiente a identificar el origen de las ventajas de la aglomeración, pueden destacarse las propuestas de Alcácer y Chung (2010) y de (Alcácer & Delgado, 2012), aportan un enfoque más estratégico sobre la decisión de localización de la empresa.

La primera de ellas, propone un marco de análisis de tres capas. Inicialmente se evalúa la importancia relativa de la mano de obra, los proveedores y el efecto del conocimiento en sectores diferentes al analizado. En segunda instancia se analiza el beneficio que puede traer a las empresas la aglomeración geográfica y finalmente analiza porqué algunas empresas pueden estar más inclinadas a la ubicación conjunta que otras, en función a sus rasgos internos.

La segunda propuesta, se resalta el efecto de las economías de aglomeración que se obtiene tanto de la localización geográfica (externa) como de las capacidades propias de cada empresa surgidas de esta localización (internas), permitiendo entender que estas se diferencian atendiendo al tipo de actividad y siendo originadas tanto al interior de una actividad como en la interacción entre actividades complementarias. Precisamente al analizar las ventajas de la aglomeración en esta interacción entre actividades complementarias, logran evidenciar que el impacto es asimétrico.

#### **1.1.4. Economías de localización o de yuxtaposición**

Las economías de localización son aquellas que se refieren a las ganancias externas a la empresa pero internas a la industria, propias de esta o de un conjunto de establecimientos conexos que se pueden atribuir a su localización. Al entenderse industria como el conjunto de establecimientos o empresas que pertenecen a un mismo sector de actividad económica, el análisis

de las economías de localización se refiere a las ganancias derivadas de las ventajas existentes al pertenecer al grupo de empresas de esta actividad. Es decir, son economías internas a nivel de industria pero continúan siendo externalidades para las empresas que las aprovechan y estas ganancias corresponden al tamaño de dicha industria en una localización dada.

En sus trabajos adelantados a finales del siglo XX, V. Henderson, Kuncoro y Turner (1995) estimaron funciones agregadas de producción por industria intentando demostrar la existencia de economías y ganancias de escala atribuibles a la industria, aislando el tamaño de la localización. De estas propuestas, la economía reconoce la existencia de los denominados *coeficientes de Henderson* que plantean la relación entre el crecimiento de la producción (Q) de la empresa y el crecimiento del tamaño de la industria, sin aumentar las unidades de capital (C) o de trabajo (T). Estos coeficientes también pueden interpretarse como la elasticidad de la producción (Q) respecto al tamaño.

Estos estudios resultaron en coeficientes estadísticamente significativos lo que demostró la existencia de economías de escala (o de localización en este caso) para las industrias analizadas, siendo identificable que estas economías presentan impactos diferenciales en función de la industria y del contexto. Este nivel de impactos obedece también a la *ley de crecimientos decrecientes*<sup>3</sup>, donde se demuestra que a partir de ciertos niveles el impacto del tamaño sobre la producción tiene a disminuir (Combes & Gobillon, 2014; Duranton & Puga, 2004; Thisse, Wasmer, & Zenou, 2003).

En resumen, las economías de localización son las ventajas de economías de escala que las empresas obtienen al reducir sus costos y al compartir servicios e infraestructuras urbanas al estar localizadas con ciertos niveles de aglomeración, que les permiten hacer uso de estas ventajas.

- **Economías de urbanización**

Las economías de urbanización son aquellas que se refieren a las ganancias externas a la empresa y a la industria a la que esta pertenece, pero que se originan en la unidad espacial o territorio en el que se encuentra la empresa, razón por la cual cobran vital importancia al momento de evaluar opciones de la decisión estratégica de ubicación de una firma. Este tipo de economías

---

<sup>3</sup> Para mayor información sobre este comportamiento se puede consultar la obra de (Durand, 2004)

son similares a las de localización pero en este caso no reflejan las ganancias de una sola industria en virtud de su posición en un territorio que aglomera otras empresas de la misma industria sino que en este caso, se refieren a las ganancias de productividad resultantes de la aglomeración de organizaciones de cualquier tipo y que se originan en la unidad espacial en la que está ubicada la empresa. Es decir, son ganancias relacionadas con la economía del territorio y no de la industria en particular, lo que deriva que su origen y análisis se adelanten en función del tamaño y características del tamaño de la ciudad o de la división geográfica elegida para el análisis (Trullén, 2002; Viladecans Marsal, 2003).

### **1.1.5. Ventajas de la aglomeración. Revisión de los fundamentos de las economías de aglomeración**

La administración de las ciudades, de las organizaciones y la economía de las mismas han evidenciado suficientemente la existencia de modelos de mayor eficiencia en situaciones de distribución con niveles mayores de concentración espacial, correspondientes a lo que la literatura denomina economías de escala.

La concentración de los factores productivos, el aprovechamiento de estas economías de escala, la facilidad de transporte de productos hacia y desde los mercados locales, la facilidad de los trabajadores para acceder a su lugar de trabajo y en general, aspectos relacionados con las facilidades en el acceso a los servicios públicos, sociales o de educación entre otros, pueden identificarse como ventajas de esta aglomeración y por tanto permiten el planteamiento de estudios que los evidencien.

Al identificar como ventajas de aglomeración todas aquellas situaciones favorables para las organizaciones y para la sociedad en general, que surgen por la existencia de estructuras espaciales específicamente concentradas, diferentes autores han propuesto categorías para las mismas. Esta categorización responde al origen de las ventajas identificables y podrían resumirse en *ventajas de localización* y en *ventajas de urbanización* (Cortés, Lajara, Larrosa, & Poveda, 2017) en correspondencia a las tipologías de las economías de aglomeración surgidas y que fueron explicadas en el apartado anterior.

El creciente interés nombrado anteriormente en estudios que contrasten e intenten comprobar empíricamente los planteamientos teóricos planteados desde Marshall (1890) y para los cuales Duranton y Puga (2004) plantearon una revisión actualizada que es considerada por varios investigadores sobre este tema como el relanzamiento de las ideas del siglo XIX sobre los determinantes de la elección de ubicación geográfica de las empresas en busca del aprovechamiento de las llamadas externalidades de la economía, ha resultado en propuestas que pueden categorizarse según se explicó en párrafos anteriores pero que no permiten que haya un único método que pueda definirse como el acertado. Es así que pueden citarse autores como Fujita y Ogawa (1982), Fujita y Thisse (1996), Fujita y Thisse (2003) o Quah y Simpson (2003) entre otros, que se suman a esta posición al argumentar la ausencia de un único método válido que permita medir correctamente la concentración de las organizaciones en el territorio, establecer sus causas y sus ventajas o medir la injerencia de las aglomeraciones en su productividad.

En investigaciones más recientes, Duranton y Kerr (2015) proponen el análisis de la interacción al interior de las aglomeraciones por medio de un marco de análisis conceptual con tres dimensiones. En la primera comparan el funcionamiento de la economía de las ciudades y de las empresas al interior de ellas, en la segunda examinan la estructura interna de cada clúster utilizando información individual por empresa. En el tercero resaltan el gran alcance de los resultados de este tipo de investigaciones empíricas.

#### **1.1.6. Accesibilidad, transporte y las dinámicas de la nueva geografía económica**

En términos generales, diferentes autores destacan el concepto de accesibilidad como uno de los determinantes de la dinámica del transporte y del desarrollo urbano.

Esta accesibilidad puede considerarse una medida de la movilidad de personas, de mercancías e información al interior y entre diferentes localizaciones y por tanto permite evaluar el impacto de las inversiones en infraestructura, las políticas públicas y privadas de transporte y su incidencia en el desarrollo económico de las ciudades (Gutiérrez, 2001).

Esta accesibilidad se define como la capacidad de una ubicación geográfica para ser accedida desde otras ubicaciones o como la capacidad de una ubicación geográfica para permitir o

facilitar el acceso a otras. Esta definición permite entender que en los análisis que se hagan tomando un punto de partida inicial, el acceso a una ubicación puede diferenciarse del acceso a otra ubicación y a las condiciones que tendrían estas ubicaciones para permitir el acceso desde una a la otra (Rodrigue, Comtois, & Slack, 2016). Es decir, la accesibilidad es diferencial y propia de la unidad territorial para la cual se evalúa.

Para los efectos del presente estudio el concepto de accesibilidad, sus componentes y la forma de analizarse estarán íntimamente ligados a las condiciones que diferencian esta capacidad que posee el territorio para permitir acceso al mismo o para permitir el tránsito hacia otro territorio, en términos de las condiciones de la infraestructura del Sistema de Transporte Público y de las empresas que se agrupan en cada ubicación, al ser definidas estas características como nuestro objeto de estudio.

La literatura permite identificar dos conceptos que precisan la capacidad de accesibilidad (Geurs & Van Wee, 2004; Rodrigue et al., 2016):

- El primero de ellos es la localización para la cual se evaluará la accesibilidad y que permite analizar también su relación e interacción con las infraestructuras de transporte, pudiéndose identificar para cada localización un conjunto de componentes diferenciales que para este estudio tienen que ver con el área del terreno, el estrato socioeconómico, el uso del suelo, su población, la cantidad de empresas que en ella se localiza y la actividad económica que en ella se desarrolla, entre otras.
- El segundo de ellos tiene que ver con la distancia, entendida como la separación física entre dos lugares y la medida en que esta se manifiesta. Pero la distancia puede también involucrar conceptos más complejos que la simple medida física y puede involucrar la facilidad o dificultad para abarcar esta distancia y permitir el tránsito entre dos lugares. Es en esa medida en que la distancia involucra también la ubicación relativa tanto del terreno inicial de análisis como la ubicación relativa del terreno considerado como destino. Todos los atributos que puedan asignarse a este tránsito, a la posibilidad de acceder a los lugares, a la comparación de esta posibilidad en función de la posibilidad de acceso a otros lugares y la posibilidad de vinculación de estos dos lugares a través de actividades de transporte, configuran también el grado de accesibilidad. Es en este sentido que la distancia puede ser expresada en unidades de

medida o variables asociadas tales como kilómetros, tiempo, gasto de energía o, costo/precio del desplazamiento, entre otras.

### **1.1.7. Otros determinantes en la localización de las empresas, de la dinámica del transporte y del desarrollo urbano**

Como lo exponen diferentes autores tales como Galán Zazo, Suárez González y Zúñiga Vicente (1998) o Peña Sánchez (2007) y Kravchenko (2017), los fenómenos de localización, relocalización o deslocalización de las empresas no son novedosos. Para efectos de este análisis la localización será entendida como la decisión estratégica que toma una empresa al elegir el lugar geográfico para ubicar sus instalaciones, la relocalización será entendida como la decisión de una firma de cambiar el sitio de ubicación inicial de una o más de sus sedes si las tiene y su reubicación en otro lugar geográfico y la deslocalización será entendida como el fenómeno de relocalización o cambio de ubicación geográfica de las empresas en las cuales el traslado se da entre países (Mendizabal & Errasti, 2006).

Cualquiera de estos fenómenos corresponde a decisiones estratégicas de una organización en función de aspectos internos y externos que condicionan su desarrollo, estando algunos de ellos asociados a las características del entorno. Como se mencionó en la sección anterior, una de estas características que ver con la accesibilidad que posee un territorio y aunque podría considerarse el más influyente para efectos de este trabajo, existen otras categorías del entorno de las empresas que también condicionan estas decisiones. En esta sección se adelantará una revisión de las principales categorías que la literatura destaca como influyentes tanto en las decisiones de localización, considerándose las más importantes para esta investigación aquellas que se asocian directamente al territorio en el que se emplazan las firmas.

En atención a que el lugar elegido por una empresa para localizarse, relocalizarse o deslocalizarse puede corresponder al mismo entorno geográfico objeto de estudio en un análisis específico, los determinantes y características que ofrece el destino elegido por la organización pueden asumirse como determinantes de la elección estratégica.

La revisión de la literatura acerca de los determinantes que podrían incidir en las decisiones estratégicas de elección de ubicación geográfica permite la diferenciación de una amplia variedad

de opciones que pueden agruparse en diferentes categorías (Lampón Caride, 2011). A continuación, se presentan los principales exponentes de estas categorías y posteriormente se presenta el Cuadro 1 que contiene la relación de los principales trabajos que presentan propuestas de validación empírica o que incluso adelantan esta comprobación respecto a diferentes aspectos económicos, organizacionales o territoriales que podrían considerarse determinantes de la localización de empresas. Es importante señalar que esta revisión permitió establecer que no todas las empresas son atraídas por el mismo conjunto de características de un territorio y de la misma manera, pues existen determinantes que no corresponden propiamente al territorio en sí mismo sino a las actividades, características o fenómenos que en este se presentan, pero su importancia es tan grande para las empresas que los tomadores de decisiones las asocian directamente tanto al espacio geográfico analizado, como a sus componentes entendiendo que el concepto de análisis territorial no se agota con un simple análisis geográfico o físico.

Inicialmente se resaltan los trabajos de Giuliano y Small (1991), Fujita, Thisse y Zenou (1997), Fujita y Thisse (2003), Holl (2004b, 2004c, 2007, 2008, 2013), D. McMillen (2004), Litman (2017) o Cottineau, Finance, Hatna, Arcaute y Batty (2018) quienes utilizan metodologías para evaluar aspectos del territorio tales como la aglomeración evaluada por medio de la densidad de población, el acceso a mercados medido a través de un índice de potencial de mercado, el tamaño del mercado local, la diversificación de mano de obra, los costos locales y el ambiente económico, el acceso a sistemas de transporte urbano e intermunicipal, la disponibilidad de servicios a los productores y la existencia de autopistas interregionales. Algunas de sus conclusiones privilegian las características derivadas de las economías de aglomeración como atractivas para esta toma de decisiones en aspectos relacionados con la infraestructura del territorio, la facilidad de acceso a los servicios públicos, el mejoramiento de acceso a la mano de obra y los niveles de especialización y de concentración empresarial y a su vez, resaltan qué aspectos relacionados con los costos, la existencia de mano de obra calificada o la proximidad a un mercado potencial no reportan índices significativos en todas las categorías.

Autores tales como van Dijk y Pellenbarg (2000), Holl (2004b), Holl (2007), Knoblen y Oerlemans (2008), Faggio, Silva y Strange (2017); (Inoue, Nakajima, & Saito, 2017) y Clark et al. (2018) adelantan comprobaciones empíricas adicionando a los patrones de localizaciones algunas características del territorio como herramienta de contraste en estas comprobaciones. Los

resultados muestran que no todas las empresas son atraídas por el mismo conjunto de características del entorno y por la disponibilidad de infraestructuras y que existe un diferencial en relación al tamaño de la empresa, al sector económico al que pertenece y al grado de consolidación en el que se encuentra (*start-up*, en desarrollo, consolidada, altamente diversificada). Existe una alta probabilidad de que una empresa en sus etapas iniciales de desarrollo esté más fuertemente acondicionada por características relacionadas con aumentos en el tamaño del mercado local y la calificación de la mano de obra, pero en menor medida con fenómenos asociados a los costos laborales y a un ambiente económico más diversificado.

Por otro lado, estudios como los de P. Hall (1989), Chandra y Thompson (2000), van Dijk y Pellenburg (2000) o Cervero (2013) involucran en sus propuestas algunas características que pudieran evidenciar el estado de desarrollo económico del territorio analizado, obteniéndose resultados positivos al contrastar en sus investigaciones aspectos que definen las políticas públicas en ese sentido como aquellos relacionados con la innovación territorial, la valoración hacia factores económicos y sociales favorables, la existencia de políticas o proyectos de revitalización urbana, la existencia de proyectos de desarrollo e inversión en infraestructuras de transporte y el nivel de urbanización del sector elegido. Algunos de los tópicos analizados por estas investigaciones tienen que ver con los cambios en el uso de la tierra, el aumento en el valor y la densificación de la misma, el aumento del acceso en virtud del mejoramiento de la velocidad media de desplazamiento, la valorización de las parcelas cercanas a los corredores de tránsito, las inversiones en transporte masivo principal y complementario y las implicaciones de estos aspectos en las políticas públicas.

De manera complementaria, las investigaciones como las realizadas por Ciccone y Hall (1993), (Holl, 2004c) o Combes y Lafourcade (2011) analizan este fenómeno a la luz de las características que el territorio pueda ofrecer como potencialidades para el mercado tales como los modelos de negocio identificados, la proximidad o facilidad de acceso a otras ciudades intermedias o principales que puedan transformarse en mercado para una organización, la población derivada del aspecto anterior y el nivel económico medido en términos del Producto Interno Bruto. Como complemento a lo anterior, autores tales como D. McMillen (2001a), Redfearn (2007) o Craig, Kohlhase y Perdue (2016) involucran aspectos relacionados con la potencialidad del mercado de trabajo, tales como el costo laboral de la industria o de las industrias posicionadas, la ponderación del peso de la industria (participación) en el territorio de análisis en función del empleo, de la

inversión, de las ventas o algún otro indicador que pueda medir el impacto o la interrelación de componentes de la industria entre sí al coincidir en el espacio geográfico estudiado. Así por ejemplo, Craig et al. (2016) demuestran empíricamente que existe una fuerte relación económica entre los diferentes subcentros de empleo y no únicamente entre ellos y el subcentro principal de empleo o Distrito Central de Negocios<sup>4</sup> (*CBD*, por su sigla en inglés). Para ello utilizan algunas metodologías de medición utilizadas en las categorías anteriormente enunciadas, tales como las funciones de densidad Policéntrica para de esta forma coincidir que la distribución Policéntrica de un territorio presenta relaciones mucho más complejas entre sus subcentros que la que presentan con el Distrito Central.

Finalmente y en cuanto a la categoría que se identificó como relacionada con las políticas públicas, estas pueden analizarse desde dos ópticas: la existencia de entes del orden nacional, distrital o local que puedan atraer dinámicas económicas o comerciales al sector en el que se encuentran ubicadas, o la existencia de proyectos y planes de desarrollo urbano en diferentes ámbitos que involucren una parte o todo el territorio objeto de estudio. Esta correspondencia puede significar menores impuestos a la actividad económica desarrollada en el sector, la opinión política positiva del mercado hacia las empresas ubicadas en este entorno, incentivos al desarrollo económico de la industria y de las empresas e incentivos fiscales y estímulo a la inversión dirigida al desarrollo del entorno local del territorio (Lampón Caride, 2011).

A manera de conclusión se puede afirmar que el análisis previo de los diferentes determinantes asociados a una zona, tanto del tipo de los que han sido resaltados en estas dos últimas secciones como de otros diferentes que puedan atraer las decisiones de ubicación geográfica de las empresas a un determinado entorno, puede contribuir al comportamiento espacial de las empresas y por ende del territorio y de las ciudades. Los resultados de este tipo de análisis además del interés en este tipo de investigaciones podrían resultar en el mayor desarrollo de esta óptica que permite determinar el crecimiento regional y la demanda de tipos específicos de ubicaciones dentro de la geografía urbana o regional. Como lo resaltan van Dijk y Pellenbarg

---

<sup>4</sup> Mayor ampliación sobre este concepto de la geografía urbana y la forma en que se abordará en esta investigación, puede encontrarse adelante en la descripción de la tercera fase operativa de la metodología propuesta. Para efectos prácticos, en la sección de índices y validación empírica de esta investigación y dada la similitud de sus definiciones y aplicación para efectos de los resultados, se entenderá que las unidades que se referencien como centros o subcentros de empleo y/o de negocios responden a la definición de Distrito Central de Negocios (DCN) utilizada por diferentes autores con características similares para su caracterización (Central Business District CBD por su sigla en inglés).

(2000), este tipo de análisis permiten resultados más apropiados orientados al desarrollo y al crecimiento regional del empleo. En la medida en que se disponga de bases de datos más reales y ajustadas, modelos como los que se proponen en este trabajo se convierten en herramientas de apoyo a la elección de las políticas públicas más adecuadas integrando la teoría de localización y las teorías de crecimiento económico regional.

Como se anunció, en el cuadro 1 se presentan los principales resultados de la revisión de la literatura adelantada para identificar diferentes determinantes de localización y generación de empleo comprobados empíricamente mediante diferentes metodologías y que complementan lo señalado en el presente capítulo. Algunas de estas temáticas y determinantes pueden no estar asociados directamente al territorio, pero han sido identificados como componentes de planes y políticas de desarrollo más amplias que las contienen.

<i>Determinantes</i>	<b>VARIABLES</b>	<b>Trabajo empírico</b>
<i>Economías de aglomeración</i>	Densidad relativa de empleo sector servicios	(Bocarejo, Portilla, & Pérez, 2013; Ciccone & Hall, 1993; Griffith, 1981; Holl, 2004c; D. McMillen & McDonald, 1997; D. P. McMillen & McDonald, 1998; Muñiz, Galindo, & García López, 2006)
	Densidad relativa de empleo sector industrial	(Bocarejo et al., 2013; Ciccone & Hall, 1993; Griffith, 1981; Holl, 2004c; D. McMillen & McDonald, 1997; D. P. McMillen & McDonald, 1998; Muñiz et al., 2006)
	Especialización del empleo – índice de Herfindahl	(Alonso Villar, Chamorro Rivas, & González Cerdeira, 2003; Heinen & Ogilvie, 2016; Holl, 2004c)
	Densidad de empleo por unidad de área	(Craig et al., 2016; Fujita et al., 1997; Jiang, 2012; Y. Lee, 2006; McDonald, 1987; D. McMillen, 2004)
	Concentración de capital	(Y. Lee, 2008)
	Dinámicas monocéntricas vs. policéntricas	(Craig et al., 2016; Giuliani, Arbia, & Espa, 2012; D. McMillen & McDonald, 1997; D. McMillen & Smith, 2003)
	Subcentros de empleo	(Giuliano & Small, 1991; D. L. Greene, 1980; Jiang, 2012; McDonald, 1987; Muñiz et al., 2006; Shukla & Waddell, 1991)
	Distancia estándar y distancia al vecino más próximo	(Dixon, 2002; Duranton & Overman, 2005; Moeur, 1993, 1997; Perry & Dixon, 2002)
<i>Disponibilidad de infraestructuras</i>	Proximidad a una vía pública	(Holl, 2004c, 2007)
	Proximidad a infraestructuras de transporte	(van Dijk & Pellenbarg, 2000)

	Capacidad de expansión	(Knoben & Oerlemans, 2008; Knoben & Oerlemans, 2006; van Dijk & Pellenbarg, 2000)
	Correspondencia de la actividad económica y uso del suelo	(van Dijk & Pellenbarg, 2000)
<i>Nivel de desarrollo económico</i>	Innovación territorial	(Knoben & Oerlemans, 2012)
	Valoración de factores económicos y sociales	(van Dijk & Pellenbarg, 2000)
	Políticas de revitalización	(van Dijk & Pellenbarg, 2000)
	Dotación de infraestructuras de transporte	(Baum-Snow, 2007; Bertolini & Dijst, 2003; Cervero, 2013; Cervero & Kang, 2011; P. Hall, 1989; P. Hall & Tewdwr-Jones, 2010)
	Nivel de urbanización del sector	(Chandra & Thompson, 2000; Estupiñan, 2011; Knoben & Oerlemans, 2008)
<i>Mercado potencial</i>	Actividad económica y modelos de negocio	(Ciccone & Hall, 1993; Combes & Lafourcade, 2011; Chaparro, 2002; R. L. Chapman, Soosay, & Kandampully, 2003)
	Proximidad a las principales ciudades	(Holl, 2004c)
	Población	(Garmendia, de Ureña, Ribalaygua, Leal, & Coronado, 2008; Glaeser, Kahn, & Rappaport, 2008; Glaeser, Kallal, Scheinkman, & Shleifer, 1991)
	PIB	(Pennings & Sleuwaegen, 2000)
<i>Mercado de trabajo</i>	Costos laborales	(Holl, 2004c, 2008; Y. Lee, 2006; Pennings & Sleuwaegen, 2000)
	Ponderación de la industria en función del empleo	(Craig et al., 2016; Griffith, 1981; D. McMillen, 2001a; Redfearn, 2007; Sala Rios, 2000)
	Actividad económica de entes estatales o distritales en el sector	(Y. Lee, 2006; van Dijk & Pellenbarg, 2000)
<i>Políticas públicas</i>	Incentivos fiscales y estímulo al desarrollo del sector económico o geográfico	(Graham, 2007b; Y. Lee, 2006; Pennings & Sleuwaegen, 2000)

Cuadro 1. Determinantes de localización y variables de análisis en trabajos empíricos

Fuente: El autor a partir de Lampón Caride (2011)

## 1.2. Fundamentación conceptual específica

Como complemento a la revisión que permite entender la fundamentación conceptual general en relación al sustento y detalle de la nueva geografía urbana, dentro de la variedad de propuestas sobre trabajos de revisión teórica y métodos de comprobación empírica sobre las inversiones en transporte, sobre las causas y consecuencias de las decisiones de localización geográfica de las empresas en relación con este desarrollo del transporte, sobre la relación de estas decisiones con variables tanto internas como externas a las firmas y sobre la conformación de aglomeraciones, pueden identificarse entre otras tendencias las siguientes categorías:

- Aquellas que exploran la relación de algunas de las variables citadas anteriormente con fenómenos tales como las inversiones en transporte hechas en el área de influencia de las empresas en trabajos como los Graham (2007b) y Graham y Van Dender (2011). Estas propuestas comprueban empíricamente la relación entre la productividad de las organizaciones, las mejoras en los sistemas de transporte y la aglomeración. Se evidencian los beneficios positivos para las empresas, originados por el efecto de la reducción en los tiempos y en los gastos de viaje para la masa económica que se relaciona con estas organizaciones y que son resultado de las decisiones de ubicación geográfica y de la aglomeración empresarial.
- El impacto de estas inversiones en infraestructura del transporte en el valor del suelo o en el valor de las empresas (Donaldson, 2010; Henneberry, 1998; Holl, 2004a; Munnell, 1992; Rietveld & Bruinsma, 2012). En estas propuestas se plantea la necesidad de evaluar la particularidad del origen de las inversiones en infraestructura para así mismo evaluar los determinantes del tipo de impacto que estas causan.
- La influencia de estas inversiones en la productividad de las empresas identificada en los trabajos de Rosenthal y Strange (2001) y Rosenthal y Strange (2004), y
- La evaluación de la relación de los efectos de la distancia de los desplazamientos de los trabajadores y los patrones de la oferta de trabajo sobre las decisiones de posicionamiento geográfico de las firmas en relación con las características de empleo en trabajos como los de Rivera-Batiz (1988), Ottaviano y Puga (1998), Baldwin y Okubo (2006) y Gutiérrez-i-Puigarnau y van Ommeren (2010).

Las anteriores categorías de propuestas teóricas o de comprobación empírica sobre las posibles relaciones entre las inversiones, las mejoras, el desarrollo del transporte público y las decisiones de las empresas permiten enmarcar la discusión de la literatura presentada para este trabajo sobre la posible relación entre el desarrollo de la infraestructura del transporte público y las decisiones estratégicas de las empresas. Esta discusión se convierte también en punto de apoyo para la hipótesis que se presenta en este trabajo la cual responde a la cuarta etapa de las dinámicas de temporalidad de los efectos de las inversiones en transporte, las cuales se muestran en la Figura 3.

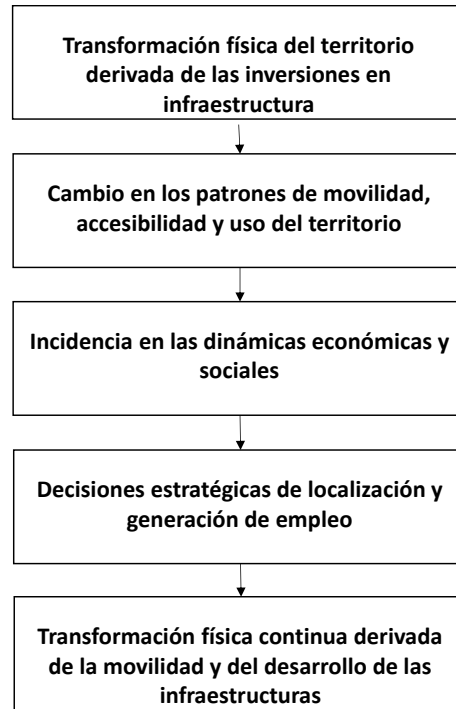


Figura 3. Temporalidad de los efectos de las inversiones en transporte  
 Fuente: Elaboración del autor a partir de Bellet, Alonso Logroño y Casellas (2010)

### 1.2.1. Clasificación de las inversiones en transporte terrestre

Para efectos de la presente investigación y dado que la literatura ofrece una gran variedad de categorías y subcategorías que responden a diferentes características para definir la taxonomía del transporte terrestre, se adoptará la categorización que se presenta a continuación para definir las inversiones en transporte terrestre y que ha sido elaborada por el autor a partir de propuestas de autores como Vuchic (2002), Wright (2002), Levinson et al. (2003b), Cascajo (2004), Hidalgo (2005) y Wirasinghe et al. (2013).

Para iniciar, se elige la clasificación clásica de Vuchic (2002), quien plantea las siguientes tres categorías en relación con el tipo de operación y con el uso de los sistemas de transporte:

- **Sistemas de transporte privado.** Consiste en personas o en vehículos de propiedad privada operados por los mismos propietarios o por aquellos que estos designen para su uso personal y utiliza por lo general la vía pública y las autopistas (*freeways*). En esta categoría los modos más comunes son la locomoción peatonal, las bicicletas y los vehículos privados.

- **Sistemas de contrato de transporte.** Provisto por operadores que acuerdan los servicios ya sea de manera única o múltiple, ya generalmente en taxis, buses o colectivos (*jitney*).
- **Transporte urbano, transporte masivo y transporte público.** Incluye sistemas disponibles para ser usados por todas las personas que pagan una tarifa establecida. Este tipo de sistemas ofrecen modalidades flexibles y mixtas que cuentan con rutas y horarios fijos e incluyen: buses y tecnologías en diferentes modalidades y dentro de los cuales se cuentan los llamados buses rápidos (*Bus Rapid Transit –BRT* por su sigla en inglés), trenes ligeros (*light rail*), tren de cercanías (*commuter rail*), trenes pesados (*heavy rail* o *metro*) y a otros sistemas.

En la Figura 4 se presenta la clasificación de sistemas de transporte que se adoptará para este documento, en relación con las inversiones en transporte, las decisiones de localización de las firmas y con la generación de empleo.

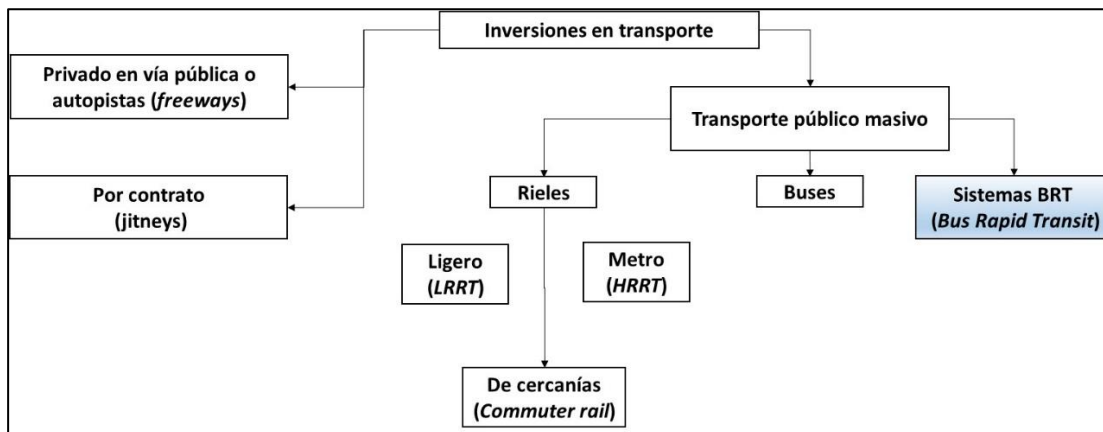


Figura 4. Clasificación de los sistemas de transporte de acuerdo con el tipo de operación  
Fuente: Elaboración del autor a partir de Vuchic (2002).

### 1.2.2. Sistemas de transporte público masivo tipo BRT

Como lo anotan Vuchic (2002) e Hidalgo (2005), los sistemas de tránsito en buses representan la tecnología de transporte masivo más ampliamente usada en las ciudades. Se afirma que virtualmente, toda ciudad alrededor del mundo que posea un sistema de transporte masivo opera con buses. Esta operación puede darse en combinación con otros componentes, en vías

compartidas o segregadas, configurándose un sistema exclusivamente basado en ellos o definido como integración de diferentes modos de transporte. Dado que uno de los objetos de este estudio consiste en un sistema de transporte masivo basado en buses, en secciones posteriores se ampliará el análisis de la interacción entre las inversiones en esta modalidad de transporte, la localización de las firmas y la generación de empleo en cada una de las categorías enunciadas, haciendo especial énfasis en los BRT.

Este sistema responde a características especiales, cuya combinación permite su diferenciación de otros sistemas, pero al mismo tiempo su integración operativa con estos. Estas características sintetizadas a partir de los trabajos de Vuchic (2002), Wright (2002), Levinson et al. (2003b) e Hidalgo (2005) se presentan a continuación.

- **Infraestructura exclusiva:** Se construyen carriles exclusivos para la circulación de los buses en los llamados carriles segregados los cuales pueden integrarse con otras vías donde los buses comparten el recorrido con otros vehículos en los llamados carriles mixtos. Sin embargo y como condición para ser considerado como BRT, los carriles exclusivos o segregados deben representar una mayoría frente a los mixtos.
- **Plataformas de parada a nivel:** Durante el recorrido por los carriles exclusivos existen plataformas a nivel para ascenso y descenso de los pasajeros. Durante el recorrido por los carriles mixtos, existen vías preferenciales con paradas claramente diferenciadas y de fácil acceso desde las vías peatonales.
- **Vehículos de gran desempeño y capacidad:** Se utilizan buses normalmente articulados con capacidad para 160 pasajeros o biarticulados con capacidad para 200 pasajeros. La tecnología más aceptada para estos es la Euro III o la Euro IV, lo cual asegura un estándar de bajas emisiones.
- **Estructura institucional:** se crea o determina un arreglo institucional específico para la gestión, control y operación del sistema. En varios casos se utilizan alianzas público-privadas, y en otros todo está a cargo del sector público. Para el caso de Bogotá, se creó la figura de un ente gestor que regula el funcionamiento, las proyecciones y las comunicaciones del sistema. Este control permite el control y la gestión de estándares de operación derivados de los procesos de planificación y que permiten su adaptación flexible a las condiciones de oferta y demanda del sistema en tiempo real.

- **Sistema integrado de comunicaciones:** Como componente del sistema de control de flota y de la operación del ente gestor, se define un sistema integrado de comunicaciones que permite la transmisión de información en tiempo real entre la central de control de tráfico, cada uno de los buses del sistema y entre las estaciones, de manera tal que las decisiones de adaptación y respuesta flexible definidas en atención a cada acontecimiento que se desvía de los estándares normales de operación, puede ser comunicado a tiempo.
- **Pago de ticket en estación o en expendios definidos para pago anticipado:** La adquisición o pago del ticket de ingreso al sistema de manera anticipada al abordaje a los buses, hace más rápida la operación del sistema permitiendo de esta forma que los tiempos de desplazamiento se reduzcan de manera considerable y la operación de tránsito pueda planearse con anticipación buscando la optimización de los desplazamientos. Esto hace necesario entonces la disposición de expendios especializados y la definición de una organización a cargo de la recolección de tarifa. Esta característica permite el control y la integración de tarifas con otros componentes del sistema, permitiendo la definición de precios preferenciales para las operaciones de transbordo entre estos.

La definición de los sistemas BRT hecha por Levinson et al. (2003a, pp. 2-4), acude a los planteamientos adelantados por el Proyecto TCRP A-23A<sup>5</sup> y presenta una definición que integra las características anotadas anteriormente, de la siguiente manera:

El sistema BRT es un sistema de transporte rápido y flexible que se desplaza sobre llantas de goma, que combina estaciones, vehículos, servicios y elementos tecnológicos de información y comunicaciones en un sistema integrado con una imagen e identidad fuertemente positivas. Las soluciones BRT están diseñadas para ser apropiadas para el mercado al que sirven y su entorno físico y pueden implementarse de forma incremental en una variedad de entornos.

En resumen, el BRT es un sistema permanentemente integrado de instalaciones, servicios y comodidades que mejoran la velocidad, confiabilidad e identidad del

---

<sup>5</sup> El proyecto TCRP es un proyecto de investigación financiado por the *National Academies of Sciences, Engineering and Medicine* que convoca consultores de diferentes lugares del mundo y financia investigaciones en diferentes tópicos relacionados con el transporte a nivel mundial y que tiene como uno de sus principales intereses, la solución de problemáticas asociadas a los sistemas BRT. Para mayor información se puede consultar la dirección web <http://apps.trb.org/cmsfeed/TRBNetProjectDisplay.asp?ProjectID=1012>

tránsito tradicional en autobús. En muchos aspectos, BRT es la versión de desplazamiento sobre ruedas de los trenes ligeros (LRT), pero con mayor flexibilidad operativa y potencialmente menores costos de capital y operación.

Aunque que el sistema BRT se compara a menudo con el sistema LRT, otras comparaciones con los modos de transporte sobre rieles pueden ser más apropiadas:

- Cuando los vehículos de BRT (autobuses) operan totalmente en vías exclusivas o protegidas, el nivel de servicio proporcionado puede ser similar al del tránsito rápido de los metros.
- Cuando los autobuses operan en combinaciones de carriles exclusivos, carriles mixtos, carriles para autobuses tradicionales y calles peatonales, el nivel de servicio proporcionado es muy similar al LRT.
- Cuando los autobuses BRT operan principalmente en las calles de la ciudad de tráfico mixto, el nivel de servicio proporcionado es similar a un sistema de tranvía de paradas limitadas.

Las características especiales de un sistema BRT se relacionan directamente con los atributos clave de tránsito de calidad de velocidad, confiabilidad e identidad. Colectivamente, forman un sistema completo de tránsito rápido que puede mejorar la comodidad del cliente y reducir los retrasos en comparación con los sistemas locales de autobuses y tranvías.

### **1.2.3. El efecto de las inversiones en transporte en la estructura urbana y en la dinámica geográfica de las ciudades**

La introducción que se presenta al inicio del presente capítulo propone diferentes categorías de trabajos teóricos y empíricos para el análisis de las posibles relaciones planteadas en este experimento. Sin embargo se hace necesario resaltar que estas categorías también pueden analizarse o sub-categorizarse de acuerdo con los diferentes tipos de operación y a los diferentes modos de transporte presentes en cada caso y en esta revisión se analizarán a la luz de la clasificación presentada en el apartado anterior.

La revisión de la literatura que se adelantó para esta propuesta, ha permitido también identificar una corriente académica que analiza la relación de algunas variables tanto internas como externas a las organizaciones con fenómenos asociados a las inversiones en transporte hechas dentro de una determinada área de influencia elegida a partir de la ubicación geográfica de las empresas objeto de estudio, en trabajos como los de Graham (2007b), Graham y Van Dender (2011). Se identifican también estudios de análisis del impacto de estas inversiones en infraestructura del transporte en el valor y uso del suelo o en el valor agregado de estas empresas y que puede asociarse a productividad, generación de empleo o creación de valor (Donaldson, 2010; Henneberry, 1998; Holl, 2004a; Munnell, 1992; Rietveld & Bruinsma, 2012). De manera puntual, también pueden identificarse trabajos que intentan el planteamiento de una relación entre estas inversiones en transporte y los índices de variación en la productividad de las empresas, entre los cuales se destacan los de Rosenthal y Strange (2001) y Rosenthal y Strange (2004). Estos planteamientos plantean nuevas metodologías o analizan otras ya existentes asociadas a la evaluación de su relación con los efectos de la distancia de los desplazamientos de los trabajadores y los patrones de la oferta de trabajo, además de las decisiones de posicionamiento geográfico de las firmas y su relación con la oferta y las características de empleo en trabajos como los de Rivera-Batiz (1988), Ottaviano y Puga (1998), Baldwin y Okubo (2006) y Gutiérrez-i-Puigarnau y van Ommeren (2010).

Dada la variedad de posibilidades de análisis con respecto a la relación de algunas variables tanto internas como externas a las organizaciones con fenómenos asociados a las inversiones en transporte y en atención a que las tipologías de estudios empíricos disponibles en la literatura pueden categorizarse atendiendo a los efectos en la infraestructura de las ciudades, a los efectos en el desarrollo económico, a los efectos en el desarrollo urbano o diferenciándolos de acuerdo con los diferentes modos de transporte existentes, para la presentar la revisión de estudios empíricos adelantada en esta propuesta se utilizará la clasificación sobre modos de transporte propuesta en el apartado anterior (ver Figura 4), agregando como criterio de análisis adicional la región geográfica en la que se ubica este desarrollo.

#### **1.2.4. Inversiones en transporte privado en vía pública o en autopistas**

En primera instancia abordaremos los fenómenos en la geografía urbana resultantes de el aumento de inversiones en autopistas y del aumento de la accesibilidad a diferentes regiones a partir de este fenómeno. Para iniciar, vale la pena resaltar las conclusiones de Pushkarev y Zupan (1976), quienes afirman que se necesitan ciertos niveles de densidad residencial y/o empresarial para que el transporte público sea viable, lo que implica que los residentes en territorios con características que no permitan el uso de este modo de transporte necesitan el uso de automóviles para ganar movilidad, lo que consecuentemente determina la necesidad de inversiones en infraestructura para el transporte privado para posibilitar el aumento de la accesibilidad desde y hacia diferentes ubicaciones. Por esta razón, el territorio de los Estados Unidos se convirtió en un claro ejemplo de lo anterior y propició la inversión en infraestructuras, la construcción de autopistas y la preferencia del uso del transporte privado para aquellas territorios que implicaban desplazamientos importantes para atender a su actividad económica (Mogridge, 1986).

Diferentes propuestas teóricas y empíricas demuestran que el aumento de la capacidad de transporte en las autopistas influye directamente en aspectos relacionados con la economía de una ciudad, en tópicos tales como la decisión de compra de inmuebles, la elección del lugar de habitación, la elección de sectores geográficos tomada por las personas para la búsqueda de trabajo y las decisiones de ubicación de las empresas. El estudio de esta influencia derivada de las inversiones en este modo de transporte y que resultan en un aumento de la capacidad adicional de transporte (*added transportation capacity*), permiten el uso de técnicas y métodos estadísticos elaborados para evaluar los impactos en la elección de ubicación residencial y laboral y el uso de la tierra, los cuales pueden ser comprendidos mejor e incorporados en los procedimientos de pronóstico sobre los resultados esperados de la inversión en esta clase de infraestructura, haciendo un uso más generalizado de las encuestas por panel y de diferentes propuestas econométricas diseñadas para esta evaluación (Kitamura, 2009).

Una de estas propuestas empíricas se encuentra en el estudio de Chandra y Thompson (2000), quienes desarrollan y proponen el uso de un modelo econométrico para evaluar la relación entre el gasto en infraestructura de carreteras interestatales (*highways*) y el nivel de actividad económica de las ciudades que se encuentran dentro del área de influencia de estas autopistas. Para ello adelantan un estudio empírico con datos de las carreteras interestatales de Estados Unidos y

los datos económicos de Estados Unidos a nivel de condado. Adelantan un estudio con diferentes criterios de diferenciación tales como la ubicación del condado respecto a la carretera en categorías tales como próximo a ella, conectado con otro condado próximo a ella, no conectado y aquellos en los cuales la carretera se integra directamente con la malla vial del condado.

Una de las conclusiones de este estudio que más llama la atención tiene que ver con la comprobación de la teoría que afirma que la construcción de este tipo de vías tiene efectos diferenciales en cada tipo de industria: algunos sectores económicos crecen debido a la reducción de costos de transporte, pero este impacto no es el mismo o no existe en otros sectores. Adicionalmente se comprobó que las carreteras afectan la distribución espacial de la actividad económica de las ciudades, condados y regiones bajo su área de influencia, elevando los niveles económicos de los condados por los cuales pasan estas vías pero desconectando la economía de aquellas ciudades ubicadas en áreas no metropolitanas. Específicamente se presentan hallazgos de aumento de ingresos en los sectores industriales, en el comercio minorista, en el sector servicios y en el sector de tecnología.

Para entender un poco más los antecedentes de fenómenos como el explicado en párrafos anteriores pueden consultarse diferentes estudios sobre el surgimiento de la estructura actual de las ciudades en Norteamérica y el papel de las autopistas urbanas en este proceso. Uno de ellos es presentado por Canna (2013), quien plantea que la formalización de la estructura actual de ese país puede fijarse para el período comprendido entre 1956 y 1962. En ese período y enmarcado en escenarios académicos, se presentó una interesante discusión entre urbanistas y constructores acerca del diseño y estructura de las carreteras interestatales (*highways*) y las autopistas urbanas (*freeways*) que había empezado a construirse en el país a partir del año 1919 con la llamada “*Transcontinental Motor Convoy*”, la cual tenía como objetivo real minimizar los tiempos de desplazamiento a través del territorio y optimizar el uso de recursos para tal fin en el escenario de una hipotética confrontación bélica con otro país. Esta idea había definido que la manera de cumplir este objetivo podría lograrse a partir de carreteras o autopistas interestatales diseñadas en línea recta, con la menor cantidad de desvíos y que pudieran permitir que las ciudades se interconectaran a esta red por medio de autopistas urbanas que permitieran la conformación de una red de movilidad a través de todos y cada uno de los estados de la nación (P. Hall, 1989, 2014; P. Hall & Tewdwr-Jones, 2010). En definitiva, se trató de un desarrollo bajo una óptica puramente militar que encontró

un gran aliado a partir de 1930 con el auge del desarrollo de las autopistas locales y estatales y de las políticas de subsidio y expansión económica generadas por el gobierno central en respuesta a la Gran Depresión de la década anterior.

En un intento por combatir la recesión y el desempleo, se establecieron programas de promoción del empleo en las nacientes industrias incluida la del automóvil y de ofrecimiento de préstamos hipotecarios para la construcción de viviendas unifamiliares en los suburbios. Estas hipotecas ofrecidas a escala masiva ofrecían la posibilidad a las familias de contar con vivienda propia en sectores alejados de los centros urbanos destinados principalmente para las organizaciones, fábricas y el comercio, pero que a su vez garantizaban el acceso desde estos asentamientos por medio de las autopistas urbanas (Easterling, 1999; Mumford, 1989; Patton, 1986; Rose, 1990). Esta dinámica se repitió a lo largo de las restantes décadas del siglo XX, resultando así en un sistema de movilidad y transporte diseñado a la medida para la estructura de comunicaciones definida a principios de siglo, donde los fenómenos de separación entre la ciudad central y sus suburbios, se repitió consecutivamente y conllevó a resultados como los que se comprueban en estudios empíricos enunciados al inicio de esta sección (Easterling, 1999).

A manera de conclusión del análisis de la interacción entre el desarrollo de la infraestructura de autopistas (nacionales o locales) y la geografía urbana y en concordancia con el postulado de Rodrigue et al. (2016), podemos decir que la construcción de autopistas ha creado un gran espacio para el transporte privado y han favorecido la aparición de vías de circunvalación alrededor de las ciudades convirtiéndolas en un atributo de la estructura de las mismas localidades, generando fenómenos de policentrismo tanto para los lugares de residencia como para las organizaciones y el desarrollo económico. Esta nueva distribución espacial recibe diferentes nombres dependiendo del autor que las utilice, acuñándose expresiones tales como “edge cities”, “ex urbs” o “periurban areas”. Como también lo resaltan Rodrigue et al. (2016), el concepto de estas ciudades de borde (*edge cities*) y otras que se refieren al mismo fenómeno, se utiliza para etiquetar grupos de desarrollo urbano de carácter multicéntrico fuera del núcleo urbano y fuera de los suburbios, pero a distancias razonables y tiempos de desplazamiento que pueden afrontarse gracias al desarrollo de esta infraestructura y que a su vez juegan un papel esencial en el desarrollo económico de las ciudades.

### **1.2.5. Inversiones en transporte público masivo en rieles (trenes ligeros y trenes pesados)**

En esta sección abordaremos el estado actual y los fenómenos en la geografía urbana resultantes de las inversiones en infraestructura y en soluciones de movilidad en trenes, tanto de alta velocidad (*High Speed Trains -HST*) como de algunas iniciativas para aumentar la cobertura de trenes urbanos tradicionales. Estudios adelantados en las últimas décadas evidencian que a pesar de la disminución de la participación de este modo, continúa la inversión para construir nuevos sistemas de tránsito urbano ferroviario y extender los antiguos (Winston & Maheshri, 2007).

En una primera instancia se presenta un análisis para la evolución de este modo de transporte en el continente europeo y en el asiático y posteriormente, se presentará un análisis similar para Norteamérica, al considerarse que estos tres ámbitos pueden recoger de manera general el desarrollo de los sistemas ferroviarios de las últimas décadas.

La categoría de los HST (Trenes de alta velocidad, por su sigla en inglés) que se ha convertido en el más reciente desarrollo a nivel mundial como solución para los viajes de largas distancias, puede incluirse dentro de la clasificación elegida para categorizar esta investigación correspondiente a los trenes pesados (metros *HRRT*), perteneciente a aquellas tipologías que utilizan desarrollos tecnológicos de última generación y logran operar entre 200 km/h y 300 km/h o superiores (Vuchic, 2002). La mayoría de investigadores y académicos coinciden en señalar que las regiones del mundo con mayores inversiones y desarrollos para los trenes pesados y los metros son Norteamérica, Francia, Korea, China, sumados a algunos otros países europeos. También coinciden en afirmar que en el desarrollo del tránsito urbano correspondiente a las modalidades en trenes (pesados, ligeros, regionales o de cercanías), la economía de las ciudades, la ubicación de las empresas y el alojamiento de los ciudadanos son aspectos que co-evolucionan con la construcción y la geografía urbana (Calthorpe, 2017; Hickman, Givoni, Bonilla, & Banister, 2016; Peterman, 2010). Deakin (2017) presenta una radiografía del desarrollo de este tipo de transporte desde la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días, resaltando la relación de esta evolución con el desarrollo urbano y económico de las ciudades. En su obra destaca cómo las diferentes decisiones tomadas por diferentes países interesados en restaurar sus sistemas de movilidad después de las afectaciones sufridas en la Segunda Guerra Mundial, fueron determinantes para reconstruir sus ciudades. Como se destacó en la sección anterior, algunos países optaron por el

desarrollo del transporte privado, adelantando importantes inversiones en infraestructura orientada hacia las autopistas. Sin embargo no fue su única opción y decidieron también dirigir parte de sus inversiones hacia los trenes pesados. En la mayoría de países europeos y en Japón, su infraestructura fue reconstruida y renovada, involucrando los diseños tecnológicos de avanzada disponibles en esa época, el uso de nuevos materiales y nuevos diseños. Países como Japón, Francia y Alemania apostaron por nuevos diseños y por el desarrollo logístico que permitiera disminuir los tiempos de viaje. En Estados Unidos, la inversión fue menor debido a que, como se explicó en la sección anterior, este país optó también por el desarrollo del transporte privado en autopistas y por los trayectos internos o internacionales en avión.

De manera similar a lo sucedido con las autopistas en Norteamérica, la expansión de los trenes que permiten la conectividad entre asentamientos en la periferia de las ciudades o entre ciudades cercanas entre sí, así como la expansión de la infraestructura para trenes de alta velocidad resultó en la creación de las llamadas zonas periurbanas.

Estudios empíricos de Garmendia et al. (2008) han demostrado que en Europa, las pequeñas ciudades aisladas de las grandes urbes pero situadas a menos de una hora de viaje utilizando los trenes pesados de velocidad media o alta, participan en los procesos metropolitanos de las ciudades principales. Estos mismos estudios sugieren que existen dudas sobre si esta conexión entre una ciudad principal y otras más pequeñas favorece la concentración o la descentralización de estas nuevas agrupaciones, donde se puede evidenciar la existencia de subcentros de negocio con mejores condiciones de accesibilidad. Estudios complementarios encontraron también que la ubicación de las residencias respecto a las estaciones de metro depende de las tipologías de los ciudadanos, que las “ex urbs” adquieren más importancia en la economía de la ciudad principal en la medida de la accesibilidad resultante de la existencia del transporte férreo y que la inversión local y foránea, así como la localización de las organizaciones en estos territorios se ve favorecida ante la existencia de estas soluciones (Bertolini, 1998; Bertolini & Dijst, 2003; Blum, Haynes, & Karlsson, 1997; Moulaert, Salin, & Werquin, 2001).

Estudios sobre el desarrollo de los trenes en Europa tales como los de Shuai (2005) o los de Burnett (2009), muestran que la mayoría de hoteles, oficinas y empresas en las grandes ciudades de ese continente se concentran en los centros urbanos y no en los suburbios. Por esa razón, la mayor utilidad de la utilización de los viajes en tren se encuentra para el traslado de la población

desde sus lugares de vivienda hacia el centro de las ciudades, o para traslados entre diferentes centros urbanos que se encuentran distantes entre sí o en algunos casos como en las ciudades de Berlín, Frankfurt o Londres, para acceder a los aeropuertos que permiten traslados a más larga distancia (Ryder, 2012).

Por esta razón, el desarrollo de las vías férreas se encuentra ligado a proyectos de inversión y de desarrollo económico mucho más amplios, que buscan integrar las actividades de estas “ex urbs” a la economía de las ciudades principales y son financiados dentro de los planes locales o nacionales de desarrollo regional. Como lo resalta Hughes (2007), las líneas no se construyen únicamente para transportar personas sino para aumentar el desarrollo y la integración económica de las empresas sin importar su ubicación, permitiendo la vinculación de estos asentamientos a las redes económicas locales e internacionales.

De forma simultánea, el desarrollo de los sistemas ferroviarios en Estados Unidos presentó una evolución diferente a la que destacamos en párrafos anteriores para Europa y Asia. La utilización de este modo de transporte ha disminuido en las últimas tres décadas, a pesar de que la inversión para construir nuevos sistemas o para modernizar o extender los existentes, continúa. Mientras que el déficit resultante de lo anterior aumenta, el apoyo estatal y político para las soluciones ferroviarias se mantiene, en algo que los expertos atribuyen en cierto nivel a la nostalgia de una nación por una modalidad que acompañó en gran medida el desarrollo del país (Richmond, 2001). Mientras que a principios de 1980 el transporte en trenes era utilizado por cerca de dos millones de habitantes para movilizarse al trabajo, en el primer quinquenio de la primera década del siglo XXI menos de un millón de estadounidenses utilizan el tren para desplazarse hasta sus lugares de trabajo. Si se tiene en cuenta que los centros urbanos, el empleo en las ciudades y la cobertura de este sistema han aumentado, la proporción de utilización de los trenes ha disminuído en forma sustancial (Winston & Maheshri, 2007). A pesar de esta disminución en su uso, las subvenciones estatales y locales para su operación han aumentado en 250% desde 1980, se han adelantado proyectos de ampliación en ciudades como Cleveland, Washington, Santa Clara, Sacramento mientras que otras como Los Ángeles, Denver, Dallas, St. Louis, Houston y Minneapolis han diversificado sus líneas o han construído nuevos sistemas. Estos proyectos, además de las solicitudes de ciudades pequeñas para obtener apoyo en la construcción de sus propios sistemas ferroviarios ha sido un tema de profunda discusión, debido el déficit generado por

esta disminución en la demanda y por el alto costo social resultante del reto que han tenido que afrontar las empresas privadas para contraer su estructura y sus costos, al ver reducida su cuota de mercado (Richmond, 2001; Savage, 2004; Viton, 1981; Winston & Shirley, 2010).

Este análisis de la evolución del transporte ferroviario local y nacional en Estados Unidos, sumado a la recopilación empírica al respecto y el análisis que proponen Winston y Maheshri (2007), permiten concluir que en este país el desarrollo del modo ferroviario no ha sido un condicionante para la ubicación de las empresas pero sí para su contracción y consecuente disminución en la oferta de empleo. Como lo anota este mismo autor, el mayor problema a este respecto tiene que ver con que esto no atrae suficiente patrocinio privado para contrarrestar sus altos y crecientes costos, convirtiéndose en una desventaja a la luz de los nuevos patrones de desarrollo urbano. El monocentrismo de los desarrollos residenciales, de la ubicación de las empresas y de las oportunidades de empleo existente en el pasado posibilitaban su aprovechamiento, pero se convirtió en una gran desventaja para este transporte que no se ajusta a las necesidades sociales y económicas de ciudades cada vez más dispersas.

#### **1.2.6. Inversiones en sistemas transporte público masivo en buses tipo BRT**

Finalmente en esta sección dedicada al análisis de la interacción entre las inversiones en diferentes modos de transporte y la dinámica de organización y crecimiento de las ciudades, incluyendo el desarrollo geográfico y urbano de la geografía de las mismas en cuanto a los asentamientos de habitación de sus habitantes y en cuanto a las decisiones de ubicación geográfica de las organizaciones, adelantaremos una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con propuestas acerca del transporte en buses de tránsito rápido o BRT, de manera consecuente con la taxonomía definida para esta investigación abordando de esta manera la tipología relacionada con el objeto de estudio que se está investigando. El transporte tipo BRT se plantea como una de las categorías de transporte público masivo que corresponde a la modalidad de buses.

Dado que la literatura referente a la relación de estas inversiones y sus resultados frente a algunas variables específicas es amplia y que este modo de transporte actualmente tiene presencia en una gran cantidad de ciudades y países a nivel mundial, en primera instancia presentaremos los resultados de esta revisión referente a la relación de la implementación de los sistemas BRT y la economía urbana. Posteriormente y como metodología para puntualizar el análisis del sistema Transmilenio culminaremos esta revisión partiendo de hallazgos presentados por la literatura

científica para el sistema BRT de Bogotá en comparación con los resultados para estos aspectos presentados para otros sistemas de este tipo en el mundo, para luego reseñar puntualmente algunas experiencias que pudieran servir como guía para trabajos empíricos a adelantar en la ciudad de Bogotá. En este sentido podemos apuntar que sistemas de transporte del tipo BRT con tecnologías y desarrollos similares actualmente funcionan en países tales como Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Paraguay y Venezuela en el continente americano, España, Finlandia, Francia, Países Bajos, Reino Unido y Turquía en Europa, China, India, Indonesia y Pakistán en Asia, Nigeria y Sudáfrica en África y Australia y Nueva Zelanda en Oceanía.

Información reportada por el Global BRT Data (EMBARQ, 2020) da cuenta de cifras asociadas a la operación actual de los sistemas BRT en el mundo con presencia en 172 ciudades y una operación asociada a 5.153 km de longitud total con un nivel de uso de más de 33,8 millones de pasajeros por día. Particularmente y para la ciudad de Bogotá, la operación representa aproximadamente el 6.5% de pasajeros y el 2,2% de longitud del sistema, lo que permite apreciar la gran diferencia en porcentaje de pasajeros que usan el sistema por kilómetro de longitud para Bogotá, en comparación con el promedio mundial.

La revisión de la literatura ha permitido identificar que las temáticas abordadas de manera teórica o comprobadas empíricamente que presentan mayor desarrollo tienen que ver con la implementación de sistemas de transporte tipo BRT y los cambios en el uso de la tierra y en el valor de las propiedades.

Fenómenos relacionados con los cambios en el valor de la tierra y en el uso y aprovechamiento de la misma han sido resaltados por la literatura como consecuencias del hecho de que la introducción de nuevos corredores de tránsito inducen respuestas positivas en el aprovechamiento de la tierra, la distribución urbana, la reactivación del mercado inmobiliario y los consecuentes cambios en la densidad de la tierra (Cervero & Kang, 2011). Esta característica ha sido evidenciada tanto en los casos de América, como en la mayoría de los de Europa y en los de Corea. Este aprovechamiento de la tierra parece ser más notorio en cercanías a los puntos de intersección o de abordaje y puntos de parada para el aprovechamiento de la tierra en aspectos tales como la ubicación de oficinas, o la apertura de establecimientos de comercio, mientras que los

resultados empíricos parecen demostrar que el resultado de la introducción de nuevas líneas de transporte en autobús tienen un efecto débil en el desarrollo urbano (Munoz-Raskin, 2010).

Apoyando estas afirmaciones, estudios como los de Perk y Catala (2009) parten de hipótesis que proponen que la inversión en infraestructura para sistemas BRT tienen un impacto en el valor de las propiedades que puede considerarse proporcional a la implementación de un sistema ferroviario, guardadas las características y proporciones entre uno y otro, por medio de modelos de regresión hedónica utilizando bases de datos e información disponible para el sistema de Pittsburgh en Estados Unidos y para soluciones de vivienda familiar en la misma ciudad. Los resultados demuestran no solo la hipótesis en sí misma sino que permiten encontrar determinantes de esta influencia, al encontrar para este caso en particular que el efecto de la distancia desde una propiedad a una estación del sistema es determinante en el aumento del valor de la misma. Interpretando los resultados se puede afirmar que en esa ciudad y con la implementación de ese sistema, las viviendas situadas hasta 30 metros de una estación se valorizan 7 veces más que una vivienda situada a 300 metros.

Para el caso asiático, la investigación de Cervero y Kang (2011) y el estudio de Jun (2012) plantea una comprobación empírica en el sistema BRT de Seúl – Korea llamado SMIUM. En el primer caso los autores aplican un modelo de análisis multinivel mediante el cual concluyen que las mejoras directas e indirectas de la inversión en este tipo de sistemas en la ciudad atraen a los constructores para transformar viviendas unifamiliares en soluciones con edificios de apartamentos o en condomios de mayor densidad. Los resultados aumentan la existencia de primas de hasta el 10% para soluciones en un área de influencia de menos de 300 metros de las estaciones y de hasta el 25% para distancias de menos de 150 metros de estas paradas, encontrando mayor respuesta en usos no residenciales y en actividades comerciales. Esto permite la propuesta hacia las decisiones de política pública de diseñar instrumentos de captura del valor excedente para permitir la definición de instrumentos de financiación y de reducción de inequidad social. En el segundo caso el autor analiza los efectos del sistema en el desarrollo urbano, los patrones de la dinámica asociada y el valor de la tierra por medio de un modelo de simulación urbana. En este destaca diferentes resultados que le permiten afirmar que esta inversión actúa como una fuerza centrípeta que atrae a inversionistas y empresarios que ya están localizados o que consideraban su localización en los suburbios hacia el centro de la ciudad. Este efecto no es tan notorio en las actividades residenciales,

lo que refuerza la hipótesis de este estudio en cuanto a la influencia de este tipo de sistemas en las decisiones estratégicas de ubicación de las empresas. También resalta que como consecuencia de lo anterior, son las propiedades ubicadas en el Distrito Central de Negocios<sup>6</sup> (CBD) las que experimentan mayores niveles de valorización en contraposición con las ubicadas en los anillos exteriores y en los suburbios de la ciudad.

La literatura también permite explorar los resultados del análisis al respecto adelantado para la línea número uno del sistema Beijing Southern BRT (Deng & Nelson, 2010), cuyos resultados también destacan el impacto en la estructura urbana de la ciudad y las decisiones de ubicación tomadas como consecuencia de este desarrollo. Aunque el estudio argumenta que los análisis de las inversiones en este tipo de sistemas como herramienta para estimular el desarrollo de la tierra aún sigue siendo un campo inexplorado, reporta hechos que permiten el planteamiento de hipótesis al respecto. Se trata de un diseño mixto adelantado por medio de una entrevista en su característica cualitativa y de un cuestionario y un análisis longitudinal de bases de datos sobre la propiedad de inmuebles, que resultan en la definición de un resultado positivo en cuanto a la percepción y el atractivo de las propiedades residenciales y comerciales dentro del área de influencia de las líneas del BRT y un resultado estadístico que sugiere que la ventaja de accesibilidad conferida por los corredores del sistema se traducen en un aumento en el precio de las propiedades. Se comprobó también el alto nivel de distancia de atracción del sistema, donde el 14% de los encuestados manifiesta su interés y su percepción de crecimiento del valor de la tierra incluso a distancias que llegan a los 1.000 metros de distancia de las estaciones. Incluso un 46,1% de los encuestados manifiesta haberse trasladado a vivir o a operar comercialmente cerca de alguna estación de la línea investigada después de la entrada en operación total de la misma, lo que comprueba que la búsqueda de reducción de costos en tiempo y dinero debido a los desplazamientos puede atribuirse a la operación en pleno del sistema y a la ubicación en cercanías de alguno de los puntos de acceso.

El caso de Hong Kong es tal vez uno de los pocos que puede resaltarse no por sus resultados en sí mismos, sino por los resultados como consecuencia del proceso de planificación en el que están inmersos. En esta ciudad, las inversiones en infraestructura y en sistemas de transporte público masivo forman parte de un proceso planeado que forma parte de una política pública de

---

<sup>6</sup> Mayor ampliación sobre este concepto de la geografía urbana y la forma en que se abordará en esta investigación, puede encontrarse adelante en la descripción de la tercera fase operativa de la metodología propuesta.

desarrollo inmobiliario y de re densificación de la zona urbana, lo que ha permitido definir la estructura urbana de la ciudad e implementar con éxito un sistema sostenible que permitirá su expansión e integración con otras soluciones (Cullinane, 2002; Cullinane & Cullinane, 2003; Chan, Lau, Lee, & Chan, 2002).

Particularmente para el caso Latinoamericano, se resaltan los resultados de un estudio patrocinado por el Banco Interamericano de Desarrollo BID en el 2016 que pretendía evaluar la realidad de los BRT de Cali en Colombia y de Lima en Perú, analizando los efectos de estos sistemas en la movilidad y el acceso de las mencionadas ciudades. En este estudio adelantado por Scholl et al. (2016), se presentan hallazgos similares a los ya citados anteriormente con la particularidad de que el enfoque de este reporte se centra en el mejoramiento para las condiciones de movilidad urbana para la población de bajos recursos. En él se reporta cómo los diseños permitieron conectar a los barrios marginales de la periferia y los asentamientos informales con diferentes locaciones de la ciudad central referentes a salud, saneamiento, educación en relación con la temática de esta investigación y los relacionados con las actividades económicas formales. Tanto este estudio como el de Scholl et al. (2015) que incluye el análisis para la ciudad de Montevideo en Uruguay, resaltan como hallazgo el proceso fragmentado de planificación de las instituciones responsables de la planificación del transporte público masivo, así como la desconexión entre los sectores formales e informales de provisión de estos servicios, evidenciando la necesidad de regularización e integración de todos sus componentes.

A diferencia de lo destacado para el caso de transporte en autopistas y transporte ferroviario, los resultados empíricos adelantados para Transmilenio concuerdan con una gran cantidad de estudios empíricos con resultados divergentes en la relación entre la introducción de este tipo de tecnologías y los precios de la tierra (Cervero, 2013; Pan & Zhang, 2008; Perk & Catala, 2009; Suzuki et al., 2013; Thomas & Deakin, 2008), situación para la cual el análisis de los efectos de Transmilenio no es una excepción (Mendieta-López & Perdomo Calvo, 2007; Perdomo Calvo, Mendoza, Baquero-Ruiz, & Mendieta-Lopez, 2007; Rodriguez & Mojica, 2008).

Es así que el estudio de D. A. Rodríguez y Mojica (2009) acerca de la capitalización de los efectos del sistema de Bogotá en los precios de la tierra que dada la ventana de tiempo referida por sus autores, abarca el período del año 2001 al 2006. Como se planteará adelante en la sección correspondiente a la delimitación espacio-temporal del estudio, el período de esta investigación

coincide con la puesta en operación de la Fase I del sistema y abarca tanto la planeación como la puesta en operación de la Fase II del mismo. Este estudio presenta resultados que pueden ser comparables con los que se acaban de presentar para Norteamérica, Europa y Asia en cuanto al incremento del valor de algunas propiedades en función de la distancia a la localización de las estaciones del sistema. Utilizando un modelo hedónico para antes y después del período elegido, diseñado para un grupo de propiedades intervenidas y un grupo de control se determinó que la capitalización de las mejoras en la accesibilidad de estas zonas mostraba niveles entre 13% y 14% superior a los del grupo de control, para áreas de influencia entre los 500 y los 1.000 metros.

Para continuar con esta revisión, podemos retomar la afirmación de Munoz-Raskin (2010) quien destaca la contribución del sistema Transmilenio a las nuevas dinámicas de la estructura urbana debido a la renovación de las zonas próximas a sus corredores y principalmente a los lugares de ingreso a las estaciones. Dada la amplitud de cobertura que el sistema ha logrado desde su puesta en operación comercial en el año 2001, puede afirmarse que su área de influencia abarca gran parte de zonas tanto del interior como de la periferia de la ciudad, que a su vez han sido objeto de la revitalización enunciada y por ende han posibilitado nuevas zonas de desarrollo tanto inmobiliario como comercial, permitiendo a las organizaciones tenerlas en cuenta en sus decisiones estratégicas de localización (Ruiz Estupiñan, 2006). Esta dinámica ha permitido comprobar el potencial de diferentes zonas de la ciudad que antes podrían haberse considerado deprimidas y con pocas posibilidades de desarrollo y que fueron previstas con anterioridad como locaciones adecuadas para el desarrollo comercial de la ciudad por parte del sector privado. Esto ha resultado en el aprovechamiento de este potencial, sobre todo en los alrededores de los portales, terminales y estaciones del sistema para adelantar actividades asociadas a la construcción de nuevos centros comerciales, construcciones diseñadas para la urbanización y el uso habitacional y para diferentes exponentes de comercio al por menor, principalmente.

Algunos análisis sobre la evolución de Transmilenio y su interacción con diferentes actores sociales sucedidos desde el año 2001 cuando inició su operación comercial han sido expuestos en la literatura. Como lo anotan Bocarejo et al. (2013), mientras que la expansión urbana ha sido el patrón de crecimiento urbano en la mayoría de ciudades en desarrollo en el mundo, Bogotá se ha comportado de manera diferente. La propuesta de estos autores demuestra que ciertas zonas de la

ciudad han experimentado procesos de densificación explicados tanto por la red construida para el sistema como por los servicios de atención de rutas de alimentación provistas para estas áreas.

En cuanto al impacto en el desarrollo de la tierra, el estudio de Hidalgo et al. (2013) reporta que la consulta de diferentes fuentes oficiales tales como la Lonja de Propiedad raíz informan de aumentos reales en los precios de la tierra situados a menos de 1.000 metros de las estaciones de Transmilenio entre 2000 y 2001, en un período donde los precios generales cayeron. Esta situación puede identificarse como una consecuencia directa del desarrollo de la Fase I del sistema. Estudios basados en encuestas del 2002 para alquiler de vivienda y en series de tiempo para el período 2000-2004 para nuevos proyectos inmobiliarios también reportan efectos positivos para las propiedades que se encuentran a corta distancia de las estaciones de Transmilenio (Barrios, 2002; Muñoz-Raskin, 2010; D. Rodríguez & Targa, 2004). Los estudios citados sin embargo muestran variaciones dependiendo de la edad de construcción del inmueble y de la posición socioeconómica del sector de análisis, además del condicionamiento del impacto de las estaciones en la percepción de inseguridad, ruido y contaminación del ambiente (Arteaga, García, Guzmán, & Mayorga, 2017; D. Rodríguez & Targa, 2004).

En cuanto al tópico principal de esta investigación y en la misma línea de las conclusiones algunos investigadores citados resaltan el corto tiempo que la implementación y puesta en marcha de los sistemas BRT han tenido como para permitir investigaciones concluyentes en cuanto al cambio en el uso y en el valor del suelo y de las propiedades resultantes de estas inversiones.

Por tanto, puede afirmarse que existe un vacío en los estudios empíricos aplicados a Transmilenio que hayan tratado de evaluar la relación entre los efectos de las inversiones en el BRT de Bogotá, la localización de las firmas y la generación de empleo a través de modelos de análisis cuantitativo y espacial de manera simultánea.

Complementando este análisis y a manera de cierre de esta sección que aborda la revisión de la literatura específica sobre el efecto de las inversiones en transporte en la estructura urbana y en la dinámica geográfica de las ciudades, reseñamos el estudio de Bocarejo et al. (2016) quienes presentan los resultados de su análisis empírico acerca de las consecuencias de la implementación de Transmilenio en el índice de fragmentación social. Aunque esta temática no se relaciona directamente con la dinámica de localización y de generación de empleo de las empresas, sí se

relaciona directamente con las dinámicas de interrelación de los habitantes de la ciudad, con sus patrones de movilidad y con la capacidad de relación con componentes urbanos localizados fuera de las proximidades de sus lugares de residencia. Los resultados obtenidos confirman en algunos casos las afirmaciones hechas en otras investigaciones, pero para el caso particular de Bogotá presentan resultados diferenciales. En este estudio se propone una metodología que mide el nivel de fragmentación social y de localización residencial de sus ciudadanos, destacando que los llamados “ghettos” o “comunidades cerradas” existentes como unidades totalmente aisladas en 1995, habían aumentado sus niveles de interacción con la ciudad para el año 2005 como resultado del impacto de la introducción del sistema BRT. Sin embargo se resalta que esos resultados son más claros en las zonas de influencia de las rutas alimentadoras y no es tan evidente ni concluyente para las líneas troncales, siendo estas últimas el objeto de estudio de la presente investigación.

La revisión de la literatura y de la teoría evidencian la presencia de grandes impactos en las áreas cercanas al desarrollo de grandes inversiones en infraestructura del transporte, particularmente si se trata de transporte masivo mejorando los niveles de accesibilidad geográfica entre diferentes zonas de un territorio, situación que a su vez modifica las dinámicas sociales y económicas de la sociedad. La literatura se ha ocupado principalmente de los cambios en el uso del suelo y del valor de las propiedades, existiendo aún un gran potencial en el análisis de estos impactos causados por la construcción de sistemas BRT, debido al relativamente poco tiempo que estos desarrollos han tenido a nivel mundial (Estupiñan, 2011).

### **1.2.7. Decisiones de ubicación geográfica de las empresas y su incidencia en la generación de empleo y en los resultados económicos de las firmas**

El interés que ha despertado en las últimas décadas el análisis de las economías de aglomeración, su incidencia en las decisiones de las organizaciones y el análisis de las relaciones entre las inversiones públicas y privadas en infraestructura, la dinámica en la localización geográfica de las empresas y los resultados de las mismas, permitió el desarrollo de diferentes trabajos teóricos y empíricos sobre aspectos espaciales de la economía mediante el uso de nuevas técnicas y herramientas de modelamiento estadístico y de regresión aplicada combinadas con los

resultados que ahora se posibilitaban debido al uso de nuevas herramientas de información geográfica.

Precisamente en un trabajo de Fujita, Krugman y Mori (1999) se resalta el papel de las ciudades como unidades básicas de comercio nacional e internacional y se propone un modelo acerca de la formación endógena de un sistema urbano jerárquico. Con ello demuestran que a medida que aumenta el tamaño de la población en un área geográfica determinada (causada por razones que entre otras se asocian a las decisiones de ubicación de las empresas), el sistema urbano se auto-organiza en sistemas jerárquicos que permiten aprovechar las ventajas de esta ubicación.

En trabajos de Fujita y Ogawa (1982) y de Cervero (1997, 1998) se plantean la relación directa entre las potenciales ventajas que una empresa puede obtener a raíz de las decisiones de localización que tomen en concordancia con la teoría explicada anteriormente, el aumento de su productividad y el posible cambio en la generación de empleo asociada.

En el estudio de Gibbons y Machin (2005) se presenta evidencia de que los consumidores valoran fuertemente un mejor acceso al transporte generado por la construcción de nuevas estaciones en el metro de Londres y de que el precio de la tierra en locaciones próximas a estas inversiones en infraestructura aumenta en niveles de hasta un 9,3%. Estos autores aplican un modelo de precios hedónicos en el cual se comprueba la influencia de la cercanía a las innovaciones asociadas a nuevas estaciones del metro en el precio de los inmuebles y en la percepción de los usuarios asociada al ahorro en tiempo y a la comodidad en los traslados desde y hacia sectores comerciales de la ciudad. Como lo anota (Crozet, 2017), las inversiones en sistemas de transporte público no deben definirse únicamente por los ahorros en tiempo de desplazamiento sino por los ingresos incrementales a la economía de la región. Ingresos que pueden encontrarse en facilidad y accesibilidad de pasajeros al territorio, de empleados a su sitio de trabajo y en bienestar social.

Como parte de esta tendencia que plantea la correlación de factores asociados a las decisiones de ubicación y los resultados de las empresas, Combes y Gobillon (2014) proponen un marco de análisis empírico de los planteamientos teóricos sobre el tema donde involucran variables tales como las decisiones de ubicación de los trabajadores, el efecto que tiene la densidad local sobre la productividad, la medida de esta productividad empresarial en términos del salario de los

trabajadores, el papel de la ubicación espacial de las firmas, los impactos estimados de los determinantes locales de productividad, empleo y la elección de ubicación de la empresa.

Sumados a los anteriores, otros autores plantean y ponen a prueba diferentes hipótesis que pretenden evaluar otras relaciones tales como la tendencia a la disminución del desempleo debido a la posibilidad de acceso de las personas vacantes a las empresas en relación con la facilidad de acceso a las aglomeraciones económicas (Glaeser et al., 2008), la relación entre la terminación o el abandono de un empleo y la densidad de la aglomeración empresarial (Rosenthal & Strange, 2004), los fundamentos y el origen de las economías de aglomeración (Combes, Duranton, & Gobillon, 2008; García López, 2006; J. V. Henderson, 2003; Rosenthal & Strange, 2001, 2004) y las causas económicas de la decisión del nivel de expansión y desarrollo urbano y sus consecuencias en los resultados de los sistemas de transporte y de la economía de una región en particular (Burchfield, Overman, Puga, & Turner, 2006), entre otras.

Un planteamiento a destacar y que proporciona una guía importante para esta investigación, se encuentra en las diferentes propuestas sobre la relación entre aglomeración, productividad e inversión en transporte adelantada en los centros urbanos propuestas por Graham (2007b) y Graham y Van Dender (2011), quienes presentan un recorrido por diferentes métodos de estimación de la elasticidad de los efectos de la aglomeración, de la elasticidad de la productividad con respecto a la aglomeración y su uso para calcular la magnitud de los beneficios externos de las mejoras en el transporte. En ellos se plantea un modelo para medir la aglomeración y estimar empíricamente la relación entre aglomeración y productividad involucrando los resultados de la empresa, los factores de insumos y los efectos en la producción posibilitados por las economías de aglomeración.

#### **1.2.8. Relaciones entre los determinantes de la aglomeración, el valor de las empresas, la generación de empleo y la ubicación geográfica de las organizaciones**

Tal y como se expuso anteriormente, existen postulados teóricos y planteamientos empíricos que comprueban que las decisiones de ubicación geográfica de las empresas se correlacionan con variables tanto externas y con variables internas a las organizaciones y demuestran también que estas decisiones de ubicación impactan los resultados económicos tanto

de las mismas empresas como del territorio al que pertenecen. Este fenómeno de correlación es el objeto de estudio de las denominadas economías de aglomeración.

Las variables enunciadas en el apartado anterior, al ser analizadas y categorizadas como causas de estos fenómenos pueden así mismo analizarse como determinantes de los resultados de las organizaciones en cuanto a su productividad, en cuanto al valor que adquieren en el mercado y en la industria a la que pertenecen, en cuanto a los niveles de oferta de empleo que se derivan de estos resultados y de manera cíclica en cuanto a las decisiones de mantener su ubicación geográfica o cambiarla en búsqueda de resultados que permitan el logro de sus objetivos.

En este apartado se discuten trabajos que analizan la relación de dos o más de las variables mencionadas y de otros fenómenos que se relacionan con las economías de aglomeración.

Para iniciar esta discusión, puede mencionarse la recopilación sobre propuestas metodológicas existentes en por Ottaviano y Puga (1998), en la cual incluyen análisis de los efectos de la aglomeración organizacional en variables tales como los costos de transacción, los costos de desplazamiento y la generación de empleo, entre otras. De esta recopilación se resaltan conclusiones que evidencian el importante papel que la ubicación geográfica tiene en los resultados organizacionales. Se enuncia la necesidad que algunas empresas tienen de trasladarse o gestionar la apertura de sedes alternas para atender ubicaciones geográficas no cubiertas y abastecer sus mercados. Así mismo se resalta que este fenómeno induce a las empresas y a sus trabajadores a agruparse reconfigurando nuevamente la aglomeración geográfica resultante, en una búsqueda de aprovechamiento de las economías de escala, de la reducción de costos de transporte y de la facilidad de acceso a los lugares de trabajo y a los mercados.

En este sentido, autores como Henneberry (1998) o Combes y Gobillon (2014) adelantan propuestas sobre los componentes económicos, sociales y empresariales que pueden determinar este tipo de decisiones de ubicación. Precisamente estos últimos, plantean un marco de referencia para discutir la utilización de diferentes componentes enunciados en la literatura empírica como determinantes de las aglomeraciones organizacionales y por tanto de las decisiones organizacionales y de mercado para la generación de empleo, de las decisiones de ubicación geográfica y del valor empresarial. En su trabajo, estos autores adelantan una revisión de las características que han sido consideradas tradicionalmente en la literatura como influyentes en las

economías de aglomeración para de esa manera proponer modelos de relación entre diferentes variables.

Diferentes resultados y conclusiones tanto de los estudios de estos autores como de otras propuestas de comprobación empírica que se presentan en esta sección se configuran como base inicial y punto de partida para la propuesta metodológica de esta tesis, en particular la planteada en la tercera fase operativa que pretende como aporte la adaptación de estas propuestas para el caso bogotano.

La primera conclusión que se encuentra en concordancia con el argumento de la presente investigación, expone que los resultados de las organizaciones se ven afectados por fenómenos tales como el tamaño del mercado local, la cantidad de organizaciones competidoras, la estructura de la economía local y la composición de la mano de obra perteneciente a estas organizaciones. Para estos autores, en cada una de estas categorías pueden presentarse tanto economías de localización como economías de urbanización.

Es decir, los fenómenos asociados con la ubicación geográfica de empresas de una industria en un mismo territorio, el tamaño del mercado, el desempeño de estas organizaciones y la cantidad de oferta de empleo se convierten en ventajas originadas por la industria a la que se pertenece (*economías de localización*), o ventajas originadas por la ubicación en la unidad espacial en la que está ubicada la empresa (*economías de urbanización*) (Cervero, 1997; Duranton & Puga, 2004; Graham, 2007a; Rosenthal & Strange, 2004).

De la misma manera este estudio refiere las conclusiones y comprobaciones empíricas de investigaciones anteriores tales como las de Ciccone y Hall (1993) y Briant, Combes y Lafourcade (2010), tomándolas como punto de partida para demostrar varios fenómenos que a partir de este momento se convertirán en postulados que también apoyan la propuesta metodológica que se propone para este estudio y que se citan a continuación.

- Para estos autores, el tamaño de la economía local (ya sea en general o discriminada por industria o por zona geográfica) puede ser medida por el número de trabajadores por “unidad de tierra”, es decir por medio de la densidad. Esta conclusión permitió elegir como unidad de análisis de la tierra para el presente estudio la misma que es utilizada en la información cartográfica básica municipal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística

(DANE), cuyo máximo nivel de detalle se presenta para las unidades denominadas “manzana urbana” o “manzana censal”. Mayor detalle de esta elección y de sus características se expone más adelante en el apartado acerca de la especificación y fuentes de información de este trabajo.

- Así mismo y al elegir la densidad como unidad de medida, se elimina el alto grado de heterogeneidad que se presenta en la mayoría de estudios que eligen unidades de medida con diferentes características que se definen con criterios administrativos, pero que no tienen en cuenta su relación con la cantidad de organizaciones o con la cantidad de empleados en cada una de ellas.
- La anterior elección también elimina el problema del “efecto de borde”, que es causado cuando dos áreas colindantes presentan diferencias notorias entre sí. Para este caso, las diferencias pueden referirse al acceso a vías del Sistema de Transporte, estratificación, clasificación de uso del suelo, presencia/ausencia de empresas, tamaño y forma de las manzanas, entre otros. Esta situación es conocida en la literatura como Problema de Unidad de Área Modificable PUAM (Modifiable Areal Unit Problem MAUP, en inglés).
- La revisión utilizada concluye también que al utilizar ecuaciones que utilizan la especificación de las variables en logaritmo, se reduce el riesgo de error al utilizar variables expresadas en diferentes unidades de medida en el mismo modelo de manera simultánea. Esta conclusión también permitirá la utilización de variables asociadas a distancias entre las variables, a densidad de empleo y a otros fenómenos que se incluyen en el modelo que se propondrá para uno de los objetivos de este estudio.
- Este estudio encontró que la variación de la densidad de empleo manteniendo el área de análisis constante refleja el impacto del incremento de la población de la ciudad en la economía, mientras que la variación del área de análisis (crecimiento o decrecimiento) manteniendo constante la densidad de empleo refleja el impacto del tamaño y del empleo de la ciudad.
- La relación planteada anteriormente y la comprobación empírica adelantada en el estudio permitieron el planteamiento de la relación expresada en (1).

$$(1) \quad \beta \ln den_{c,t} + \mu \ln area_{c,t} = \beta \ln emp_{c,t} + \vartheta \ln area_{c,t},$$

$$\text{con } \vartheta = \mu - \beta$$

donde:

$emp_{c,t}$  refleja el total de empleo existente en el área  $c$  en el momento  $t$

$area_{c,t}$  representa el área de análisis,

$$den_{c,t} = \frac{emp_{c,t}}{area_{c,t}}$$

Esta relación permite plantear que el efecto de la densidad poblacional dada un área específica de análisis y el efecto de la oferta de empleo dada un área específica, corresponden al mismo parámetro  $\beta$ .

Por su parte, autores que trabajan sobre la misma línea complementan un análisis como el anterior al introducir como tópico de referencia para el estudio de las economías de aglomeración variables relacionado con la especialización o diversificación de un mercado (Combes & Lafourcade, 2005, 2011) o de un área específica de análisis (Redding & Venables, 2004) y al desarrollar la propuesta inicial de Harris (1954) sobre una variable para analizar el potencial de mercado dada la comparación de dos áreas específicas.

Como se menciona, estas propuestas se basan en la variable definida por Harris para valorar el potencial de mercado  $MP$  bajo la premisa de que este se comporta de manera inversa a la variación de la distancia, así:

$$(2) \quad MP_{c,t} = \sum_{l \neq c} \frac{den_{l,t}}{d_{c,l}}$$

donde:

$den_{l,t}$  es la densidad tal y como se explicó en (1) calculada para una ubicación  $l$ ,

$d_{c,l}$  es la distancia entre la ubicación  $c$  y la ubicación  $l$ .

Adicionalmente, la información sobre concentración o diversificación de mercado en el área de análisis calculada para cada industria de análisis, elegida permite entender la dinámica y evolución del posicionamiento geográfico de la industria. Combes y Lafourcade (2005) y Combes y Lafourcade (2011) proponen un índice de concentración o especialización  $spe_{c,s,t}$  en función de la ubicación o área de análisis  $c$ , diferenciado por industria  $s$  en un momento determinado  $t$  teniendo en cuenta el empleo existente en cada momento y para cada industria, bajo el modelo presentado en (3).

$$(3) \quad spe_{c,s,t} = \frac{emp_{c,s,t}}{emp_{c,t}}$$

Autores tales como Gibbons y Machin (2005) o Agostini y Palmucci (2008) intentan plantear y comprobar empíricamente la relación que existe entre el valor de la tierra, la percepción del mercado frente a las facilidades de acceso a las zonas de desarrollo de comercio y el resultado de este fenómeno en el valor de las empresas.

Para ello argumentan que los inmuebles que tienen mejor acceso a las soluciones de transporte tienen un valor de mercado superior a aquellas de similares características que no poseen estas facilidades. Esta situación puede explicarse tanto desde la teoría de los servicios públicos como la de los terrenos urbanos. Uno de los efectos que estas teorías predicen en relación a la cercanía de terrenos a los sistemas de transporte de una ciudad, es que esta situación capitaliza y valora sus beneficios de manera directa en estos terrenos y en los inmuebles o empresas que en ellos se sitúan impactando de manera directa sus resultados (Dornbusch, 1980; Musgrave, 1939; Samuelson, 1954, 1995; Stiglitz, 1998).

Pero también destacan que estas teorías adolecen de una estrategia de comprobación empírica sistemática que aclare el signo de la posible relación existente entre la cercanía a las soluciones de transporte público y el valor de las propiedades. Como un aporte a esta falencia, Agostini y Palmucci (2008) adaptan el modelo de precios hedónicos de Rosen (1974) para demostrar la capitalización o aumento de valor en aquellas propiedades que presentan mayores índices de acceso a las soluciones de transporte, por medio de la ecuación presentada en (4).

$$(4) \quad P(i) = \alpha + \pi X(i) + \delta L(i) + \tau D(i) + \varepsilon(i)$$

Donde:

$P(i)$  es la variable a predecir que representa el valor o precio de la propiedad,

$X(i)$  es el conjunto de atributos estructurales del inmueble,  $L(i)$  es el conjunto de características del entorno,

$D(i)$  es el conjunto de variables que influyen en el precio y que se relacionan directamente con el acceso al sistema de transporte,

$\varepsilon(i)$  es el error.

### 1.2.9. Posibles relaciones entre las aglomeraciones, la densidad económica y la estructura espacial de empleo del territorio

La relación de interdependencia y la influencia que las unidades espaciales y el territorio pueden ejercer sobre otras unidades cercanas o contiguas, es un fenómeno que depende del contexto espacial que se está analizando. Es así que el análisis de una ciudad, puede evidenciar la mutua influencia de las unidades espaciales más pequeñas que la conforman.

Autores como J. McDonald y P. J. Prather (1994) o D. P. McMillen y McDonald (1998) consideran que la interdependencia entre estas unidades puede potencializar ciertas características que poseen unas u otras, convirtiéndose en atractivos que benefician a las empresas.

Estos autores desarrollan un modelo en el que relacionan la ubicación geográfica de las empresas al conformar aglomeraciones y la estructura espacial del empleo existente en las organizaciones que generan estas aglomeraciones.

Para ello suponen funciones de producción similares, mercados competitivos y productos con el mismo precio, a fin de aislar sus efectos sobre el análisis y lograr obtener la influencia de la localización. Adaptan entonces la función de producción Cobb-Douglas (Garza & Bichara, 1990) tomando como entradas el trabajo, el suelo y la producción de la empresa, pero adicionando una variable que captura la localización de las empresas. Su modelo propone:

$$(5) \quad Q = f(E, L, d) = A(d)E^\alpha L^\beta$$

Donde:

la función de producción  $Q$  está definida por una matriz  $A(d)$  es una matriz que representa las distancias entre la localización de las empresas y los centros de empleo o polos de atracción por área urbana,

$E$  es el trabajo,

$L$  es el precio del suelo.

Así mismo y partiendo de las demandas de los factores trabajo y suelo, se puede deducir la densidad neta de empleo, tal y como se muestra en (6):

$$(6) \quad D = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{r}{w}$$

Donde  $w$  es el salario percibido por los trabajadores y  $r$  es la renta del suelo.

Al igual que la utilización de la función de Cobb Douglas para estimar los efectos de la aglomeración en la distribución espacial del empleo y en los resultados de las organizaciones y el precio de sus productos, existe una gran variedad de propuestas y comprobaciones empíricas que intentan estimar estas posibles correlaciones. Estas propuestas plantean diferentes estrategias de estimación de la influencia de las aglomeraciones en los resultados de las organizaciones y en la generación de empleo, a partir del modelo económico de geografía identificado para la ciudad analizada, de acuerdo con las teorías de aglomeración utilizadas. En el Cuadro 2 se presentan trabajos característicos al respecto.

<b>Propuesta</b>	<b>Unidad, modelo espacial o sector estudiado</b>
(Fujita & Thisse, 1996)	Policéntrica, monocéntrica y dispersa
(Sullivan, 1986)	Policéntrica con subcentro
(Wieand, 1987)	Policéntrica con área central
(Sasaki, 1990)	Policéntrica con subcentro
(Fujita et al., 1997)	Policéntrica
(Lucas & Rossi-Hansberg, 2002)	Policéntrica, monocéntrica y dispersa
(García & Muñiz, 2005)	Policéntrica
(Mendoza Cota, 2014)	Áreas urbanas
(Díaz, 2015)	Conglomerado urbano
(Almonte & Suárez, 2016)	Sector terciario de la industria
(Castillo & Vargas, 2017)	Crecimiento desagregado / zonas metropolitanas

Cuadro 2. Distribución espacial y empleo: estudios  
Fuente: El autor

### **1.2.10. Revisión de modelos de localización y concentración empresarial urbana**

Dentro de la variedad de propuestas sobre trabajos de revisión teórica y métodos de testeo empírico que intentan explicar las decisiones estratégicas de localización geográfica empresarial al interior de las ciudades, pueden identificarse entre otras tendencias las siguientes categorías (Duranton & Turner, 2012; Glaeser & Kahn, 2004; Glaeser et al., 1991; Wood & Roberts, 2011):

- Aquellas que siguieron la propuesta de Weber (1909) de principios del siglo XX y que generalmente se denominan modelos pioneros o normativos, donde se priorizaba el proceso productivo y la minimización de costos como herramienta de optimización productiva. En este modelo, la localización estaba determinada por la oferta y tomaba como determinante de la localización, aquella que ofreciera el costo mínimo de producción, de obtención de materias primas y de despacho de productos. Bajo este paradigma aún no se concebía la reducción de costos producto de la concentración y/o especialización de los sectores o los mercados, ni se concebía la reducción de costos producto de la interacción empresarial. El costo de transporte (costo de obtención) - ya sea para las materias primas, para los insumos o para el producto terminado - y su consecuente minimización, se convertía en el primer objetivo de las empresas. En este paradigma, las economías de aglomeración y los costos de transporte se relacionan e influyen en la medida en que la organización obtiene el costo mínimo de producción derivado de la óptima localización y de la minimización del costo de transporte. En este sentido se encuentran autores tales como Hoover (1937), Lösch et al. (1954), Christaller (1966) y Ohlin (1967), cuya contribución se explicó en el capítulo de revisión general de la literatura sobre las economías de aglomeración.
- Aquellas que priorizan las decisiones tendientes a optimizar la distribución y la división espacial de los procesos de la organización, diferenciando entre el desarrollo, diseño, producción, distribución y comercialización de los productos o servicios. Estos procesos empresariales, combinados con las cadenas de producción y el tamaño de la empresa son tomados como determinantes de las decisiones de localización (R. L. Chapman et al., 2003; Wood & Roberts, 2011).
- Aquellas que destacan el monocentrismo o el policentrismo especializado como fenómeno resultante de la reunión de empresas de sectores similares o complementarios entre sí, que a su vez ejercen una influencia importante en la especialización de la industria y del trabajo. Este

paradigma distingue dos clases de distribución empresarial: aquella que se ocupa de actividades genéricas necesarias pero con bajo nivel de aporte al producto final, lo que ocasiona generación de pequeñas agregaciones a lo largo del territorio. Aquella que se ocupa de actividades especializadas o de gran aporte al producto final (servicios especializados, innovación tecnológica, toma de decisiones estratégicas) y que genera conglomerados o altas concentraciones de actividades de “orden superior” al interior del territorio analizado, por lo general al interior de las ciudades (K. Chapman & Walker, 1991; Dicken, 2003; Mendoza Cota, 2014).

- Finalmente se reseña la corriente académica que se inscribe en el paradigma de la *Nueva Geografía Económica*, la cual se ha reseñado en el primer capítulo de revisión de la literatura de esta tesis y que así mismo ha sido escogida como la corriente en la cual se inscribe este autor y la presente investigación. Esta óptica define la localización empresarial como resultante de la interacción entre las características y los costos de transporte, las economías de aglomeración y el aprovechamiento de las economías de escala, obteniéndose de esta forma una dinámica continua de especialización del territorio en procesos de centralización y descentralización que evolucionan continuamente debido a los cambios en los condicionantes enunciados anteriormente, presentándose fenómenos de creación de Distritos Centrales de Negocio claramente diferenciados en el territorio. Son exponentes de esta corriente autores tales como Fujita et al. (2001), Duranton y Turner (2012), Cervero (2013) y Puga (2017), entre otros.

#### **1.2.11. Estudios empíricos sobre los efectos de las economías de aglomeración en Bogotá**

Haciendo un recorrido sobre propuestas hechas a nivel local también pueden identificarse algunos trabajos planteados para Colombia o particularmente para la ciudad de Bogotá, relacionados con aspectos contenidos en la teoría de economías de aglomeración, algunos de los cuales se destacan a continuación.

- Pérez (2006) quién adelanta un estudio de la evolución espacial de las empresas en Bogotá en el período 1992-2003, proponiendo un modelo de demografía industrial en el cual analiza la aparición de nuevas empresas, la desaparición de otras y la reubicación de otras más, para lograr

evidenciar la evolución que sufrió el tema de decisiones de localización de las empresas en esa década.

- Dueñas, Morales y Olmos (2009) donde se toma como guía el modelo de aglomeración de G. Ellison y Glaeser (1997) el cual es utilizado para analizar información de empresas industriales en Bogotá y analizar si sus características corresponden al concepto de aglomeración definido por el modelo escogido las cuales se establecen por el índice de aglomeración propuesto. Es así que también aplican el coeficiente de aglomeración espacial  $G$  usado por Krugman (1991) y por Audretsch y Feldman (1996) y el índice de Herfindahl como medida de concentración industrial (Resende, 1994).
- Álvarez (2013) donde se utiliza la función *k de Ripley* planteada en los estudios para estimar el grado de aglomeración y concentración de las actividades económicas y la definición de un modelo econométrico que incluye las variables distancia y concentración para estimar la producción de las empresas.
- Sandoval (2013) quien presenta una investigación mixta que pretende identificar rasgos de la aglomeración turística de la Candelaria en la ciudad de Bogotá y determinar su impacto sobre el desarrollo económico de esa localidad.
- Galeano Campo y Pérez Gándara (2014) quienes plantean que la densidad de empleo puede tomarse como un proxy de la actividad económica de la zona, apoyándose en un concepto que puede determinar la existencia de aglomeraciones económicas y que ha sido definido bajo el concepto de subcentros de empleo y medido con diferentes criterios por autores como D. L. Greene (1980), McDonald (1987), Giuliano y Small (1991), Shukla y Waddell (1991) y D. McMillen (2001b). El estudio también utiliza para la identificación de estos posibles subcentros diferentes metodologías donde puede destacarse la construcción de matrices de contigüidad (Craig & Ng, 2001; D. McMillen, 2001a) y la realización de dos análisis a partir del uso de la regresión cuantílica y el uso de dos modelos econométricos que involucran la densidad de empleo y comercio con la distancia al centro geográfico de negocios de cada localidad y la densidad de trabajo.

## **2. DISEÑO DEL ESTUDIO**

### **2.1. Evolución de la propuesta de investigación**

El desarrollo de la presente investigación presenta una evolución de la metodología propuesta inicialmente en el proyecto. Esta evolución es resultado tanto del proceso en el cual se normalizó la información obtenida en las bases de datos anunciadas en el proyecto inicial, así como de la búsqueda de acceso a otras fuentes para su complemento.

En primer lugar, de destaca que el espectro temporal propuesto inicialmente consistía en el uso de información disponible para los años 2005 y 2015 para adelantar un comparativo de los resultados en dos momentos diferentes. Los resultados presentados en esta tesis incluyen también información comparable para el año 2010, lo que constituye la primera mejora sobre la propuesta inicial.

En segundo lugar y tal como se explicará en la descripción de la propuesta de modelos econométricos planteada, el uso de modelos de regresión lineal bajo la óptica del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (también denominado OLS por su sigla en inglés) se revaluó y se orientó hacia la propuesta de modelos de regresión bajo la óptica del modelo de Regresión Cuantílica, cuya justificación y detalle se expondrán en el apartado particular.

Tanto la inclusión de la mencionada información como el complemento en las herramientas metodológicas y de análisis planteadas en una etapa inicial, se presentan con detalle durante el presente capítulo en los apartados correspondientes a la “especificación y fuentes de información” y al “método y modelos”.

### **2.2. Relevancia de la investigación y aporte al conocimiento**

La ciudad de Bogotá ha experimentado durante las últimas décadas fenómenos de expansión geográfica y de crecimiento poblacional de niveles tan importantes, que no han permitido que la estructura y el desarrollo de la ciudad respondan de manera adecuada a este fenómeno (Behrentz et al., 2009; González Rodríguez & Aldana, 2005; Montañez, 2013; Tarchópulos & Ramos, 2003). Como lo señala Kissack (2013), el continuo análisis del territorio, la soberanía, la autoridad y el adecuado ordenamiento de las ciudades (que incluye tanto el

posicionamiento geográfico tanto de las empresas como de los hogares y los patrones de desplazamiento de los actores que pertenecen a su economía, sus sistemas de movilidad y de transporte público), es una “cuestión apremiante para todas las áreas de las ciencias sociales”. Este autor se refiere a la necesidad de que la sociedad y los actores pertenecientes a las misma, sus órganos de control ciudadano y el Distrito asuman bajo su responsabilidad la adopción de políticas, toma de decisiones y adopción de estrategias tendientes a garantizar un adecuado crecimiento y desarrollo de las ciudades, de contar con información oportuna, fiable y precisa sobre detalles de acciones, actividades y actores que coexisten en las ciudades y que se adelantan a diario, a fin de tener los insumos mínimos necesarios para evaluar el desarrollo de las ciudades y el papel que las acciones que se adelantan en su interior juegan en el desarrollo enunciado.

La teoría destaca los procesos de retroalimentación entre los actores móviles de la sociedad (empresas, trabajadores, clientes y ciudadanía en general) que buscan mejores niveles de desempeño por medio del aprovechamiento de las ventajas que puede ofrecer la localización geográfica de los mismos y por medio de las ventajas que se derivan de la utilización conjunta de infraestructuras de transporte, comunicación y de otros servicios públicos urbanos (Venables, 2006).

En el caso de Bogotá y en particular en lo concerniente a los procesos de interacción entre el Sistema de Transporte Público -analizado en uno de sus componentes denominado Transmilenio para el caso de esta propuesta- con otros componentes de la economía relacionados con las empresas y con sus trabajadores, la información relacionada puede no ser suficiente o en algunos otros casos poco oportuna o proviene de fuentes atomizadas que pueden contradecirse entre sí y ponen en duda la consistencia de la misma. En algunos casos se obtiene con un nivel de desarrollo o análisis que no es suficiente para permitir la toma de decisiones acertada para posibilitar el desarrollo enunciado.

Es así que los insumos necesarios para la adecuada toma de decisiones en cuanto al desarrollo de la ciudad en algunos casos no se encuentran disponibles en la cantidad, calidad u oportunidad requeridas. Tampoco existe un consenso sobre una única metodología claramente validada y confiable que permita generar este tipo de información. Particularmente y en cuanto al impacto económico y social que ha tenido Transmilenio desde el inicio de su operación en 2000,

en cuanto al impacto que genera actualmente y en cuanto a su posible interrelación de este impacto con las decisiones de ubicación geográfica de las empresas, esta falencia también se presenta.

El estudio presentado en esta investigación parte de la problemática descrita y hace una propuesta de análisis de la misma que servirá como punto de partida para el desarrollo de políticas públicas y para la toma de decisiones en las organizaciones. Esta consiste precisamente en la evaluación del desarrollo de Transmilenio en Bogotá y en el planteamiento del posible efecto que este fenómeno ha tenido en las decisiones estratégicas de ubicación geográfica de las empresas en Bogotá y la generación de empleo en estas empresas.

Como espectro temporal y en atención a la disponibilidad de bases de datos que brinden el nivel de detalle necesario para esta propuesta, aspecto que se explicará en el apartado sobre la metodología, se adelantará de manera transversal en los años 2005 y 2015 logrando también de esta forma adelantar un comparativo de los resultados en dos momentos diferentes. La base de datos resultante se denomina modelo de combinación de cortes transversales (J. M. Wooldridge, 2001).

### **2.3. Pregunta general de investigación**

¿Existe una relación entre el aumento en la cobertura de Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones en el período comprendido entre el 2005 y el 2015 y los siguientes dos aspectos: i) la ubicación geográfica de las empresas en Bogotá y ii) la generación de empleo en estas empresas?

### **2.4. Preguntas particulares**

- a) ¿Cuál ha sido la dinámica del posicionamiento geográfico de las empresas en Bogotá en los años 2005 y 2015? ¿Esta dinámica responde a los postulados de las Economías de Aglomeración?
- b) ¿Cuáles son los sectores geográficos de Bogotá que presentan mayores índices de densidad de empleo?
- c) ¿Existe alguna relación entre el aumento de la cobertura de Transmilenio en las decisiones de ubicación geográfica de las empresas y en la generación de empleo en estas empresas?

- d) ¿Las posibles mejoras de accesibilidad generadas por las inversiones del sistema BRT de Bogotá entre los años 2005 y 2015, han modificado las dinámicas económicas y sociales de Bogotá?
- e) ¿Puede identificarse algún efecto de las inversiones del sistema BRT de Bogotá en el período comprendido entre 2005 y 2015, en el uso de la tierra en Bogotá?
- f) ¿El posible efecto de las inversiones en el sistema BRT de Bogotá en el período comprendido entre 2005 y 2015 en el uso de la tierra en Bogotá, presentan algún comportamiento diferencial dependiendo de la cercanía a las estaciones de este sistema?
- g) ¿Puede identificarse y comprobarse alguna relación entre las inversiones en el sistema BRT de Bogotá en el período comprendido entre 2005 y 2015, los cambios en el uso de la tierra y las dinámicas económicas y sociales de la ciudad?

## **2.5. Argumento central**

El argumento central de este estudio propone que el aumento en la cobertura de Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones en el período comprendido entre el 2005 hasta el 2015 han impactado de manera significativa los siguientes aspectos: i) la ubicación geográfica de las empresas en Bogotá y ii) la generación de empleo en estas empresas.

Este argumento se propone en concordancia con los hallazgos de diferentes estudios empíricos incluidos en la revisión de la literatura presentada en este proyecto, que han intentado determinar hasta qué punto el mejoramiento de los sistemas de transporte público tipo Transmilenio existentes en diferentes ciudades del mundo impactan las decisiones de ubicación y la concentración geográfica de las empresas y la injerencia de este fenómeno en la variación de los niveles de oferta de empleo de estas empresas.

Este argumento se deriva de diferentes propuestas que se enuncian en la discusión de la literatura planteada anteriormente, tales como la que argumenta percepción positiva de los consumidores de Londres ante la presencia de facilidades en el transporte y en el acceso a las zonas donde se desarrollan los sectores industriales y de comercio de la ciudad (Gibbons & Machin, 2005), la de Combes y Gobillon (2014) y donde se analizan las relaciones entre los determinantes de la productividad, la generación de empleo y la ubicación geográfica de las empresas, la relación

entre la variación en los niveles de provisión de empleo en una ciudad y aspectos tales como las facilidades de acceso a la empresa (Glaeser et al., 2008), como la densidad de población y de establecimientos comerciales (Rosenthal & Strange, 2004) y como las decisiones de ubicación de las empresas y el desarrollo de las soluciones de transporte público (Burchfield et al., 2006).

Un planteamiento a destacar y que proporciona una guía interesante para esta investigación, se encuentra en las diferentes publicaciones sobre la relación entre aglomeración, productividad e inversión en transporte propuestas por (Graham, 2007b) y Graham y Van Dender (2011) y , quienes presentan un recorrido por diferentes métodos de estimación de la elasticidad de los efectos de la aglomeración, de la elasticidad de la productividad con respecto a la aglomeración y su uso para calcular la magnitud de los beneficios externos de las mejoras en el transporte y quien plantea un modelo para medir la aglomeración y estimar empíricamente la relación entre aglomeración y productividad involucrando los resultados de la empresa, los factores de insumos y los efectos en la producción posibilitados por las economías de aglomeración.

## **2.6. Posicionamiento epistemológico del investigador**

El argumento y la justificación enunciados para explicar la motivación del investigador, determinarán el posicionamiento que adoptaremos respecto al problema identificado. Si se considera la construcción de sentido posibilitada por la presente investigación como un componente importante de análisis del posicionamiento epistemológico frente a la problemática abordada no solo para el autor de la misma sino también para la comunidad académica interesada y para el público en general, se hace necesario entonces establecer el significado y alcance que este posicionamiento tendrá en la investigación.

Como lo anotan Goles y Hirschheim (2000), la mayoría de las investigaciones son guiadas por una serie de presunciones filosóficas del investigador, de la comunidad científica a la que este pertenece y del entorno en el que se desenvuelve. En este sentido, Burrell y Morgan (1979) elaboran una caracterización de las presunciones filosóficas sobre la naturaleza de las ciencias sociales y destacan que para ser entendidas deben abordarse tres presunciones al respecto: la ontológica, la epistemológica y la metodológica. En cuanto a la dimensión ontológica se destaca que esta se relaciona con el ser, la existencia y la realidad y al “ser en cuanto al ser” relacionándose con la verdadera esencia del objeto o fenómeno investigado, lo que lleva al investigador a tomar una posición específica. Si esta se sitúa externamente al fenómeno y el investigador se encuentra en

condiciones para analizarlo desde esta perspectiva, asumirá una perspectiva de naturaleza “objetiva”. Si por el contrario, ya sea por condición o por elección, el investigador se involucra con el fenómeno elegido e incluso, forma parte de este, se entenderá la adopción de una postura “subjetiva”. Esta visión ontológica asumida por el investigador dará en adelante las directrices que tomará para aproximarse al fenómeno estudiado y determinar la epistemología, metodología y demás presunciones del proceso.

Como se anunció anteriormente, se ha elegido una posición subjetiva que nos permite involucrarnos directamente en el análisis de este fenómeno teniendo en cuenta que este se ubica en la ciudad residencia del investigador principal y teniendo en cuenta que la problemática del desarrollo de la ciudad y de las correctas elecciones en cuanto a la implementación de los componentes del sistema integrado de Transporte nos afecta directamente.

Esta misma propuesta presenta una taxonomía para la existencia e identificación de paradigmas en cuanto a las posibles ópticas de un investigador definidas por estas dos dimensiones (objetiva-subjetiva) y por la noción de la contraposición “orden – conflicto”, que el investigador puede asumir. Profundizando en esta nueva dimensión, su propuesta clasifica la posición relacionada con el conflicto dentro de una llamada sociología del “cambio radical” y que a partir de la explicación que de ella se dará a continuación, esta también define el derrotero que hemos escogido para la investigación.

Para diversos autores, esta sociología del cambio radical se plantea en contraposición a los estamentos tradicionales de la sociedad en cuanto a que estos en algunas ocasiones no son capaces de explicar la utilidad de sus decisiones o la transparencia de sus actos en pro del desarrollo humano. Se trata de una posición de emancipación ante las estructuras que impiden o limitan el desarrollo, o que evitan estos cuestionamientos con la simple intención de mantener un *statu quo* logrado a partir de decisiones no totalmente democráticas. Esta emancipación ante el equilibrio social que algunos sectores no desean cambiar, coincide totalmente con la idea expresada al final de la sección anterior en cuanto a una de las intenciones del estudio validando la coincidencia de posiciones. Adicionalmente esta idea también permitirá la conexión que haremos a partir de ahora con otras posturas investigativas que también se utilizarán para direccionar la investigación.

Resumiendo lo expresado hasta el momento y atendiendo también a los postulados de los autores citados, estas declaraciones configuran el paradigma que ellos denominan “humanismo radical”, que reúne la posición subjetiva del investigador con su orientación contrapuesta al estado actual de la cuestión en la medida en que este no garantice resultados beneficiosos para la comunidad afectada por el fenómeno. Este paradigma tiene que ver precisamente con este cambio radical, con el conflicto académico hacia las estructuras establecidas y la contradicción hacia los modos de dominación, buscando aprovechar y potencializar las posibilidades del uso adecuado del conocimiento y la emancipación de aquellos componentes considerados no benéficos para la sociedad.

Continuando con la exploración teórica que nos permita sustentar aún más nuestra posición, encontramos autores como Gioia y Pitre (1990) y Giddens y Dallmayr (1982), los cuales expresan la importancia del papel de las investigaciones asumidas desde un paradigma en particular en la tarea de construcción de la teoría relacionada que pueda apalancar mejor sus aportes, en una dinámica que cada vez más presenta espacios para estas contribuciones desde posiciones diferentes a la del tradicional paradigma funcionalista. Desde el punto de vista del humanismo radical como paradigma elegido, la búsqueda de emancipación de la dominación de las estructuras y sus costumbres por parte de los miembros de una organización, de la alienación bajo unas concepciones o discursos preestablecidos y de la represión no necesariamente física sino también cultural, social, económica y de las posibilidades de desarrollo se convierte en objetivo primordial para esta investigación. Teniendo en cuenta que los sistemas de transporte público y en particular el SITP es un servicio público argumentado bajo su contribución a la solución del problema de movilidad de la ciudad, podemos afirmar que esta emancipación a las estructuras y la posición crítica en la búsqueda de la mejor opción, involucra a la sociedad en general otorgándole el papel de miembros de la organización. Es precisamente la propuesta de construcción de teoría a y su comprobación empírica partir de la posición epistemológica elegida la que nos permite proponer la elección de la Teoría Crítica (Giddens & Dallmayr, 1982) como un avance más en nuestra construcción de las bases de sustento para la investigación. La profundidad que se prevé inyectar al análisis de los estudios ya existentes y la propuesta de análisis desde una óptica poco explorada que involucra variables asociadas a Transmilenio pero también a las decisiones estratégicas de las organizaciones en cuanto a su ubicación geográfica y a la oferta de empleo, la óptica crítica con la que se propone observar el análisis de algunas posiciones como las de algunas organizaciones gremiales como la

ANDI, Fenalco o la Cámara de Comercio de Bogotá, otras del orden distrital o nacional tales como el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el Ministerio de Salud y la Protección Social, el Ministerio del Trabajo, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Ministerio de Transporte, la Secretaría Distrital de Movilidad, la Secretaría de Planeación Distrital o la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico y al análisis de las discusiones académicas que desde diferentes ópticas sobre este tema u otros complementarios ha suscitado se encuentran en consonancia con algunos postulados relacionados con esta Teoría que hemos encontrado en la revisión adelantada, expresada en la posición que autores como Held (1980), Lytinen y Klein (1985), Postone, Galambos y Sewell (1995), Kincheloe y McLaren (2002) o los mismos Giddens y Dallmayr (1982), quienes resaltan esta discusión como necesaria para el aporte a la Teoría Crítica (TC) y a las conclusiones aplicadas que de esta óptica puedan resultar.

El análisis de teorías y referentes que acabamos de referir y que apoyan nuestra posición crítica y de discusión a las estructuras ya establecidas para nuestro fenómeno de investigación, se complementa con ideas, bases y propuestas aún más clásicas. Darnos cuenta que filósofos y pensadores tales como Marx (1975), Habermas (1984) o Foucault (2004)<sup>7</sup> pueden considerarse como los precursores o referentes de esta teoría al adoptar una posición acerca del poder, de la opresión, de la emancipación, del posmodernismo, una posición crítica acerca de este poder, de su influencia en la construcción de identidad, del análisis de las consecuencias del ejercicio de este poder y su relación con el conocimiento, en sus debates acerca de la “iluminación” y la posmodernidad y al desarrollar en gran medida el concepto de emancipación y resistencia al *statu quo* en una propuesta provocadora para su época. Este hallazgo nos invita a profundizar en sus postulados durante el desarrollo de esta investigación, no sin antes destacarlos como los primeros cimientos para nuestra posición.

Continuando en la búsqueda de bases para cimentar nuestra propuesta crítica, encontramos en Guba y Lincoln (1994) un interesante desarrollo acerca de la ontología, epistemología, metodología y otros aspectos relacionados analizados a la luz de diferentes paradigmas útiles para

---

<sup>7</sup> Aunque la publicación de esta obra de Foucault data de 2004 (20 años después de su muerte), es importante destacar que recoge en buena medida sus principales pensamientos acerca de la sociedad y el papel del ciudadano en ella, lo que podríamos considerar un buen referente.

la construcción de teoría relacionada, dentro de los cuales incluyen la Teoría Crítica (TC). A continuación la posición compartida que tomaremos al respecto según sus postulados:

- En cuanto a la Ontología de la TC y en la búsqueda de respuestas a las preguntas ¿Cuál es la naturaleza de la realidad? Y ¿Es posible conocerla?, esta teoría adopta el *Realismo histórico* como su base de análisis conformada por todos los factores sociales, culturales, económicos, políticos, étnicos e idiosincráticos que eventualmente se han cristalizado con el transcurrir del tiempo. Esta posición es perfectamente concordante con el fenómeno de estudio que, tal y como se relató al inicio de este capítulo, ha tenido una larga tradición de iniciativas, planes y proyectos que hasta ahora (casi siete décadas después de su primer intento) se cristalizará.
- En cuanto a la Epistemología de la TC que busca responder a la cuestión sobre la relación entre el conocedor y lo que busca ser conocido (el investigador y su cuestión), esta se caracteriza por ser transaccional y subjetivista. La posición del sujeto está totalmente ligada a la del objeto al punto de existir una posición pre-existente que influye de manera importante en el proceso. Es tan poderosa esta relación que diferentes autores resaltan que en ciertos momentos existe una fusión entre esta epistemología y la ontología adoptada. El investigador se convierte a menudo en parte o sujeto activo dentro del proceso. En el caso de Transmilenio como componente del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá, al inicio del capítulo también se resaltó esta posición paradigmática del investigador que ha participado como ciudadano en el proceso evolutivo de la movilidad y el tránsito en Bogotá, así como su posible relación con el desarrollo económico y organizacional de la ciudad.
- La Metodología de la TC y sus procesos para permitir al investigador “conocer” lo que “debe ser conocido”, se resalta para ello el uso de la dialógica y la dialéctica dada la naturaleza transaccional del proceso en donde gran parte consiste en un intercambio continuo de información entre el sujeto investigador y los sujetos de investigación. Esta dialéctica busca la aclaración de malentendidos, vacíos o la resolución de dudas, en una búsqueda por transformar las estructuras que históricamente aparecía como inmutables y por comprender las acciones necesarias para este lograr este cambio.

- Como lo resaltan estos autores, el objetivo de esta posición será la búsqueda de la transformación, restitución y emancipación ante las estructuras políticas, sociales y económicas entre otras, de la manera que se ha resaltado durante todo este capítulo. Por lo tanto se entenderá la naturaleza del conocimiento como evolutiva e histórica (es decir, se transforma en el tiempo) lo que resulta en la búsqueda de antecedentes y conocimiento histórico que permita “erosionar” la ignorancia al respecto proporcionando de manera simultánea un estímulo para el investigador que resultará en ese proceso de emancipación (Alvesson & Willmott, 1992) ante lo impuesto anteriormente.

Lo anteriormente argumentado ha permitido tener claridad inicial sobre las bases del posicionamiento epistemológico elegido. De manera complementaria se puede anotar que al ser el objeto de estudio de un servicio público que por definición es aquel provisto por algún tipo de autoridad estatal, nacional o local para suplir necesidades específicas de la ciudadanía en la búsqueda del desarrollo y bienestar de las urbes en que estos habitan<sup>8</sup> y al analizar la investigación crítica que se plantea sobre las posibles relaciones con el desarrollo económico de la ciudad y con las decisiones estratégicas de las organizaciones que en ella se ubican, la investigación y sus resultados deben apartarse totalmente de procesos que intentan mantener el *statu quo* por sí mismo. En este sentido y de acuerdo con esta propuesta, puede afirmarse que sus bases se apartan intencionalmente de los postulados de la corriente principal o *mainsteam* de otras investigaciones tradicionales y de manera simultánea encuentran una interesante coincidencia con los postulados de los llamados Critical Management Studies (CMS) o Estudios Críticos en Administración (ECA). Para entender un poco más sobre este paradigma, pueden consultarse las obras de Alvesson y Deetz (2000), Alvesson y Sköldbberg (2009), Alvesson y Willmott (2012) o de Saavedra (2009) siendo este último quien elabora una introducción al trabajo de las escuelas que adoptan este tipo de estudios dentro de su quehacer y que plantea su contribución al desarrollo de la administración en Colombia desde un estudio crítico y reflexivo de la realidad organizacional en el país, planteamiento que se sitúa en el mismo sentido de la propuesta que planteamos en líneas anteriores.

Finalmente queremos resaltar que lo anteriormente expresado y que quisimos consolidar en los últimos apartados, resume y propone las bases iniciales para nuestra propuesta de

---

<sup>8</sup> Para mayor claridad sobre este concepto pueden consultarse las obras de Duguit (1917), Musgrave (1939) o Samuelson (1954).

posicionamiento epistemológico, desde el cual serán adelantadas todas las etapas de la investigación que se propone.

## **2.7. Objetivos del proyecto**

### **Objetivo general**

Estudiar la relación entre el aumento de la cobertura de Transmilenio -asociado a la apertura de nuevas estaciones entre 2005 y 2015- y los siguientes dos aspectos que pudieron verse influenciados por dicho aumento: (i) ubicación geográfica de las empresas en Bogotá y (ii) efectos en el empleo.

### **Objetivos específicos**

- a) Identificar el desarrollo de la estructura espacial de la economía de la ciudad de Bogotá y del aumento de cobertura del sistema Transmilenio en los años 2005, 2010 y 2015.
- b) Estudiar la influencia del aumento de cobertura del sistema de Transporte Rápido en Buses (BRT, por sus siglas en inglés) en la localización de empresas **y en el empleo**, incluyendo la diferenciación de niveles de densidad empresarial por sector.
- c) Caracterizar el impacto de la cantidad de pasajeros del sistema relacionado con el posicionamiento geográfico de las empresas **y en el empleo**, analizado en función de unidades territoriales de Bogotá.
- d) Determinar la propensión de las empresas a localizarse en sectores aledaños a los corredores del sistema BRT para aprovechar las posibles ventajas que esta accesibilidad posibilita.

## **2.8. Tipo de investigación**

Como se ha planteado en los diferentes componentes de este proyecto, la metodología de análisis planteada involucra actores que en diferentes momentos pueden relacionarse con los impactos económicos, geográficos y sociales del objeto de estudio. Tal y como se destacó en el marco teórico, las numerosas posibilidades en cuanto al diagnóstico de los resultados a través de indicadores y modelos de análisis cuantitativo y espacial de variables relacionadas con las decisiones de posicionamiento geográfico de las empresas, la generación de empleo y todas aquellas relacionadas con el funcionamiento de un servicio público asociado al transporte de pasajeros y que en este estudio se referirá al sistema Transmilenio en Bogotá para los años 2005,

2010 y 2015, así como la característica empírica de esta propuesta, definen que esta investigación se caracterice como mixta. El planteamiento se hace basado en la afirmación que este mismo autor hace sobre la necesidad de expandir y analizar la información obtenida para de manera simultánea “medir con precisión” las variables del estudio. Los alcances derivados de los resultados empíricos del análisis de las posibles relaciones planteadas servirán como aproximación al “conocimiento” en la medida en que permitan al investigador enfocar y seguir las respuestas obtenidas bajo una óptica positivista y constructivista (Swanson & Holton, 2005).

Esta caracterización se elige en atención a los procesos inductivos, interpretativos e iterativos y recurrentes propios de la investigación cualitativa. Pero también a los procesos de recolección de información y de datos presentados en escalas de medición, a los análisis de regresión, al análisis de información medible en torno a la caracterización georreferenciada para los objetos de estudio, a los resultados de pruebas estandarizadas, al uso de indicadores y medidas de densidad en la población, propios de la investigación cuantitativa los cuales se obtuvieron en el acceso a fuentes primarias y secundarias según sea el caso.

## **2.9. Diseño y alcance de la investigación**

La naturaleza y elementos definidos en esta investigación permiten la elección de un diseño cuasiexperimental, donde no se hace posible el control absoluto de las situaciones y no es posible adelantar la elección aleatoria de los sujetos participantes (Campbell & Stanley, 2011). En este caso, se considera este diseño al hacerse posible la elección de las fuentes de recopilación de datos (el *cuándo* y el *a quién* de la medición o de la observación) que en este caso corresponde a los períodos de análisis establecidos, a la evolución de la cobertura del sistema Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones y el consecuente aumento en la capacidad de transporte de pasajeros a través de las diferentes estaciones en la ciudad, a las características de las organizaciones y al empleo generado en ellas en la ciudad de Bogotá, pero se carece del control total de la programación de estímulos experimentales (el *cuándo* y el *a quién* de la exposición) que en este caso corresponde al aumento de la cobertura de Transmilenio y a la consecuente variación de la accesibilidad de los ciudadanos al sistema BRT.

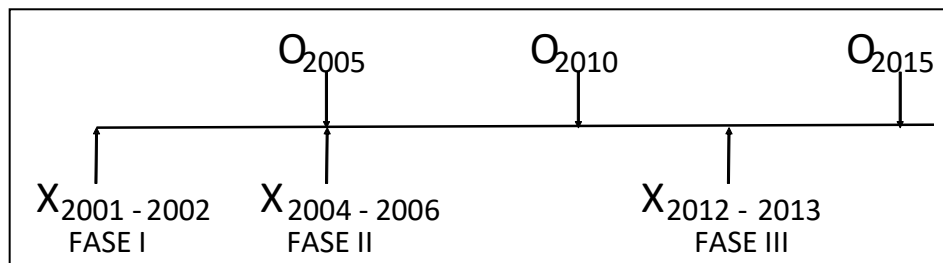
Debido a la situación descrita, se adelantará un estudio de tipo post-intervención, consistente en realizar observaciones posteriores a la ocurrencia de una medida de intervención

(Shadish, Cook, & Campbell, 2002) correspondiente al aumento de la cobertura del sistema de transporte público tipo BRT asociado a la apertura de nuevas estaciones y a las características de posicionamiento geográfico y empleo existente en las empresas entre los dos períodos elegidos, existiendo la limitación en cuanto al acceso a información anterior al período inicial de análisis definido.

En cuanto al diseño del cuasi - experimento y en consonancia con las tipologías descritas por autores como Gras (2001) o Shadish et al. (2002), se planteará un tipo especial de estudio de series cronológicas o series de tiempo que consistirá en un proceso de análisis de información sobre el grupo de organizaciones de la ciudad de Bogotá definidas para este estudio que pudieran haber experimentado variaciones en esa serie cronológica derivadas del aumento de la cobertura de Transmilenio, en cuanto a su ubicación geográfica y al nivel de empleo.

Para la definición de esta tipología asociada a las series cronológicas también se tiene en cuenta el trabajo de otros autores tales como Box, Jenkins, Reinsel y Ljung (2015), que al haber recogido los aportes de los planteamiento iniciales de Box y Jenkins (1970) y de Newbold (1975) proponen metodologías empíricas aplicadas a las series de tiempo y a los estudios transversales. Para el caso del presente estudio, se tomaron las propuestas en cuanto a la categoría denominada por estos autores como diseño de series temporales interrumpidas (Arnau, 2001; Bono Cabré, 1994). Estas propuestas posibilitan el planteamiento de diferentes hipótesis alternativas que rivalizan con la hipótesis que señala que la intervención es la causa de los cambios experimentales.

Este experimento puede representarse de la siguiente manera:



Cuadro 3. Períodos del fenómeno de desarrollo de Transmilenio y momentos de análisis  
Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 3 anterior se representan por el símbolo  $X$  las variaciones experimentales correspondientes al inicio de la operación de las tres fases de Transmilenio ocurridas en los años 2001 - 2002, 2004 - 2006 y 2012 – 2013 y con el símbolo  $O$  los momentos de análisis, observación y consulta para los años 2005, 2010 y 2015 de las diferentes bases de datos planteadas las cuales se relacionarán en el capítulo correspondiente a la especificación y fuentes de información del estudio.

Dada la particularidad del presente experimento donde las mediciones se adelantan en momentos independientes y no existe continuidad en el seguimiento entre los mismos, se eligió una categoría de las series de tiempo denominada “Diseño de series de tiempo interrumpidas (DSTI) la cual contempla aquellos casos en los cuales no se dispone de un grupo control de comparación que permita afirmar si los cambios en la variable dependiente son resultado de los estímulos planteados o existen otras causas adicionales. Posteriormente y como parte del diseño propuesto, se plantean estrategias orientadas a minimizar este tipo de amenazas a la validez del experimento (Arnau, 2001; Barlow et al., 1988).

## **2.10. Posibles problemas de validez**

La elección de un estudio de series cronológicas o un diseño de series temporales interrumpidas (DSTI) aplicadas al objeto de estudio especificado conlleva problemas de validez propios de estos diseños, los cuales se relacionan en el presente apartado. Estos problemas o amenazas a la validez pueden categorizarse como amenazas a la validez interna y amenazas a la validez externa, dado que pueden originarse de manera interna al experimento en sí mismo considerándose también como inferenciales, o de manera externa al mismo refiriéndose al alcance de los resultados.

Estas amenazas se señalan en la Cuadro 4 se analizan con más detalle las que podrían afectar los resultados del experimento.

Fuentes de invalidación
-------------------------

Interna								Externa			
Historia	Maduración	Administración de test	Instrumentación	Regresión	Selección	Mortalidad	Interacción de selección, maduración, etc.	Interacción de administración de test y X	Interacción de selección y X	Dispositivos reactivos	Interferencia de múltiples X
--	+	+	¿	+	+	+	+	--	¿	¿	

Cuadro 4. Fuentes de invalidación para los diseños de series cronológicas y series de tiempo interrumpidas  
Fuente: Elaboración propia a partir de Campbell y Stanley (2011).

La primera amenaza o fuente de invalidez es la *historia*. Esta se refiere a hechos internos o externos que son diferentes al experimento y que han ocurrido anteriormente, posibilitando el condicionamiento de las decisiones tomadas como respuesta al influjo de X. Una forma de controlar la historia consiste en la inclusión de un grupo de control no incluido en el tratamiento de la serie para observar su evolución. Dada la naturaleza del presente experimento, podría definirse que el grupo de control se conforma por aquellas organizaciones que en el momento de puesta en operación de cada fase, no se encuentran dentro del radio de influencia geográfica que se defina para tal fin. Sin embargo, inicialmente se considera como una limitación del experimento y se catalogan dentro de los denominados *anticipatory effects*<sup>9</sup>.

Dado que los diseños de series de tiempo interrumpidas no consideran la utilización de un grupo de control y dado que en el diseño del presente experimento se tomaron como componentes del experimento la totalidad de unidades de observación, las estrategias de minimización de riesgos de validez interna y externa se presentan en apartados posteriores.

<sup>9</sup> En este estudio los *anticipatory effects* o efectos anticipatorios, se considerarán como aquellas situaciones que pueden preverse y que condicionan alguna decisión. Esta situación es común como consecuencia de las políticas de desarrollo urbano donde las decisiones económicas o estratégicas de las firmas se ven influidas por posibles situaciones que ocurrirán a propósito de los planes de desarrollo formulados por los gobiernos.

La segunda amenaza a considerar es la *instrumentación*. La diferencia en que se recolectan los datos, los instrumentos utilizados, el objetivo para el cual se recolectan y la forma que estos se gestionan, pueden ocasionar problemas de comparabilidad. Sin embargo, la utilización de instrumentos estadísticos o procedimentales que tengan en cuenta estas diferencias, permiten su disminución.

En cuanto a los criterios de invalidación externa, deben considerarse la Interacción de administración de test y  $X$ , la Interacción de selección y  $X$  y los Dispositivos reactivos. Estas fuentes de invalidación se refieren a las restricciones ocurridas por los efectos del influjo experimental en subconjuntos específicos de la población y se originan como un resultado del experimento en sí mismo o del condicionamiento de algunos de sus componentes y los criterios con que se ha definido el experimento.

### **2.11. Minimización de los problemas de validez en los diseños de grupo único o diseños de series de tiempo interrumpidas**

Dado que en algunos de los diseños DSTI no presentan grupo de comparación o grupo control la comparación pre y post-facto no es posible. Sin embargo la literatura indica que los problemas de validez interna y externa se pueden minimizar utilizando estrategias de diseño ligadas a mantener la estabilidad de la serie, al análisis descriptivo de las variaciones en el entorno que podrían a su vez incidir en cambios en el interior de la serie y a la inclusión en el experimento de variables control que capturen los posibles errores derivados de estas amenazas a la validez del estudio (Arnau, 2001; Barlow et al., 1988).

En este sentido y como primera estrategia para minimizar los riesgos, el diseño del presente experimento plantea niveles importantes de estabilidad de los componentes de la serie tal y como se explica en el origen de las fuentes de información y de las bases de datos utilizadas. De manera complementaria y para analizar la evolución del entorno, el tercer capítulo de este documento presenta un completo desarrollo de evidencia descriptiva de la dinámica económica de las organizaciones durante cada uno de los períodos analizados, teniendo en cuenta entre otros aspectos la caracterización de la distribución empresarial en el territorio, la evaluación de las dinámicas de localización empresarial y la evaluación de la especialización productiva en la ciudad. De esa

manera y de acuerdo con lo sugerido en la literatura, se pretenden minimizar los riesgos asociados a este diseño (Bono Cabré, 2012; Grajales, 2000).

Como segunda estrategia de minimización de riesgos, el presente experimento implementó la utilización de variables control. Se resalta que tanto en el 2005 y en el 2010 como en el 2015 la variable que representa la distancia de las empresas a un mismo lugar fijo dentro de la ciudad ( en este caso fue elegido el aeropuerto El Dorado), se incluyó en esta propuesta como una variable de control de la evolución del modelo econométrico para capturar o corregir posibles errores o desviaciones originados por cambios de política del uso del suelo definidos en los períodos analizados o por los cambios en la codificación de las manzanas debido a la creación, eliminación o división de las mismas. El uso de este tipo de variables control es una herramienta común en las investigaciones que correlacionan fenómenos sociales con la evolución de la geografía de un territorio (Osorio & Castro, 2013; Pérez Prieto & Marmolejo Duarte, 2008). Paradójicamente y aunque se esperaba que se mantuviera constante y su aporte no existiera, en algunos cuantiles y para algunos períodos su aporte es más significativo que el de otras variables del modelo, de las que se esperaba un mayor aporte como es el caso del valor de la tierra. Este hallazgo se considera benéfico para el modelo debido a que, de manera adicional a su contribución como control, también contribuye como componente del grupo de variables explicativas del fenómeno.

Con este mismo propósito también se incluyó una segunda variable control que captura el área de cada manzana u observación del experimento, la cual en un porcentaje significativo, ofrece estabilidad y control de la geografía de la ciudad cuyos resultados marginales en este caso se reportan como inexistentes.

## **2.12. Limitaciones del estudio**

Adicionalmente a los problemas de validez correspondientes al diseño elegido, también existen limitaciones derivadas de la aplicación y la posibilidad de acceso a cierta información.

Como se mencionó en el apartado anterior, se ha elegido adelantar diseño de tipo post-intervención en el que se estudiará la relación entre la ubicación geográfica y los niveles de empleo ofrecidos por las empresas en Bogotá y la intervención representada en el aumento de cobertura del sistema de transporte Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones. Sin embargo,

esta elección conlleva limitaciones relacionadas con la disponibilidad de fuentes de información, con la delimitación espacio temporal del experimento y las limitaciones propias de los modelos econométricos, las cuales serán expuestas en el siguiente apartado, exponiéndose para cada una la forma en que serán abordadas y la consecuencia de esto para el estudio.

En el apartado que se desarrolla para relacionar las fuentes de información disponibles y bases de datos a consultar y utilizar en el presente estudio, se describe en detalle la disponibilidad de las mismas. Las limitaciones que pueden presentarse se asocian a información necesaria pero no disponible para ciertos períodos de tiempo.

Como es de esperarse, los datos disponibles fundamentan las bases empíricas que son requeridas para especificar la investigación en cuanto a análisis discriminados por sector geográfico, UPZ, manzana censal, tamaño de las empresas, sectores y subsectores económicos, entre otros. Por esta razón se ha escogido para este estudio la información disponible para los años 2005, 2010 y 2015, la consolidación geográfica de las variables agrupadas por manzana censal, la categorización de empresas y empleados en su correspondencia a los sectores comercio, industria, servicios y otras actividades y la extensión geográfica de Bogotá correspondiente a las 108 UPZ definidas y actualizadas en la normatividad expedida hasta julio de 2017.

Dado que en el presente estudio la intervención generadora de los posibles cambios en el objeto de estudio se refiere al dinamismo en el desarrollo de la infraestructura de Transmilenio, otra de las limitaciones que deben superarse tiene que ver con la correcta delimitación espacial y temporal del estudio, como consecuencia de la limitación en la disponibilidad de información de las organizaciones objeto de estudio antes y después de la intervención.

El sistema de transporte público de Bogotá en cuanto a su componente troncal había sido desarrollado en el año 2015 en 3 fases, con una cobertura de 141 estaciones ubicadas en 52 UPZ de las 108 en que está dividida la ciudad. Cada una de estas fases ha abarcado el diseño, la construcción y puesta en funcionamiento de diferentes líneas troncales las cuales a su vez agrupan diferentes estaciones mencionadas. De esta manera, no todas estas estaciones han sido construidas o puestas en funcionamiento de manera simultánea y algunas otras pertenecientes a la fase III y que la complementan lo fueron durante el desarrollo del trabajo, debido a que este proceso atiende a unos diseños aprobados, a cambios necesarios durante el proceso de construcción, a la

apropiación presupuestal que ha adelantado el Distrito o a la necesidad de ampliación del número de estaciones en cada línea o a la ampliación de las mismas para atender a la demanda presentada.

Por esta razón se consideró el empleo de un modelo de series interrumpidas postintervención, donde es importante destacar que el alcance del estudio comprende los fenómenos presentados en las variables elegidas en los años 2005, 2010 y 2015 de manera puntual.

Para suplir esta limitación, se consideró el análisis de los corredores en operación en cada uno de los tres períodos mencionados anteriormente como se muestra en el Cuadro 5. No se incluyeron los componentes del corredor “G. Soacha” al tratarse de un municipio anexo a la Capital ni el corredor “E. Calle 6<sup>a</sup>” al iniciarse su operación en noviembre de 2015 y no encontrarse disponibles datos oficiales del ingreso para el mes de diciembre del mismo año. La demanda de inicio se calcula en 30.000 pasajeros / día pero no se cuenta con el ingreso discriminado por estación. Este condicionamiento escogido para el tratamiento de la información que permite la consolidación anual de los datos en los tres períodos elimina la posible inconsistencia temporal, dado que algunas de las estaciones o portales en estas líneas troncales pueden haberse puesto en operación con algunos meses de diferencia entre ellas.

Por lo anteriormente enunciado y dada esta disponibilidad de información y las limitaciones correspondientes enunciadas en apartados anteriores, se ha elegido como período de análisis para esta investigación el comprendido entre el 2005 y el 2015. En este marco temporal ya se encontraba en pleno funcionamiento la Fase I, se inició la construcción, culminación y entrada en operación de las Fases II y se inició la construcción de la fase III del sistema.

<b>Fases de desarrollo</b>	<b>Corredor</b>	<b>Inauguración</b>	<b>Longitud (km)</b>	<b>Portales / Intermedia</b>
I	A. Caracas	diciembre de 2000	8,10	Norte, Usme, Tunal, Calle 80
	H. Caracas Sur	diciembre de 2000	11,90	
	D. Calle 80	diciembre de 2000	10,10	
	B. Autonorte	agosto de 2001	10,30	
	J. Eje Ambiental	febrero de 2002	1,90	
II	F. Américas	enero de 2004	13,00	Américas, Suba, Sur
	E. NQS Central	junio de 2005	12,40	
	G. NQS Sur	septiembre de 2005	12,70	

	C. Suba	abril de 2006	13,00	
III	K. Calle 26	julio de 2012	12,20	Eldorado, 20 de julio, San Mateo
	L. Carrera 10	septiembre de 2012	7,30	
	M. Carrera 7	octubre de 2013	7,7	
	G. Soacha	diciembre de 2013	3,9	
	E. Calle 6	noviembre de 2015	2,2	

Cuadro 5. Fases y líneas troncales de Transmilenio

Fuente: El autor a partir de información de BRT.org y Transmilenio S.A.

Final mente y dada la definición del modelo econométrico que se propone en esta investigación, se debe tener en cuenta la posibilidad de presencia de correlación entre los errores del modelo y de otras posibles limitaciones posibles en el diseño de modelos econométricos de series de tiempo interrumpidas. Durante el futuro desarrollo de esta investigación se aplicaron aquellas herramientas que han sido probadas para la eliminación de este tipo de riesgos y que son ampliamente aceptadas por la teoría y han sido comprobadas empíricamente.

Esta y otras limitaciones del modelo elegido además de sus posibles soluciones, se amplían en la sección metodológica dedicada a las fases operativas particulares.

### 2.13. Fases generales

En concordancia con la elección del diseño y alcance de la investigación explicadas en el apartado anterior, definidos por la naturaleza de del objetivo general y de los objetivos específicos relacionados con el estudio de la relación entre las inversiones en transporte, el aumento de la cobertura de Transmilenio y tanto el posicionamiento geográfico como la generación de empleo en las empresas de la ciudad de Bogotá evaluadas para los años 2005, 2010 y 2015, esta investigación se adelantó mediante cuatro fases generales que actuaron en diferentes momentos del estudio y de acuerdo con la actividad de cada objetivo. Tanto las técnicas estadísticas y econométricas escogidas para este análisis, como las fases de análisis y otras particularidades en relación a esto se describen en el siguiente apartado.

De acuerdo con R. Hernández, Fernández y Baptista (2010), la definición del alcance de la investigación define también la estrategia y los procedimientos de la misma. Esta definición podrá

contener diferentes etapas o fases que en la práctica posibilitan que la investigación pueda incluir elementos de una y de otra que pueden abordarse de manera simultánea o consecutiva, sin ser excluyentes entre sí. Como lo anotan estos mismos autores, las investigaciones que se realizan en un campo de conocimiento específico pueden incluir diferentes alcances en las distintas etapas de su desarrollo.

Es así que una investigación que se inicia como exploratoria, después puede ser descriptiva y terminar como relacional tal como en el caso de la presente investigación de acuerdo con lo que se explica a continuación.

- ***Fase exploratoria.*** Esta fase se desarrolló mediante el análisis de documentos, artículos y reportes de investigaciones relacionados con técnicas e instrumentos o investigaciones empíricas que tenían relación con el tema de esta investigación. Como lo expresa R. Hernández et al. (2010), esta fase por lo general antecede a las demás etapas y fases de una investigación y busca examinar un tema o problema de investigación y encontrar nuevas perspectivas para su abordaje. Se adelantará la construcción de un marco teórico adecuado y la determinación del estado del arte al respecto.
- ***Fase descriptiva.*** Posterior a la etapa exploratoria, se adelantará esta fase que busca describir los resultados tanto de la exploración teórica y del estado del arte como de los resultados de la etapa empírica adelantando un análisis de estos resultados sobre la medición de impactos del objeto de estudio. Esta fase es propia de los estudios cualitativos (Ghosh & Chopra, 2003). Buscará explicitar las características y perfiles del objeto de estudio evaluando y recolectando información sobre las variables y las dimensiones de los componentes que hacen parte del fenómeno investigado (Danhke, 2000).
- ***Fase correlacional.*** En esta fase, se conectan e interpretan los resultados de la metodología mixta obtenidos del proceso y del diseño validado de la metodología de medición sobre la existencia y las características del fenómeno estudiado. Tiene como principal propósito conocer la

relación que puede existir entre dos o más variables o fenómenos del contexto en el que se investiga (R. Hernández et al., 2010). Esto permite la producción de un reporte que demuestre la validez del modelo (Tashakkori & Teddlie, 2010). Atendiendo al objetivo de esta propuesta, esta fase se alimentará del conocimiento brindado por los resultados de las fases anteriores y permitirá entender las posibles relaciones entre las variables elegidas.

## **2.14. Especificación y fuentes de información**

### **2.14.1. Fuentes de información disponibles y bases de datos utilizadas**

Cómo se planteó anteriormente, la mayoría de autores que han trabajado el concepto de Economías de Aglomeración han propuesto entre otras algunas de las posibles correlaciones o relaciones causa / efecto entre variables, tales como los flujos de la movilidad de los ciudadanos, las infraestructuras de transporte existentes, las causas de la elección del posicionamiento geográfico de las empresas, la generación de empleo y su relación con la teoría de economías de aglomeración, coinciden en afirmar que no existe un único método que permita la comprobación empírica de estas posibles interrelaciones (Brülhart & Mathys, 2008; Fujita & Ogawa, 1982; Fujita & Thisse, 1996, 2003; Guimaraes, Figueirido, & Woodward, 2003; Hilber & Voicu, 2010; Melo, Graham, & Noland, 2009; Quah & Simpson, 2003).

Al plantear esta comprobación para la ciudad de Bogotá de acuerdo con la propuesta que el autor presenta en este documento, inicialmente se consultó información de diferentes bases de datos tales como la Encuesta Anual Manufacturera adelantada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Censo de Aglomeraciones de Bogotá adelantado por la Secretaría de Desarrollo Económico (SDE) de Bogotá en el 2012, el Censo de Empresas exportadoras de Bogotá adelantado por la SDE de Bogotá en el 2015 y el Sistema de Información y Reporte Empresarial (SIREM) de la Superintendencia de Sociedades. Se dio prioridad a la información relacionada con el desarrollo de la infraestructura de Transmilenio en relación con las troncales y estaciones, aquella relacionada con aspectos operativos en cuanto a origen de los desplazamientos de los pasajeros que hacen uso del sistema y de la cantidad de pasajeros atendidos en diferentes horarios del día, la información del Censo General 2005 adelantado por el DANE, al Directorio de empresas de la Cámara de Comercio de Bogotá del 2015, la información extractada

de las Encuestas Multipropósito de Bogotá para los años 2011 y 2014 y a la información geográfica y espacial de la ciudad disponible en bases de datos de entidades tales como la Alcaldía Mayor de Bogotá, la Infraestructura de Datos Espaciales del Catastro de Bogotá (IDECA) y la Secretaría Distrital de Planeación (SDP). Dado el detalle que contiene estas bases de datos, el carácter anonimizado de algunas de estas y de la información escogida, además de las características de algunos estudios empíricos referenciados en la discusión de la literatura que avalan este argumento, se pudo elegir como unidad de análisis geográfica de tierra para el presente estudio la misma que es utilizada en la información cartográfica básica municipal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), cuyo máximo nivel de detalle se presenta para las unidades denominadas “manzana urbana”<sup>10</sup>. Esta elección y su categorización de acuerdo con las características de las organizaciones que se analizan, permitirá flexibilidad en el análisis al agrupar ciertos resultados por sector económico, barrio, Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) o sectores estratégicos. La relación de las principales fuentes de información planteadas para este estudio se presenta a continuación.

#### **a) Censo DANE 2005**

El Censo General 2005 adelantado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), que fue realizado entre mayo 22 de 2005 y mayo 22 de 2006, tuvo como objetivo principal disponer de información actualizada sobre el número, ubicación y características de la población de Colombia, los hogares y las viviendas y de la misma manera disponer de un directorio de establecimientos económicos del territorio nacional.

La base de datos elegida para este estudio está disponible para consulta en el Banco de Datos del DANE y que es gestionada por la Dirección de Difusión, Mercadeo y Cultura Estadística de esa entidad, situación que permite acceder a los resultados del Censo que se compone de 5 módulos de recolección de información. En el módulo denominado “Económico” se posibilita el acceso a información acerca de las unidades económicas de la ciudad.

---

<sup>10</sup> Mayor detalle de esta elección, del significado con el que se entenderán en este estudio y de sus características se exponen más adelante en el apartado acerca de la especificación y fuentes de información de este trabajo.

Las características, etapas y sustento metodológico y estadístico de este censo se encuentran definidos y asociados a la documentación respectiva en el DANE y corresponde a una muestra representativa con representatividad a nivel municipal. Tuvo en cuenta el diseño de un marco muestral, una muestra cocensal mediante un algoritmo usual de selección Bernouilli, un cálculo de la muestra y la aplicación posterior de los factores de expansión adecuados que proveen el estudio de la validez estadística necesaria.

Este censo provee información relacionada con el tipo de unidad económica, la actividad económica, el Código de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme CIIU a 4 dígitos, la actividad económica y el número de personas que trabajaron en ella en el último mes, entre otra información. Para efectos del presente estudio y a fin de posibilitar la homologación y comparación en macro - sectores con la información de las otras bases de datos incluidas en el estudio, se realizó una agrupación por sector económico de las unidades productivas (industria, comercio, servicio, otras actividades), las cuales corresponde a las secciones CIIU.

Sin embargo, es importante aclarar que dadas las políticas de reserva estadística definidas para el Censo, la información antes mencionada se encuentra anonimizada y agregada, razón por la cual se accedió a esta información haciendo uso del software de Recuperación de Datos para Áreas pequeñas por Microcomputador (REDATAM) de acuerdo con las políticas y a la Metodología del Sistema de Información Geo estadístico del DANE. Este sistema se encuentra complementado con información cartográfica básica municipal cuyo máximo nivel de detalle se presenta para las unidades denominadas “manzana urbana”.

Según esta definición, las “manzanas censales” o “manzanas urbanas” son lotes de terreno edificado o sin edificar delimitados por vías de tránsito vehicular o peatonal de carácter público, que para el caso de Bogotá se trata de las calles, carreras, diagonales, transversales, avenidas o pasos peatonales. La realidad de Bogotá y los fenómenos de expansión geográfica y de crecimiento poblacional que se enuncian en el documento, permite destacar que en la ciudad capital las manzanas urbanas pueden estar también delimitadas por un río, una quebrada o un canal siempre y cuando estos elementos sean de carácter permanente<sup>11</sup>.

La agrupación de manzanas urbanas conforma las denominadas “áreas urbanas” que por definición están conformadas por edificaciones y estructuras contiguas delimitadas por calles, carreras o avenidas, que por lo general cuentan con algún nivel de acceso a dotación de servicios públicos esenciales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales y colegios.

---

<sup>11</sup> Información disponible en la página web <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/cnpv-2018-glosario.pdf>

De esta manera, se dispondrá de la información censada para las unidades económicas de Bogotá y será posible su caracterización por manzanas.

**b) *Bases de datos empresariales de la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) 2015***

La Cámara de Comercio de Bogotá es una entidad privada sin ánimo de lucro que se encarga de administrar los registros mercantiles de las empresas y sociedades de Bogotá. Esta actividad posibilita la formalización de las actividades económicas y permite un registro de estas sociedades.

El Registro Mercantil permite la formalización y el ejercicio de cualquier actividad comercial y acreditar públicamente esta situación. Contiene información sobre los datos generales y algunos específicos de las sociedades y comerciantes, entre la que está incluida la ubicación geográfica de las sedes y/o establecimientos (dirección catastral) y la cantidad de personal empleado, en el momento de la renovación de este instrumento.

Dadas las anteriores características de disponibilidad de la información de las unidades económicas y para gestionar su caracterización en la misma unidad de localización geográfica que está disponible para el Censo 2005 se hizo necesaria la utilización de un Sistema de Información Geográfica que permitiera la georreferenciación de estas y su traducción en coordenadas esféricas o XY. Esto permitió la ubicación de las mismas en un mapa cartográfico de la ciudad y su asociación a las manzanas catastrales definidas para Bogotá.

Posteriormente se hizo necesario el geoprocesamiento de esta información para lograr la asociación de las unidades económicas con las manzanas urbanas a la que pertenecen y de esta forma, lograr disponer de la información en la misma unidad de análisis de la que se dispone para el Censo 2005.

**c) *Información relacionada con el desarrollo de la infraestructura de Transmilenio***

Respecto a la información sobre el Sistema de Transporte de Bogotá en su componente troncal denominado Transmilenio, la cual será utilizada para analizar la posible relación planteada en el documento para los años 2005 y 2015, se destaca la relacionada con la identificación y ubicación geográfica de las Troncales en operación en cada uno de estos años, el total de longitud de cada una de estas troncales, la cantidad de estaciones y el plano georreferenciado asociado en cada troncal, la ubicación de los accesos a cada estación (destacando las coordenadas para georreferenciación), la cantidad e identificación de rutas asignadas a cada estación, la fecha de apertura y puesta en operación de cada una de estas estaciones y las

estadísticas referentes a la cantidad de usuarios que accedieron su recorrido en cada una de las estaciones en un día promedio de operación normal.

Esta información permitirá analizar el volumen promedio de utilización del sistema y plantear relaciones con la distancia existente entre cada una de las manzanas caracterizadas y el acceso a las estaciones del Sistema, información que fue utilizada como una de las variables del modelo de regresión a plantear.

Esta información será extractada de la información provista por la Subgerencia Técnica y de Servicios de la empresa Transmilenio S.A. que está definida como ente gestor del Sistema.

#### *d) Datos espaciales*

Para identificar la evolución que ha tenido el mapa de la ubicación geográfica de las empresas en Bogotá entre los años 2005 y 2015, la evolución de la red troncal de Transmilenio y de las estaciones que lo componen y para lograr analizar la distancia entre estas unidades empresariales y las estaciones del Sistema, se planteó el análisis de la información obtenida tal y como se define en el análisis de las bases de datos a utilizar tal y como se acaba de explicar, también se definieron variables relacionadas con el área de influencia de Transmilenio de acuerdo con la proximidad que puedan tener las empresas con este, definiendo categorías de distancia en grupos que podrían definirse como (de 0 a 300 metros), (de 300 a 600 metros), (de 600 a 900 metros) y (de 900 a 1.200 metros).

Como se acaba de proponer, esta base de datos fue construida por el autor haciendo uso de herramientas e indicadores para el tratamiento de datos espaciales y de un Sistema de Información geográfica que permitió su procesamiento.

#### **2.14.2. Datos, variables a utilizar y definición de indicadores**

La búsqueda de respuestas a las preguntas de investigación que se plantean en este documento o a otras que puedan surgir durante el proceso de investigación, hicieron necesario que se planteara la utilización de variables directas, la construcción de variables a partir de los insumos necesarios o la utilización de variables que no se relacionan directamente con los objetivos pero que en algún momento podrían considerarse como variables instrumentales en la regresión a plantear. En el cuadro 6 se presenta el planteamiento inicial de estas variables, la etiqueta o nomenclatura a utilizar en los modelos de regresión y la categoría o nivel de medición a la que pertenece.

Es de recordar que la unidad geográfica básica utilizada para agrupar la información y homogenizar los datos disponibles en las bases de datos utilizadas es la manzana censal, que en adelante se denominará “manzana” y cuya explicación se presenta en el apartado anterior.

Dado que algunos datos no pudieron ser medidos para cada manzana censal o el hacerlo no hubiera tenido lógica, se ha utilizado una segunda estrategia de agrupación geográfica que convoca información igual, condensada o similar para las unidades de observación primarias contenidas en esta. Se trata de las UPZ o Unidades de Planeamiento Zonal.

Las Unidades de Planeamiento Zonal se definen como: “áreas urbanas más pequeñas que las localidades y más grandes que el barrio. La función de las UPZ es servir de unidades territoriales o sectores para planificar el desarrollo urbano en el nivel zonal. Son un instrumento de planificación para poder desarrollar una norma urbanística en el nivel de detalle que requiere Bogotá, debido a las grandes diferencias que existen entre unos sectores y otros. Son la escala intermedia de planificación entre los barrios y las localidades. La planificación a esta escala, además de ser la base para la definición de la norma específica, que se concreta en la fichas normativas y decretos de cada UPZ, permite hacer una mejor inversión de los recursos, en obras realmente requeridas por la comunidad, buscando el beneficio colectivo. Vistas así, las UPZ son también el espacio propicio para la participación, la convivencia, el trabajo y el encuentro ciudadano. "La Unidad de Planeamiento Zonal -UPZ-, tiene como propósito definir y precisar el planeamiento del suelo urbano, respondiendo a la dinámica productiva de la ciudad y a su inserción en el contexto regional, involucrando a los actores sociales en la definición de aspectos de ordenamiento y control normativo a escala zonal" (Artículo 49 del Decreto 190 de 2004 POT).”<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Información disponible en la página web <http://recursos.ccb.org.co/ccb/pot/PC/files/3definicion.html>

ETIQUETA	CATEGORÍA	NOMBRE
X1	Organizaciones	EmpresasMza
X2	Organizaciones	EmpleadosMza
X3	Geográfica	Dist_Mza_Estac
X4	Geográfica	Dist_Mza_Aerop
X5	Geográfica	Área_Mza
X6	Geográfica	Área_UPZ
X7	Sistema BRT	EstacionesUPZ
X8	Geográfica	PoblaciónUPZ
X9	Geográfica	Valor_m2
X10	Sistema BRT	Ingresos_diariosUPZ
X11	Organizaciones	Industria
X12	Organizaciones	Comercio
X13	Organizaciones	Servicios
X14	Organizaciones	OtrasActEconomicas

Cuadro 6. Variables iniciales para el experimento.

Fuente: El autor con base en las preguntas de investigación y la información referenciada

La descripción de las variables definidas para el experimento se presenta a continuación.

X1: Número de empresas ubicadas en la manzana analizada.

X2: Número de empleados registrados en la manzana analizada.

X3: Distancia euclidiana medida desde el centroide geográfico de la manzana hasta la estación más cercana de Transmilenio.

X4: Distancia euclidiana medida desde el centroide geográfico de la manzana hasta el Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá. La utilización de esta medición tomada como constante a través del tiempo para cada uno de los objetos medidos, es reportada en la literatura como coadyuvante para el control de los factores de confusión y errores en la medición.

X5: El área de cada manzana expresada en metros cuadrados ( $m^2$ )

X6: El área de cada UPZ expresada en metros cuadrados ( $m^2$ )

X7: El número de estaciones del Sistema Transmilenio en operación por UPZ

X8: Número de habitantes por UPZ

X9: Valor promedio del  $m^2$  de suelo en la UPZ. Se calculó un promedio dada la diversidad de usos y estudios existentes.

X10: Corresponde al número total de ingresos de pasajeros a cada estación de Transmilenio en un día estándar de cada uno de los años del estudio y teniendo en cuenta la pertenencia de cada una de estas a diferentes UPZ.

X11: Porcentaje de empresas de cada manzana que registran como actividad económica la categoría “Industria”

X12: Porcentaje de empresas de cada manzana que registran como actividad económica la categoría “Comercio”

X13: Porcentaje de empresas de cada manzana que registran como actividad económica la categoría “Servicios”

X14: Porcentaje de empresas de cada manzana que registran como actividad económica la categoría “Otras Actividades”

### **2.15. Método y modelos**

El procesamiento de la información contenida en las bases de datos referidas para esta investigación, se adelantó haciendo uso de diferentes soluciones informáticas para el procesamiento de datos estadísticos y de información geográfica. Este procesamiento acudió a diferentes indicadores y modelos propuestos en la teoría y cuya aplicación se identificó en la revisión adelantada para esta investigación y a un modelo econométrico que será propuesto para la comprobación de la relación entre variables que constituye la hipótesis principal de este trabajo.

En la siguiente sección, se describirán cada una de las fases particulares diseñadas para el cumplimiento de los objetivos operacionales planteados, además de la definición de los métodos propuestos los cuales incluyen el uso de diferentes indicadores y modelos identificados en la literatura para tal fin, los cuales se presentan adaptados y evaluados para este caso en particular.

Es así que esta propuesta hace uso de las herramientas provistas por los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y por la estadística espacial que permiten el cálculo y procesamiento de información relacionada con distancias entre elementos analizados, áreas de las diferentes unidades de territorio tomadas como unidad de análisis (manzanas y UPZ), frecuencias de presencia de firmas en un territorio, distribución de las mismas. Análisis de relación espacial y

análisis multivariado de las relaciones entre estas variables (Maoh & Kanaroglou, 2007; Miller & Shaw, 2001; Páez & Scott, 2005).

## **2.16. Índices de evaluación**

La literatura identifica diferentes índices para evaluar cuantitativamente las características geográficas de determinadas poblaciones en los territorios escogidos para su análisis. La escogencia de los mismos se hace en función de los objetivos trazados en cada experimento, siendo utilizados algunos para describir la evolución del posicionamiento y ubicación comparativa de las empresas en un período determinado, algunos otros para evaluar la aglomeración o concentración de los individuos en el territorio y siendo utilizados otros para describir las características o especialización de los mismos individuos.

En la presente investigación se han escogido una variedad de índices representativos de las categorías anteriormente descritas para describir la evolución económica de la ciudad de Bogotá en los años 2005, 2010 y 2015.

Esta clasificación y propuesta se presenta en el capítulo sobre la caracterización de la ubicación geográfica de las empresas en Bogotá.

Igualmente en el apartado de la evidencia descriptiva del proceso, se consideraron propuestas que definen la existencia de subcentros de empleo a partir de condiciones de la cantidad de empleo existente en una zona específica (como ya se explicó para este estudio se utiliza como unidad de análisis las UPZ) en comparación con el total de la ciudad, con la unidad geográfica contigua, en un área de influencia específica o de acuerdo a la identificación de variables explicativas tales como la cercanía o acceso a diferentes instalaciones de infraestructura que ofrezcan condiciones para la actividad económica en la zona (vías, aeropuertos, sistemas de transporte público, servicios complementarios, etc) (Giuliano & Small, 1991; D. L. Greene, 1980; Jiang, 2012; McDonald, 1987; Muñoz et al., 2006; Shukla & Waddell, 1991) .

Para efectos de este análisis se analizaron varias de las propiedades contenidas en estudios relacionados con el análisis de la distribución espacial de las organizaciones, para lo cual se utilizaron diferentes índices. Estas propiedades corresponden a la presencia o ausencia de

homogeneidad o estacionariedad de los elementos, a la evaluación del patrón de distribución y al isotropismo que evalúa la intensidad de esta distribución (Diggle et al., 1976; Dixon, 2002; Ripley, 2005).

Dentro de las características de los índices a evaluar se encuentran la densidad ( $\lambda$ ) o número esperado de establecimientos por unidad de área), la relación entre pares o grupos de establecimientos (medida por ejemplo con la probabilidad de identificar una unidad en inmediaciones de otra), el patrón de distribución observado (medido con la función de distribución acumulativa de Clark y Evans), entre otros.

Para obtener resultados de este análisis se acudió a diferentes indicadores de concentración correspondientes a las características enunciadas y que han sido utilizados en estudios empíricos donde este atributo es importante para la definición de un sistema tales como la *distancia estándar entre* los establecimientos y los accesos a Transmilenio. Este resultado permitió evidenciar el patrón de distribución de las organizaciones analizadas, medida para la que se obtuvieron resultados particulares en función del tipo o clase de actividad económica y del sector en el que se encuentre ubicada.

También se calcularon otros indicadores de patrones estadísticos espaciales de estimación de densidad y de la concentración que evalúan entre otras características: **i)** el *nivel de contigüidad*, **ii)** la *densidad de empleo* de las regiones elegidas como unidad de análisis, **iii)** el *nivel de ocupación* espacial de la región más grande, **iv)** el *nivel de fragmentación* de la región analizada, **v)** el *nivel de forma* que evalúa la complejidad espacial del área, **vi)** el *nivel de compactación* o densidad espacial de la unidad de análisis, **vii)** el *nivel de división* que mide la probabilidad de que dos organizaciones analizadas no pertenezcan a la misma área, **viii)** el análisis de la evolución de las empresas en el tiempo y su agrupación por superficies de núcleo o *kernel surfaces estimation method* (Bailey & Gatrell, 1995; Cuthbert & Anderson, 2002; Maoh, Koronios, & Kanaroglou, 2010), y **ix)** la técnica *SADIE (Spatial Analysis by Distance Index)* para calcular entre otros la cuantificación de heterogeneidad espacial (Duranton & Overman, 2005; Perry & Dixon, 2002).

Todo lo anterior se amplía en el capítulo sobre la evidencia descriptiva de este proceso.

Para lo anterior y como herramienta complementaria, se hizo uso el software asociado al Sistema de Información Geográfico y de georreferenciación ArcGis® del cual se aprovechará la

parametrización de cada establecimiento por coordenadas geográficas o la parametrización por manzana de las organizaciones censadas en el 2005 y los cálculos que este programa permite, además de los anteriores.

Lo anteriormente explicado será detallado y complementado ampliamente en el siguiente apartado sobre la evidencia descriptiva del fenómeno, donde se eligen y explica en detalle el sustento teórico y los resultados de la aplicación de diferentes categorías relacionadas con índices de evaluación de la dinámica de evolución del Sistema BRT y de la economía de la ciudad en el espectro de tiempo elegido, en apartados relacionados con la dinámica de posicionamiento geográfico, la evaluación de las dinámicas de localización empresarial en Bogotá y las dinámicas de especialización productiva en la ciudad en el período comprendido entre el 2005 y el 2015.

## **2.17. Planteamiento de hipótesis**

La literatura identifica diferentes relaciones testeadas empíricamente en relación con la respuesta de las organizaciones a propósito de la presencia de las economías de aglomeración, de los factores que influyen en las decisiones estratégicas de localización geográfica, en la generación de empleo y su consideración como proxy de productividad empresarial, en la relación entre la localización y los atributos del entorno geográfico del territorio, a la relación entre la localización de las empresas, el empleo y la demanda de los sistemas de transporte público, a la cobertura e infraestructura de estos sistemas y en cuanto a la relación de los sistemas de transporte público, las decisiones productivas y de localización de las empresas, la salud pública y la exclusión social.

A continuación, se presentan los referentes consultados como sustento para la propuesta de las principales categorías de análisis al respecto:

### **2.17.1. Hipótesis sobre la localización empresarial**

La primera categoría planteada se refiere a los estudios empíricos sobre las características del territorio y su relación con la localización de las empresas, el empleo, el crecimiento de las organizaciones y otras características del desarrollo de las mismas.

En este orden de ideas, la primera hipótesis plantea que el desarrollo de Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones influyó en las decisiones de localización de las empresas en el entorno y área de influencia de las estaciones. Esta hipótesis se encuentra en concordancia con el argumento del estudio.

En concordancia con uno de los postulados de las economías de aglomeración, la propuesta de Abreha (2007) plantea que la congregación y densidad de empresas en el territorio se ve afectada positivamente por la posibilidad de los ciudadanos de acceder a productos y a servicios en la ciudad, posibilidad que puede tomarse como un indicador del desempeño del diseño de la red del Sistema de transporte público. En este sentido este postulado involucra de manera simultánea las decisiones estratégicas de las organizaciones y los resultados esperados de las políticas públicas respecto a la movilidad de los ciudadanos. Por otro lado y de manera complementaria, en este estudio también se recogen diferentes propuestas teóricas y empíricas que relacionan la ubicación de las empresas, la posibilidad de acceso de los ciudadanos y las características y atributos del terreno y espacio geográfico de localización destino.

Weidong (2012) formaliza una investigación adelantada en empresas del sector transporte marítimo, que demuestran resultados diferenciales entre la localización de las empresas y las características geográficas de la ciudad tales como la disponibilidad de servicios urbanos, empresas complementarias, acceso a otras empresas de comercio, industria o servicios, valor del suelo, nivel de urbanización y número de habitantes. También se demuestra que algunas empresas se agrupan bajo características de monocentrismo y otras con características de policentrismo. Aunque esta investigación se adelantó en una modalidad diferente de transporte, en sus conclusiones se presenta una discusión de la literatura en la que los resultados pueden extrapolarse a medios terrestres.

De esta manera puede destacarse también la literatura que relaciona la ubicación de las empresas y su relación con los resultados económicos o de productividad representados en el empleo. Hoogstra y van Dijk (2004) parten de una pregunta problema en la cual intenta relacionar el tamaño de la firma y la generación de empleo, donde se evidencia con niveles estadísticamente significativos la relación positiva entre la cantidad de empresas, la población y los niveles de empleo analizados en áreas específicas. Becker, Ekholm, Jäckle y Muendler (2005) adelantaron un estudio en Alemania y Suecia donde demostraron con evidencias estadísticamente significativas que las zonas con disponibilidad de mano de obra calificada atraen a las empresas, mientras que en

estudios como los de K. Yang y Xu (2006) y el de Herstad, Sandven y Solberg (2013) presentan conclusiones contradictorias al plantear que los niveles de empleo no afectan directamente el número de empresas en la región en el primer caso, o que existe una relación positiva fuerte entre el crecimiento del empleo y la localización de las firmas, en el segundo.

Esta posición contraria permite deducir que la metodología de medición y las variables que en ella se incluyan, además del escenario objeto de investigación, influyen significativamente en los resultados de los experimentos.

Finalmente, se resalta la propuesta de Daldoul, Jarboui y Dakhlaoui (2016) donde a partir del uso de técnicas econométricas, donde los resultados muestran que los comportamientos de movilidad y la demanda del transporte público están sujetos a diversas variables. En particular, la calidad del servicio, el precio medio, la actividad económica y la población activa son las variables más significativas con respecto a la demanda de transporte público. Se comprueba que estas relaciones existen en ambos sentidos.

Para el presente estudio la primera hipótesis plantea que las decisiones de posicionamiento estratégico que toman las empresas están condicionadas por diferentes variables externas e internas y se convierten en determinantes de las aglomeraciones organizacionales y por tanto en determinantes de la generación de empleo, el cual también puede asociarse a un territorio, en concordancia con planteamientos como los de Henneberry (1998) o Combes y Gobillon (2014). Estas variables corresponden entre otras a los atributos del territorio, a las dinámicas empresariales del entorno y a los servicios que tanto las empresas como los ciudadanos puedan acceder.

### **2.17.2. Hipótesis sobre el empleo y productividad**

La segunda categoría se refiere a la relación entre la cantidad y características de la oferta de empleo agrupada con aspectos tales como la accesibilidad al territorio, las distancias de desplazamiento de los empleados hacia el lugar de trabajo, el tiempo que estos tiempos significan, los atributos sociales, geográficos y demográficos de las ciudades, las características y composición económica del territorio, la satisfacción de los usuarios y la cobertura y accesibilidad del sistema de transporte, entre otros.

La segunda hipótesis plantea que el desarrollo de Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones influyó en la generación de empleo en las empresas en el entorno y área de influencia de las estaciones. Esta hipótesis se encuentra en concordancia con el argumento del estudio.

Dado lo anterior, esta categoría reúne algunas propuestas empíricas y teóricas que pretenden abrir la discusión sobre la relación entre la aglomeración de empleo ofrecido por las empresas, entendido lo anterior como un indicador de productividad (Serrano Martínez, 1995).

Es así que se resaltan las propuestas de Saif, Zefreh y Torok (2019) y de Villarreal (2009) que demuestran empíricamente la relación positiva entre la existencia y cobertura de un sistema de transporte público y las oportunidades laborales. Particularmente el segundo autor demuestra y contrasta, con información recogida en terreno, que los cambios en la zona urbana de una ciudad de México corresponden a características de monocentrismo y policentrismo especializado, conformando una zona urbana compleja que obliga a que la fuerza laboral se desplace hacia estos centros, involucrándose como resultado fenómenos de micro-migración, contaminación ambiental, costo del tiempo y de la actividad de traslado hacia y desde el lugar de trabajo, resultando en relaciones positivas de atracción que involucran la afectación a las dinámicas de la ciudad y a la economía de la misma.

De manera complementaria, el estudio de Cardozo, Gutiérrez y García (2010) evalúa mediante modelos de regresión la relación entre el territorio, el empleo, la aglomeración empresarial y la demanda de transporte público. Incluye atributos tales como la población del área de estudio, la distancia entre las estaciones y otras instalaciones de la ciudad, el empleo en el área de influencia del sistema de transporte y el área de las zonas de transporte. El estudio encuentra relaciones mixtas tanto positivas como negativas entre el empleo, la cobertura del sistema, el nivel de población y las características de las actividades económicas de cada zona. En general, se evidencian relaciones mixtas entre las variables urbanísticas, el empleo y la demanda de transporte público. También se involucra en el análisis la demanda del sistema, medida en términos de la cantidad de pasajeros que ingresan al mismo, logrando de esta forma un modelo predictivo de demanda futura y un modelo explicativo de las características económicas de la zona, detallando el empleo disponible.

Continuando con esta discusión, el trabajo de Sanchez (1998) concluye que el acceso al transporte público es un factor importante para determinar las tasas de participación laboral. Para ello utiliza un sistema de información geográfica (SIG) para analizar las características de ubicación y empleo de los trabajadores con diferentes niveles de accesibilidad al tránsito. Utilizando una variedad de medidas espaciales, se usa una regresión de mínimos cuadrados de dos etapas para estimar la relación entre la accesibilidad de tránsito con los niveles de participación laboral en las ciudades de Portland, Oregon y Atlanta, Georgia. Aunque su conclusión puntualiza la importante relación positiva entre estas dos variables, también resalta que el estudio no puede indicar una relación causal entre el aumento del acceso al tránsito y la participación laboral. Debido a que las decisiones de ubicación residencial son comúnmente influenciadas por factores relacionados con la accesibilidad del tránsito y las decisiones tanto de ubicación estratégica de las empresas como de creación de empleo atienden a diferentes dinámicas y responden a influjos internos y externos de las empresas, el papel de transporte público en la obtención o el mantenimiento de un empleo no se puede colegir a partir de este análisis. Puede darse el caso de que los trabajadores con bajos niveles de movilidad elijan ubicaciones residenciales cercanas al sistema para minimizar los problemas de movilidad personal. Por otro lado, también es posible que a medida que las personas desempleadas encuentren trabajo y aumenten sus recursos financieros, compren un vehículo y dejen de ser usuarios del sistema. El trabajo para estas personas puede traducirse en un mayor nivel de disponibilidad de automóviles y actuar como un desincentivo para utilizar el sistema. Por esta razón, la relación positiva entre la accesibilidad en el tránsito y el apego a la fuerza laboral puede no ser una coincidencia, pero en otros casos esta relación puede ser un indicativo del comportamiento de la atracción del empleo y la cobertura del sistema.

Es así que, de acuerdo con lo anterior, la segunda hipótesis propuesta atiende al planteamiento de Ottaviano y Puga (1998) en el cual sustentan que los resultados organizacionales se ven condicionados por diferentes características de la ubicación y aglomeración de las organizaciones, ya sea como resultado directo tal y como en el caso de la cantidad de empleados asignados a un área específica, o indirectos relacionados con la microeconomía del territorio. De allí que se plantea que la evaluación de la cantidad de empleados por unidad territorial (manzana censal) está condicionada por la cantidad de empresas en ese territorio y por otras variables conexas.

### **2.17.3. Hipótesis sobre la accesibilidad y cobertura del sistema en relación a la ubicación de las empresas**

La tercera categoría se refiere a la relación entre la accesibilidad y cobertura al sistema en términos de la distancia de los usuarios, pasajeros o clientes de las empresas al sistema y la interacción con características tales como las aglomeraciones económicas, la cantidad de empleo medida en territorios específicos, las características socioeconómicas del territorio y su composición económica, además de otros atributos del terreno.

La tercera hipótesis plantea que el aumento en los niveles de accesibilidad de Transmilenio está asociado con aspectos económicos, geográficos y sociales del territorio.

Esta relación complementa la establecida en la primera hipótesis, que plantea posibles relaciones en torno a las aglomeraciones, evaluadas como la cantidad y características del posicionamiento de empresas en un territorio específico. Este nuevo atributo evaluaría esa ubicación en función de la cercanía a las estaciones del sistema como indicador de accesibilidad al mismo.

La propuesta de Johnson, Ercolani y Mackie (2017) pretenden analizar la relación específica entre el acceso a los sistemas de transporte y el empleo, destaca que el transporte público además de poder ser considerado como una política pública para disminuir los niveles de desempleo, consideraba el empleo como una función de la accesibilidad y que, sumada a otras variables laborales locales, tomaba gran importancia para estudiar esta relación encontrándose en los resultados una importante relación. El resultado de la investigación encontró una relación estadística significativa de orden positivo entre mayores niveles de empleo y tiempos de transporte público más corto. Finalmente, la investigación propuso considerar la accesibilidad del sistema de transporte público como un parámetro vital para abordar el empleo.

Apoyando el argumento anterior, diferentes autores y estudios empíricos reportan que los casos analizados alrededor del mundo acerca de los efectos y cambios generados con la implementación de sistemas BRT obtienen resultados beneficiosos en general para la economía de las ciudades. Cambios relacionados con mejoras en la calidad de vida, disminución en los tiempos de viaje los cuales redundan en aprovechamiento del mismo en otras actividades productivas,

mejoramiento de la calidad local del aire, reducción de la emisión de gases efecto invernadero y disminución en los niveles de accidentalidad y fatalidad en la vía pública (Carrigan, King, Velásquez, Raifman, & Duduta, 2013; Ingvardson & Nielsen, 2018).

Venter, Jennings, Hidalgo y Valderrama Pineda (2018) adelantan una propuesta de análisis empírico sobre el carácter sostenible de los sistemas tipo BRT y su impacto sobre aspectos relacionados con la equidad en las ciudades. En este estudio afirman que la implementación de este tipo de sistemas en ciudades de África, Asia y América Latina logran beneficios progresivos para los segmentos más pobres de la sociedad, los cuales se relacionan entre otros aspectos con la calidad de los viajes, el aumento del acceso de la población a los sistemas masivos y la reducción del tiempo de viaje. Destacan sin embargo, destacan que en algunos casos estos beneficios se desvían hacia la población de ingresos medios perdiendo parcialmente su característica de progresividad.

De manera complementaria a esta relación, Pons Rotger y Nielsen (2015) comprueban que aquellos diseños de transporte público basados en las mejoras de accesibilidad tienen impactos positivos en los ingresos individuales de los ciudadanos. De esta manera, puede encontrarse que esta relación positiva también implica que la mejora en la accesibilidad evaluada en términos de presencia y cobertura de las estaciones del sistema, impacta positivamente los resultados económicos de los trabajadores y de las empresas de la ciudad. En este sentido, esta relación puede evaluarse como un resultado deseable de políticas públicas.

Este tipo de relaciones también se comprueban en diferentes estudios disponibles en la literatura (Biosca, Spiekermann, & Stepniak, 2013; Hernandez, 2018; Kain, 1992; Korsu & Wenglenski, 2010; Mugion, Toni, Raharjo, Di Pietro, & Sebatu, 2018), quienes respectivamente comprueban un desajuste entre la ubicación residencial y el empleo en el primer caso, una relación positiva entre la accesibilidad y la aglomeración empresarial y de empleo en el segundo caso, la relación positiva entre la accesibilidad y el acceso a servicios complementarios en aquellas zonas donde el sistema permite mejores niveles para los pasajeros, la importancia de la accesibilidad social y empresarial como un requisito de participación pública y social y una relación positiva entre la calidad y accesibilidad provistas por los sistemas de transporte público y la movilidad sostenible en el último caso.

Como conclusión, se puede afirmar que en esta categoría se pretende evaluar la incidencia de las variables escogidas en relación con el fenómeno de la localización de las empresas en función a la cercanía al componente troncal del sistema de transporte público evaluado. Estudios como los de Cervero (2013), Durantón y Overman (2005), Durantón y Puga (2000) o Easterling (1999) han demostrado que la relación ubicación de la empresa / inversión y desarrollo del sistema de transporte presenta una fuerte intensidad. Observan que el caso de la ciudad de Bogotá no es la excepción y que esta relación se formaliza en las dos vías, constituyéndose en tema de política pública del Distrito. En este caso, el trabajo pretende medir la intensidad de este fenómeno planteando que existe un condicionamiento en la elección en el lugar en que una empresa se emplaza y a su vez existe un condicionamiento en los encargados del diseño de nuevas troncales y nuevas rutas acerca de estas condiciones. Lo anterior quiere evaluarse en la variable dependiente que mide la distancia entre el centro geográfico del territorio que abarca cada grupo de empresas (manzana) y la estación más cercana del sistema Transmilenio.

#### **2.17.4. Hipótesis sobre la cobertura e infraestructura del sistema de transporte público**

La cuarta categoría de hipótesis propuestas y como punto de partida para testear en el presente experimento la relación entre las variables relacionadas con las inversiones en los sistemas de transporte público tipo BRT y otras variables relacionadas con las organizaciones y con la geografía urbana, se presenta una revisión de estudios empíricos y teóricos que evalúan las características asociadas con los diseños de cobertura de estos sistemas y otras características geográficas y económicas del territorio.

La cuarta hipótesis plantea que el aumento en los niveles de cobertura de Transmilenio están asociados con aspectos económicos, geográficos y sociales del territorio.

En ese sentido y resaltando la importancia del adecuado diseño de los sistemas de transporte público, dado el papel que juegan para el desarrollo económico de la ciudad y de las organizaciones que en ella se localizan, a continuación, se presenta un recorrido por algunos referentes que permiten plantear la hipótesis sobre la relación señalada en párrafos anteriores.

Cardozo et al. (2010) analizan la relación entre variables urbanísticas y demanda de transporte público, tratando de explicar el número de viajeros que accede en función de las características urbanísticas de su entorno próximo. Propone un modelo de estimación directa de la demanda y en un modelo de regresión lineal múltiple demostrando la importancia explicativa de variables como la densidad de empleo, la diversidad de usos del suelo o los niveles de acceso a las estaciones. El modelo permite estimar la demanda de las actuales y de posibles futuras estaciones y, valorar el impacto de la morfología urbana en el uso de transporte público.

Bocarejo et al. (2013) destacan que la movilidad y accesibilidad posibilitadas por las inversiones en transporte y por la dinámica de crecimiento de los sistemas de transporte público generan diferenciales en zonas de cobertura que pueden generar desventajas de tipo económico, político, personal y de movilidad para algunos segmentos de la población.

En cuanto a la relación entre cobertura del sistema, salud pública y sostenibilidad, autores como Cheng y Chen (2015) o Tyler (2017) proponen que la optimización de la cobertura y la interacción con programas de mejoramiento de la salud presentan una relación positiva mientras que otros como Mulley, Rizzi, Millett y Shiftan (2016) plantean la relación positiva en aquellos casos en que el desarrollo de la infraestructura permita la existencia de espacios que posibiliten el ejercicio.

Por otro lado autores como (Dadashpoor & Rostami, 2017), Mononen, Leviäkangas y Haapasalo (2017) o Kujala, Weckström, Mladenović y Saramäki (2018) explican la relación positiva entre cobertura y accesibilidad, la relación positiva entre cobertura y resultados beneficio/costo de la inversión y cobertura frente a ciudades operativas y sostenibles.

Esta última categoría de hipótesis plantea la incidencia que las variables escogidas en los ámbitos de las organizaciones, de la geografía urbana y del sistema de transporte BRT, tienen en los diseños de inicio y desarrollo del sistema para la toma de decisiones, evaluado en cuanto a la ubicación y a la cantidad de estaciones presentes en el territorio, en concordancia con lo señalado por Graham (2007b), Graham y Van Dender (2011).

### **3. CARACTERIZACIÓN DE CONDICIONANTES**

Para entender el panorama histórico de la actividad económica en la ciudad de Bogotá se analizó la dinámica de posicionamiento geográfico de las empresas en Bogotá y su evolución entre los años 2005, 2010 y 2015, utilizando la información de la localización de las empresas en la ciudad.

Para la presente investigación, como se anunció anteriormente, se acogen diferentes medidas de distribución espacial y se proponen tres categorías principales dentro de las cuales se agrupan tanto medidas, índices o gráficos (mapas) de análisis de localización destacados en la literatura. Estas categorías son: (i) Caracterización de la distribución empresarial discriminada por actividad económica, (ii) Medidas de concentración y (iii) Medidas de especialización.

Dada la particularidad de la base del Censo 2005 consultada, tal como se anotó en el apartado sobre fuentes de información disponibles, se ha elegido como unidad geográfica de análisis para esta investigación la “manzana urbana” dado que es el máximo nivel de desagregación obtenido. De la misma forma, para lograr que las bases para los años 2005, 2010 y 2015 sean comparables en su análisis, la información de estas dos últimas se consolidó, agregó y homogeneizó obteniendo información consolidada para cada unidad de análisis de la ciudad.

Así mismo, durante los capítulos subsiguientes y para efectos del análisis de la dinámica de posicionamiento y evolución económica de la ciudad en el período referido, así como de su interacción con el Sistema de transporte Público de acuerdo con lo definido en el presente documento, se hace uso de diferentes herramientas estadísticas, gráficas y de técnicas de análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) (Chasco Yrigoyen, 2003) por medio de diferentes instrumentos e índices incluidos en las tres categorías propuestas.

En este sentido, tal como lo sugieren Anselin (1995), Anselin, Bera, Florax y Yoon (1996) y Anselin (2013), para introducir la propuesta de modelos econométricos que se desarrolla en el siguiente capítulo, en este se plantean inicialmente de manera conjunta histogramas de frecuencia y diagramas de dispersión a fin de comprobar la existencia de coeficientes diferentes entre la variable dependiente y las explicativas en los modelos propuestos y donde se evalúa la pertinencia en la elección de una u otra metodología. Los resultados del análisis exploratorio hecho en este

capítulo son esenciales para la propuesta y elección de la técnica econométrica utilizada en esta investigación.

En este sentido, también se utilizaron de manera complementaria las herramientas provistas por el software asociado al Sistema de Información Geográfico y de georreferenciación ArcGis® del cual se aprovechará la parametrización de cada establecimiento por coordenadas geográficas y la agrupación de la parametrización por manzana y por UPZ de las organizaciones y del sistema Transmilenio contenidas en las bases obtenidas o diseñadas por el autor, las cuales fueron descritas anteriormente, además de los cálculos y la representación gráfica que este permite.

### **3.1. Densidad de empresas y empleo en Bogotá**

Para la presente investigación se utilizan diferentes propiedades destacadas en la literatura las cuales están relacionadas con el análisis de la distribución espacial de las organizaciones. Para la evaluación de estas propiedades se calculan diferentes índices que permiten la comparación de las características de la distribución económica de la ciudad a través del tiempo.

La elección de estos índices corresponden al comportamiento identificado en las diferentes variables elegidas en el presente estudio y que resultan en altos niveles de heterogeneidad espacial, donde la ausencia de continuidad o estabilidad en el espacio y en el tiempo de las mencionadas variables son una característica típica de la ciudad de Bogotá (Pachón, 1986; Pérez, 2006).

Estas propiedades corresponden a la distribución del posicionamiento geográfico de las empresas y del empleo, las cuales permiten analizar tanto el patrón de esta distribución como la intensidad de la misma (Diggle et al., 1976; Dixon, 2002; Ripley, 2005).

Estos resultados a su vez permitieron identificar los posibles centros o subcentros de negocios y de empleo localizados a lo largo de la ciudad, logrando de esta manera enmarcar a la propuesta dentro de la corriente que define, en este sentido, la existencia de diferentes centros (subcentros) de negocio localizados a lo largo de un territorio en el denominado policentrismo económico (Giuliano & Small, 1991; J. F. McDonald & P. J. Prather, 1994; D. McMillen & McDonald, 1997).

De esta forma se hace posible complementar la caracterización con la elección y uso de técnicas estadísticas refinadas y probadas empíricamente para la identificación de subcentros de empleo tal y como son las propuestas por Craig y Ng (2001), McMillen (2001a, 2003, 2004), D. McMillen y Lester (2003), Redfearn (2007), Jiang (2012), Craig et al. (2016) o Higgins y Kanaroglou (2016).

Todo ello para obtener el mapeo completo de la dinámica evolutiva de la ciudad entre el 2005 y el 2015 logrando de esta manera la suficiente información para contrastar los resultados de los modelos econométricos que se proponen.

Dentro de las características de los índices a evaluar como indicador de la densidad ( $\lambda$ ), o número esperado de elementos de la población estudiada por unidad de área, en el presente trabajo se analizan tanto la relación entre el número de empresas como del número de empleados por unidad de análisis (UPZ) en comparación con el total de empresas y de empleados de la muestra para cada año en la ciudad de Bogotá.

Esta evaluación hecha para los años 2005, 2010 y 2015 permite la identificación de la dinámica evolutiva empresarial en la ciudad, los fenómenos de densificación de la población de empleados en algunas zonas y del surgimiento o permanencia de centros de aglomeración económica.

Este indicador sirve como punto de partida para el planteamiento y el cálculo de otros indicadores que puntualizan en algunas propiedades geográficas y estadísticas de la evolución de la composición económica en la ciudad y se convierte también en insumo para los modelos econométricos que se proponen en el presente documento.

La representación de la relación entre pares o grupos de establecimientos (medida por ejemplo con la probabilidad de identificar una unidad en inmediaciones de otra), la representación del patrón de distribución observado (medido con la función de distribución acumulativa de Clark y Evans) o la representación gráfica de la agrupación de elementos en cada área como un mapa de densidad o “mapa de calor” (Jiménez, 1991), permitió en el presente estudio identificar la evolución que tuvo la ubicación geográfica de las empresas en Bogotá entre los años 2005, 2010 y 2015.

En el presente apartado se presentan dos categorías de esta densidad: La densidad de empresas por UPZ y la densidad de empleados por UPZ. Estas dos magnitudes representan el nivel

de concentración económico en cada unidad geográfica y permite la identificación de mayores o menores niveles de concentración en diferentes sectores, resultantes de la proximidad de estas UPZ.

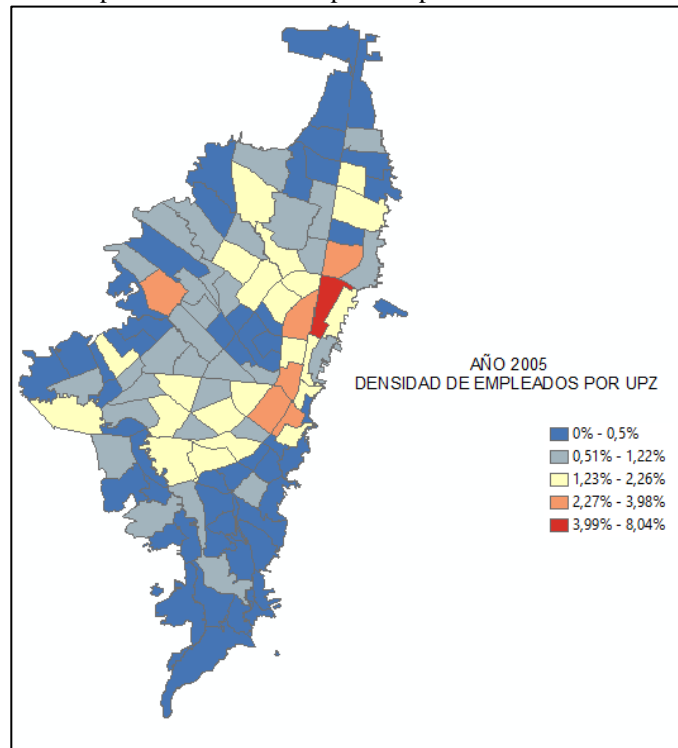
En las Tablas 1, 2 y 3 se presenta la participación porcentual de cada UPZ en el total de empresas y de empleados de la ciudad, tomados como objeto de estudio de esta investigación correspondientes a los períodos analizados. En los mapas 1 al 6 se muestran la representación gráfica de esta evaluación para cada UPZ en el plano de Bogotá, diferenciando por colores las diferentes agrupaciones propuestas en el cuadro de convenciones, bajo una metodología de análisis de la evolución de las empresas y sus empleados en el tiempo y su agrupación por superficies de núcleo o *kernel surfaces estimation method* (Bailey & Gatrell, 1995; Cuthbert & Anderson, 2002; Maoh et al., 2010) propuesta en mapas de densidad o “hot spots”. Esta información se presenta para los años 2005, 2010 y 2015.

Densidad de empresas y empleados discriminada por UPZ - Año 2005								
UPZ Empresas Empleados			UPZ Empresas Empleados			UPZ Empresas Empleados		
	%	%		%	%		%	%
<b>1</b>	0,016%	0,018%	<b>25</b>	0,466%	1,499%	<b>43</b>	1,280%	1,069%
<b>2</b>	0,010%	0,063%	<b>26</b>	2,375%	2,249%	<b>44</b>	1,357%	1,349%
<b>9</b>	0,762%	0,532%	<b>27</b>	0,612%	0,558%	<b>45</b>	1,970%	2,054%
<b>10</b>	0,121%	0,227%	<b>28</b>	2,433%	1,509%	<b>46</b>	1,231%	0,852%
<b>11</b>	0,564%	0,361%	<b>29</b>	1,685%	0,984%	<b>47</b>	1,511%	1,057%
<b>12</b>	0,689%	1,349%	<b>30</b>	2,009%	1,763%	<b>48</b>	1,558%	0,893%
<b>13</b>	1,306%	1,317%	<b>31</b>	0,957%	0,931%	<b>49</b>	0,396%	0,188%
<b>14</b>	0,692%	1,119%	<b>32</b>	0,773%	0,338%	<b>50</b>	1,131%	0,495%
<b>15</b>	0,218%	0,473%	<b>33</b>	0,588%	0,409%	<b>51</b>	0,703%	0,297%
<b>16</b>	1,207%	2,428%	<b>34</b>	1,181%	0,700%	<b>52</b>	0,177%	0,074%
<b>17</b>	0,442%	0,405%	<b>35</b>	0,449%	0,477%	<b>53</b>	0,667%	0,349%
<b>18</b>	0,349%	0,333%	<b>36</b>	0,555%	0,352%	<b>54</b>	0,733%	0,320%
<b>19</b>	1,150%	1,082%	<b>37</b>	0,894%	0,788%	<b>55</b>	0,746%	0,330%
<b>20</b>	0,456%	0,966%	<b>38</b>	2,299%	1,856%	<b>56</b>	0,368%	0,155%
<b>21</b>	0,757%	1,654%	<b>39</b>	1,906%	1,362%	<b>57</b>	1,890%	0,800%
<b>22</b>	1,331%	1,362%	<b>40</b>	1,331%	1,268%	<b>58</b>	1,083%	0,408%
<b>23</b>	0,102%	0,099%	<b>41</b>	0,911%	1,073%	<b>59</b>	0,654%	0,257%
<b>24</b>	0,875%	1,141%	<b>42</b>	2,151%	1,425%	<b>61</b>	0,049%	0,022%
UPZ Empresas Empleados			UPZ Empresas Empleados			UPZ Empresas Empleados		
	%	%		%	%		%	%
<b>62</b>	1,025%	0,641%	<b>82</b>	1,437%	1,585%	<b>100</b>	1,403%	1,736%
<b>65</b>	0,323%	0,174%	<b>83</b>	0,009%	0,006%	<b>101</b>	1,033%	2,493%
<b>66</b>	0,831%	0,444%	<b>84</b>	1,401%	0,629%	<b>102</b>	4,436%	3,970%
<b>67</b>	1,382%	0,752%	<b>85</b>	2,689%	1,418%	<b>103</b>	0,014%	0,010%
<b>68</b>	0,262%	0,122%	<b>86</b>	0,294%	0,130%	<b>104</b>	0,039%	0,115%
<b>69</b>	0,949%	0,891%	<b>87</b>	0,048%	0,023%	<b>105</b>	0,001%	0,000%
<b>70</b>	0,714%	0,326%	<b>88</b>	0,657%	1,885%	<b>106</b>	0,250%	0,442%
<b>71</b>	0,848%	0,481%	<b>89</b>	0,071%	0,048%	<b>107</b>	0,404%	0,929%
<b>72</b>	0,334%	0,235%	<b>90</b>	0,415%	0,518%	<b>108</b>	1,364%	2,090%
<b>73</b>	1,632%	0,986%	<b>91</b>	0,540%	1,865%	<b>109</b>	0,008%	0,026%
<b>74</b>	1,236%	0,780%	<b>92</b>	0,141%	0,129%	<b>110</b>	0,249%	0,322%
<b>75</b>	2,715%	2,664%	<b>93</b>	3,572%	3,162%	<b>111</b>	0,456%	1,218%
<b>76</b>	0,384%	0,622%	<b>94</b>	1,912%	1,556%	<b>112</b>	0,067%	0,554%
<b>77</b>	0,059%	0,054%	<b>95</b>	0,352%	0,206%	<b>113</b>	0,288%	0,524%
<b>78</b>	0,019%	0,010%	<b>96</b>	0,307%	0,135%	<b>114</b>	0,602%	1,023%
<b>79</b>	0,029%	0,018%	<b>97</b>	3,919%	8,017%	<b>115</b>	0,177%	0,663%
<b>80</b>	0,844%	0,521%	<b>98</b>	2,950%	3,793%	<b>116</b>	0,148%	0,757%
<b>81</b>	0,772%	0,403%	<b>99</b>	1,827%	2,178%	<b>117</b>	0,037%	0,282%

Tabla 1. Porcentajes de densidad de empresas y de empleados por UPZ – año 2005

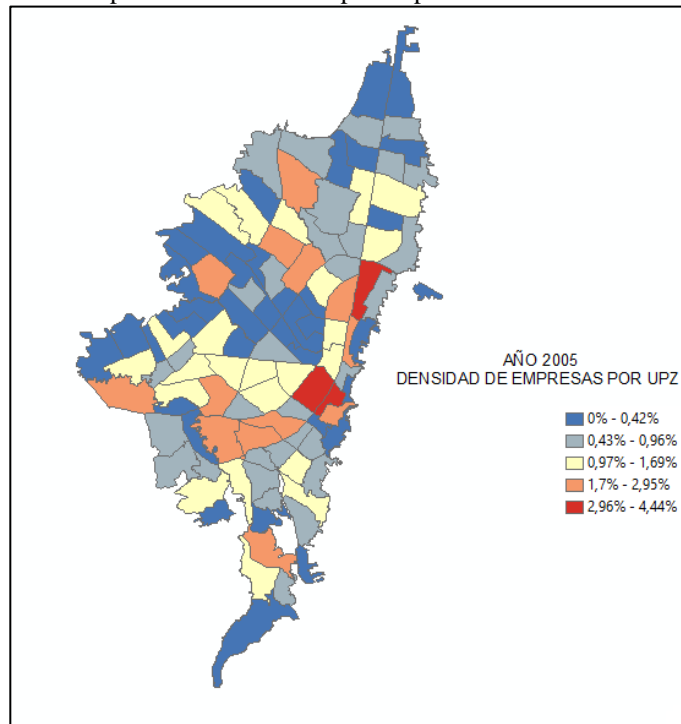
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 1. Densidad de empleados por UPZ – año 2005



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 2. Densidad de empresas por UPZ – año 2005



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

La situación de distribución geográfica económica identificada para el año 2005 presenta varias características a destacar:

- El promedio teórico de empresas y el promedio teórico de empleados en cada UPZ debería ser de 0,89%, si estas variables económicas de distribuyeran homogéneamente entre las mismas (100% de empresas y de empleados distribuidos en 112 UPZ).
- El 38,39% de las UPZ se encuentra por encima de este promedio teórico de empresas. Estas UPZ a su vez concentran a su vez el 74,10% de las empresas de la ciudad y el 69,34% de empleados, evidenciando la existencia de aglomeraciones en ciertos lugares de la ciudad.
- El 37,50% de las UPZ se encuentra por encima de este promedio teórico de empleados. Estas UPZ a su vez concentran a su vez el 66,52% de las empresas de la ciudad y el 76,34% de empleados, evidenciando la existencia de aglomeraciones en ciertos lugares de la ciudad.

Así mismo se destaca que al analizar de manera individual cada UPZ y comparar el porcentaje de empresas frente al porcentaje de empleados contenido en cada una de ellas, en el 61,60% de los casos existe una mayor concentración de empresas que de empleados. Es decir, puede identificarse un mayor número de UPZ cuya concentración de empresas es mayor que el de concentración de empleados.

Sin embargo, son algunas de las concentraciones de empleados por UPZ las que superan en mayor medida las de empresas, encontrándose diferencias hasta de 4,09% a favor de la participación de trabajadores.

Una mención especial merece el caso de la *UPZ 97 Chicó Lago* en la cual se identifican el 3,91% de la cantidad de empresas de la muestra y el 8,01% de trabajadores de la ciudad, lo que representa el rango más alto en la ciudad para ese año, si se evalúan de manera simultánea las concentraciones de empresas y de empleados. Estas cifras son concordantes con estudios anteriores hechos por autores tales como Pérez (2006), Dueñas et al. (2009), Álvarez (2013), Sandoval (2013) y Galeano Campo y Pérez Gándara (2014) que si bien no utilizan la misma metodología de este estudio e incluso presentan agregaciones geográficas distintas, sí refieren sectores como los de la Avenida Chile o Calle 72, la Calle 100 o la calle 93 las cuales están contenidas en esta UPZ, como

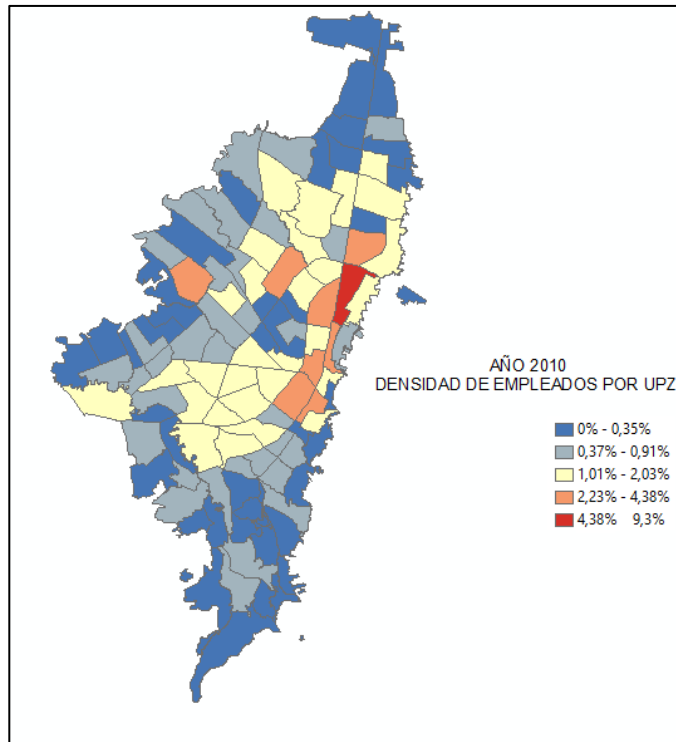
aquella que presenta los mayores índices de aglomeración económica, convirtiéndose en el segmento definido como centro de negocios y de empleo para el año 2005. Actualmente en este sector se encuentran centros comerciales tales como El Retiro, Atlantis y Andino, sumados al concurrido sector financiero de la calle 72.

Las aglomeraciones identificadas y la existencia de un posible centro de negocios y de empleo principal y algunos auxiliares (subcentros), concuerda con diferentes propuestas académicas que catalogan este fenómeno como policentrismo económico (Giuliano & Small, 1991; J. F. McDonald & P. J. Prather, 1994; D. McMillen & McDonald, 1997). En esta categoría pueden incluirse la *UPZ 93 Las Nieves*, la *UPZ 98 Los Alcázares* y la *UPZ 102 La Sabana* que registran concentraciones de 3,57%, 2,95% y 4.43% respectivamente para la densidad de empresas y de 3,16%, 3,79% y 3,97% respectivamente para la concentración de empleados.

Densidad de empresas y empleados discriminada por UPZ - Año 2010											
UPZ Empresas		Empleados		UPZ Empresas		Empleados		UPZ Empresas		Empleados	
	%	%		%		%		%		%	
1	0,027%	0,013%	25	0,462%	1,712%	43	1,317%	1,041%			
2	0,004%	0,000%	26	2,460%	2,513%	44	1,401%	1,643%			
9	0,788%	0,547%	27	0,626%	0,401%	45	1,869%	1,868%			
10	0,100%	0,123%	28	2,458%	1,294%	46	1,280%	0,755%			
11	0,588%	0,329%	29	1,371%	0,784%	47	1,551%	1,137%			
12	0,628%	1,393%	30	2,081%	1,840%	48	1,605%	0,887%			
13	1,053%	1,154%	31	0,998%	1,042%	49	0,406%	0,200%			
14	0,914%	1,519%	32	0,798%	0,346%	50	0,978%	0,432%			
15	0,175%	0,281%	33	0,605%	0,456%	51	0,685%	0,300%			
16	1,325%	2,709%	34	1,211%	0,748%	52	0,168%	0,067%			
17	0,452%	0,327%	35	0,465%	0,530%	53	0,682%	0,366%			
18	0,325%	0,342%	36	0,575%	0,376%	54	0,720%	0,295%			
19	1,200%	1,501%	37	0,901%	0,843%	55	0,771%	0,325%			
20	0,541%	0,773%	38	2,364%	2,027%	56	0,381%	0,154%			
21	0,782%	1,756%	39	1,903%	1,458%	57	1,964%	0,819%			
22	1,379%	1,292%	40	1,355%	1,243%	58	1,122%	0,396%			
23	0,130%	0,069%	41	0,939%	1,082%	59	0,682%	0,241%			
24	0,872%	1,117%	42	2,228%	1,455%	61	0,053%	0,023%			
UPZ Empresas		Empleados		UPZ Empresas		Empleados		UPZ Empresas		Empleados	
	%	%		%		%		%		%	
62	1,054%	0,613%	82	1,483%	0,750%	100	1,411%	1,553%			
65	0,330%	0,183%	83	0,009%	0,002%	101	1,000%	2,227%			
66	0,784%	0,419%	84	1,447%	0,644%	102	4,471%	4,384%			
67	1,419%	0,739%	85	2,595%	1,444%	103	0,014%	0,009%			
68	0,254%	0,105%	86	0,305%	0,139%	104	0,041%	0,124%			
69	0,692%	0,624%	87	0,046%	0,018%	105	0,001%	0,000%			
70	0,708%	0,311%	88	0,583%	1,655%	106	0,259%	0,447%			
71	0,910%	0,435%	89	0,000%	0,000%	107	0,394%	1,070%			
72	0,399%	0,282%	90	0,423%	0,470%	108	1,346%	2,025%			
73	1,688%	0,908%	91	0,461%	1,537%	109	0,013%	0,019%			
74	1,230%	0,630%	92	0,116%	0,072%	110	0,250%	0,444%			
75	2,669%	2,241%	93	3,700%	3,692%	111	0,376%	1,011%			
76	0,367%	0,537%	94	1,974%	1,548%	112	0,047%	0,450%			
77	0,064%	0,109%	95	0,365%	0,227%	113	0,305%	0,453%			
78	0,008%	0,008%	96	0,315%	0,153%	114	0,681%	1,276%			
79	0,030%	0,018%	97	3,606%	9,300%	115	0,187%	0,506%			
80	0,766%	0,369%	98	2,944%	3,796%	116	0,140%	0,585%			
81	0,799%	0,404%	99	1,764%	2,380%	117	0,038%	0,309%			

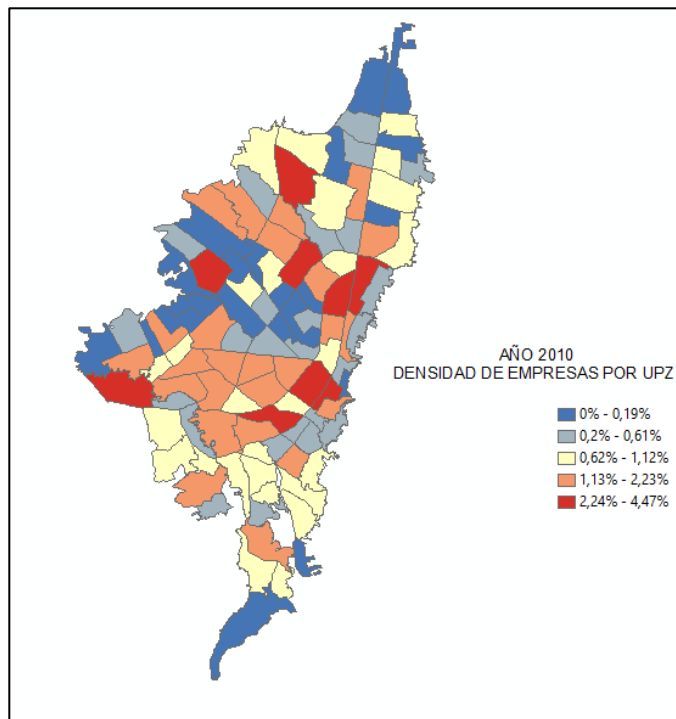
Tabla 2. Porcentajes de densidad de empresas y de empleados por UPZ – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 3. Densidad de empleados por UPZ – año 2010



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 4. Densidad de empresas por UPZ – año 2010



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

La situación de distribución geográfica económica identificada para el año 2010 presenta varias características a destacar:

- El promedio teórico de empresas y el promedio teórico de empleados en cada UPZ debería ser de 0,89%, si estas variables económicas de distribuyeran homogéneamente entre las mismas (100% de empresas y de empleados distribuidos en 112 UPZ).
- El 38,39% de las UPZ se encuentra por encima de este promedio teórico de empresas. Estas UPZ a su vez concentran a su vez el 74,99% de las empresas de la ciudad y el 71,70% de empleados, evidenciando la existencia de aglomeraciones en ciertos lugares de la ciudad.
- El 37,50% de las UPZ se encuentra por encima de este promedio teórico de empleados. Estas UPZ a su vez concentran a su vez el 63,20% de las empresas de la ciudad y el 75,84% de empleados, evidenciando la existencia de aglomeraciones en ciertos lugares de la ciudad.
- Por otro lado, las mismas UPZ que en el 2005 concentraban el 74,10% de empresas de la ciudad y el 69,34% de empleados, en el 2010 concentraban el 73,86% y el 71,62% respectivamente; estas son las mismas UPZ que en el 2010 concentraban el 74,99% de empresas de la ciudad y el 70,37% de empleados respectivamente.

Esta situación permite identificar diferentes situaciones en esta evolución: en primer lugar, en el transcurso de 5 años algunas UPZ salieron del grupo de análisis, equivalente a aquellas que superaban el promedio teórico de distribución de empresas o de empleados por UPZ, mientras que otras entraron al cumplir con esta condición;

en segundo lugar al comparar el porcentaje de empresas y de empleados en las mismas UPZ que cumplían estas condiciones en el 2005 con los porcentajes de empresas y de empleados en el 2010, se evidencia una disminución en el primer caso (dispersión de empresas) y un aumento en el segundo (densificación de empleados);

-Así mismo se destaca que al analizar de manera individual cada UPZ y comparar el porcentaje de empresas frente al porcentaje de empleados contenido en cada una de ellas, en el 58,92% de los casos existe una mayor concentración de empresas que de empleados. Es decir,

puede identificarse un mayor número de UPZ cuya concentración de empresas es mayor que el de concentración de empleados.

Sin embargo, son algunas de las concentraciones de empleados por UPZ las que superan en mayor medida las de empresas, encontrándose diferencias hasta de 5,69% en favor de la participación de trabajadores.

Una mención especial merece el caso de la *UPZ 97 Chicó Lago* y la *UPZ 102 La Sabana* que en forma conjunta contienen el 8,07% de la cantidad de empresas de la muestra y el 13,68% de trabajadores de la ciudad. Se trata de un hecho a resaltar dado que estas unidades representan el 1,85% de la ciudad (2 UPZ de 108 estudiadas). Estas cifras son concordantes con estudios anteriores hechos por autores tales como Pérez (2006), Dueñas et al. (2009), Álvarez (2013), Sandoval (2013) y Galeano Campo y Pérez Gándara (2014), que si bien no utilizan la misma metodología de este estudio e incluso presentan agregaciones geográficas distintas, sí refieren sectores como los de la Avenida Chile o Calle 72, la Calle 100, la calle 93, la Avenida calle 6, la calle 13, la carrera 30 y la carrera 14 o Avenida Caracas, las cuales están contenidas en estas UPZ, como aquella que presenta los mayores índices de aglomeración económica, convirtiéndose en el segmento definido como subcentro de negocios y de empleo para el año 2005. Actualmente en este sector se encuentran centros comerciales tales como El Retiro, Atlantis y Andino, sumados al concurrido sector financiero de la calle 72, la Estanzuela y el comercio asociado al sector de “San Andresito”.

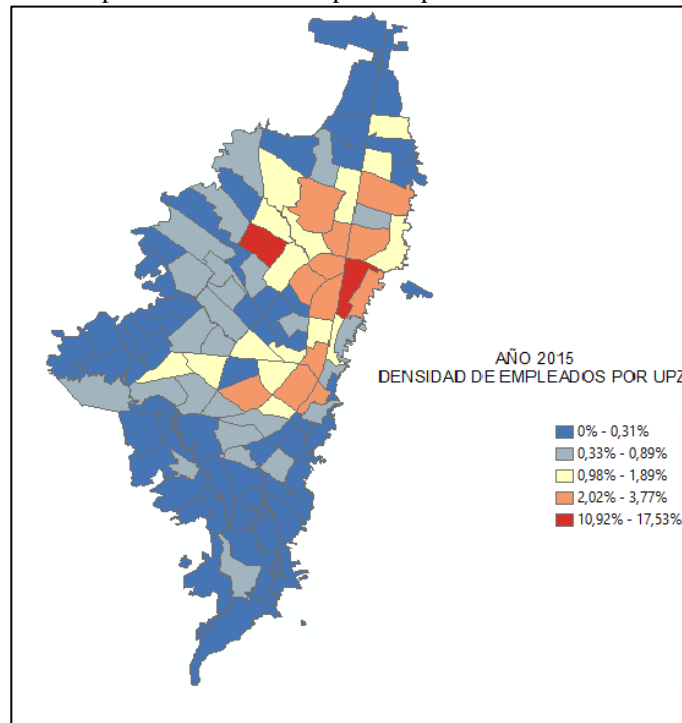
Las aglomeraciones identificadas y la existencia de un posible subcentro de negocios y de empleo principal y algunos auxiliares (subcentros), concuerda también como lo catalogado como policentrismo económico (Giuliano & Small, 1991; J. F. McDonald & P. J. Prather, 1994; D. McMillen & McDonald, 1997). En esta categoría pueden incluirse también la *UPZ 26 Las Ferias*, la *UPZ 38 Restrepo*, la *UPZ 75 Fontibón*, la *UPZ 93 Las Nieves* y la *UPZ 98 Los Alcázares* que registran concentraciones de 2,46%, 2,36%, 2,66%, 3,70% y 2,94%, respectivamente, para la densidad de empresas y de 2,51%, 2,02%, 2,24%, 3,69% y 3,79%, respectivamente, para la concentración de empleados.

Densidad de empresas y empleados discriminada por UPZ - Año 2015								
UPZ Empresas Empleados			UPZ Empresas Empleados			UPZ Empresas Empleados		
	%	%		%	%		%	%
1	0,020%	0,007%	25	1,856%	1,892%	43	1,179%	0,300%
2	0,011%	0,003%	26	2,197%	1,264%	44	0,969%	1,201%
9	0,583%	1,111%	27	1,160%	0,308%	45	1,122%	0,495%
10	0,247%	0,025%	28	2,080%	1,236%	46	1,075%	0,583%
11	0,517%	0,189%	29	1,183%	1,258%	47	0,489%	1,079%
12	1,283%	1,283%	30	1,629%	17,527%	48	0,479%	0,519%
13	3,814%	2,180%	31	1,519%	0,840%	49	0,222%	0,070%
14	2,157%	1,797%	32	0,236%	0,041%	50	0,212%	0,038%
15	0,868%	0,541%	33	0,538%	0,156%	51	0,154%	0,027%
16	5,097%	3,774%	34	0,543%	0,493%	52	0,100%	0,137%
17	0,683%	0,186%	35	0,221%	0,027%	53	0,166%	0,332%
18	0,830%	0,162%	36	0,291%	0,168%	54	0,171%	0,055%
19	2,243%	1,152%	37	0,667%	1,176%	55	0,106%	0,020%
20	2,354%	2,195%	38	0,979%	0,333%	56	0,115%	0,014%
21	1,532%	2,016%	39	0,890%	0,434%	57	0,400%	0,302%
22	1,663%	2,060%	40	1,387%	3,226%	58	0,342%	0,514%
23	0,663%	0,418%	41	0,606%	0,487%	59	0,082%	0,027%
24	2,716%	2,421%	42	0,781%	0,194%	61	0,010%	0,002%
UPZ Empresas Empleados			UPZ Empresas Empleados			UPZ Empresas Empleados		
	%	%		%	%		%	%
62	0,258%	0,101%	82	0,268%	0,064%	100	1,938%	0,976%
65	0,182%	0,048%	83	0,004%	0,001%	101	1,663%	2,200%
66	0,350%	0,685%	84	0,330%	0,133%	102	2,870%	2,554%
67	0,362%	0,134%	85	0,553%	0,626%	103	0,022%	0,003%
68	0,088%	0,020%	86	0,101%	0,037%	104	0,132%	0,093%
69	0,409%	0,247%	87	0,010%	0,002%	105	0,023%	0,081%
70	0,228%	0,067%	88	2,659%	2,429%	106	0,994%	0,377%
71	1,088%	0,816%	89	0,038%	0,009%	107	0,862%	1,016%
72	0,789%	0,132%	90	1,210%	0,657%	108	1,299%	1,297%
73	1,289%	0,424%	91	0,808%	0,719%	109	0,154%	0,026%
74	0,577%	0,158%	92	0,160%	0,063%	110	0,301%	0,053%
75	1,299%	0,789%	93	3,029%	3,639%	111	0,855%	1,660%
76	0,233%	0,213%	94	0,946%	0,643%	112	0,647%	0,886%
77	0,054%	0,033%	95	0,128%	0,026%	113	0,330%	0,449%
78	0,017%	0,009%	96	0,100%	0,027%	114	0,988%	0,438%
79	0,006%	0,001%	97	9,917%	10,916%	115	0,288%	0,434%
80	0,147%	0,036%	98	3,626%	3,298%	116	0,129%	0,154%
81	0,138%	0,029%	99	1,654%	1,251%	117	0,016%	0,528%

Tabla 3. Porcentajes de densidad de empresas y de empleados por UPZ – año 2015

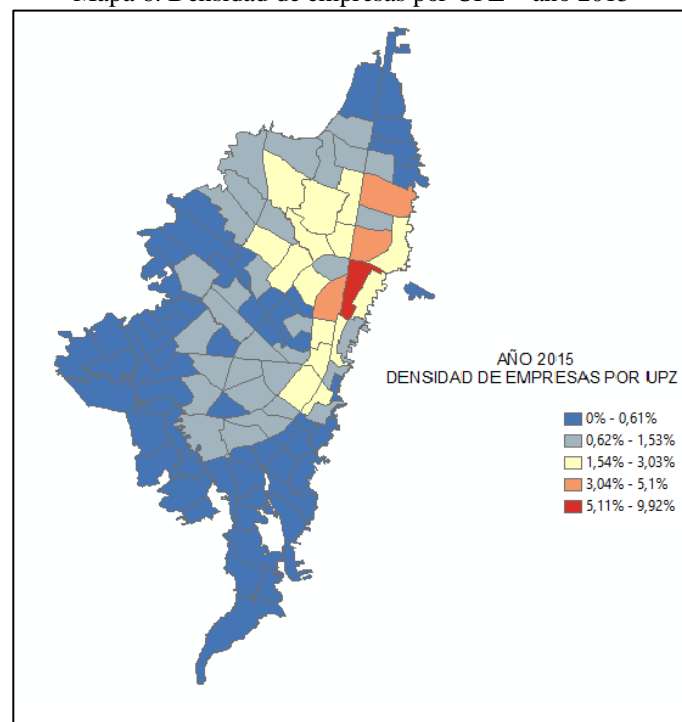
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 5. Densidad de empleados por UPZ – año 2015



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 6. Densidad de empresas por UPZ – año 2015



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

La situación de distribución geográfica económica identificada para el año 2015 presenta varias características a destacar:

- El promedio teórico de empresas y el promedio teórico de empleados en cada UPZ debería ser de 0,89%, si estas variables económicas de distribuyeran homogéneamente entre las mismas (100% de empresas y de empleados distribuidos en 112 UPZ).
- El 32,14% de las UPZ se encuentra por encima de este promedio teórico de empresas. Estas UPZ a su vez concentran a su vez el 74,06% de las empresas de la ciudad y el 78,87% de empleados, evidenciando la existencia de aglomeraciones en ciertos lugares de la ciudad.
- El 26,78% de las UPZ se encuentra por encima de este promedio teórico de empleados. Estas UPZ a su vez concentran a su vez el 66,27% de las empresas de la ciudad y el 81,08% de empleados, evidenciando la existencia de aglomeraciones en ciertos lugares de la ciudad.
- Por otro lado, las mismas UPZ que en el 2005 concentraban el 74,10% de empresas de la ciudad y el 69,34% de empleados, en el 2015 concentraban el 65,22% y el 71,62% respectivamente; las mismas UPZ son las que en el 2010 concentraban el 74,99% de empresas de la ciudad y el 71,70% de empleados y que en el 2015 concentraban el 68,06% y el 73,99% respectivamente.

Esta situación permite identificar diferentes situaciones en esta evolución: en primer lugar, en el transcurso de 5 y 10 años respectivamente algunas UPZ salieron del grupo de análisis equivalente a aquellas que superaban el promedio teórico de distribución de empresas o de empleados por UPZ, mientras que otras entraron al cumplir con esta condición;

en segundo lugar, al comparar el porcentaje de empresas y de empleados en las mismas UPZ que cumplían estas condiciones en el 2005 y en el 2010, con los porcentajes de empresas y de empleados en el 2015, se evidencia una disminución en el primer caso (dispersión de empresas) y un aumento en el segundo (densificación de empleados).

así mismo, en tercer lugar, se destaca que al analizar de manera individual cada UPZ y comparar el porcentaje de empresas frente al porcentaje de empleados contenido en cada una de ellas, en el 72,32% de los casos existe una mayor concentración de empresas que de empleados. Es decir, puede identificarse un mayor número de UPZ cuya concentración de empresas es mayor que el de concentración de empleados.

Sin embargo, son algunas de las concentraciones de empleados por UPZ las que superan en mayor medida las de empresas, encontrándose diferencias hasta de 15,89% en favor de la participación de trabajadores.

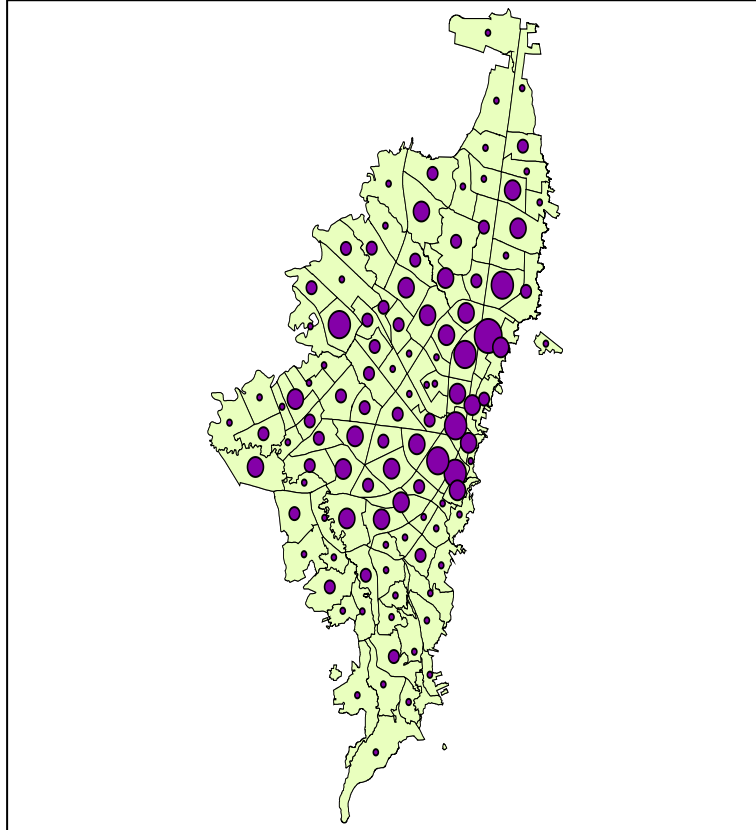
Una mención especial merece el caso de la *UPZ 16 Santa Bárbara*, el de la *UPZ 30 Boyacá Real* y el de la *UPZ 97 Chicó Lago* que en forma conjunta contienen el 16,64% de la cantidad de empresas de la muestra y el 32,21% de trabajadores de la ciudad. Se trata de un hecho a resaltar dado que estas unidades representan el 2,78% de la ciudad (3 UPZ de 108 estudiadas). Estas cifras son concordantes con estudios anteriores hechos por autores tales como Pérez (2006), Dueñas et al. (2009), Álvarez (2013), Sandoval (2013) y Galeano Campo y Pérez Gándara (2014) que, si bien no utilizan la misma metodología de este estudio e incluso presentan agregaciones geográficas distintas, sí refieren sectores como los de la Calle 127, la Calle 100, la Carrera 9, la Autopista Norte, la Avenida Boyacá, la Avenida Ciudad de Cali, la Avenida Calle 80, la Avenida El Salitre, la Avenida Chile o Calle 72, la Calle 100 y la calle 93, las cuales están contenidas en estas UPZ, como aquella que presenta los mayores índices de aglomeración económica, convirtiéndose en el segmento definido como centro de negocio para el año 2005. Actualmente en este sector se encuentran centros comerciales tales como Hacienda Santa Bárbara, El Retiro, Atlantis y Andino, sumados al sector comercial de Las Ferias y al concurrido sector financiero de la calle 72.

Las aglomeraciones identificadas y la existencia de un posible centro de negocios principal y algunos auxiliares (subcentros), corresponde al fenómeno ya mencionado previamente como policentrismo económico (Giuliano & Small, 1991; J. F. McDonald & P. J. Prather, 1994; D. McMillen & McDonald, 1997). En esta categoría pueden incluirse también la *UPZ 13 Los Cedros*, la *UPZ 20 la Alhambra*, la *UPZ 24 Niza*, la *UPZ 88 El Refugio*, la *UPZ 93 Las Nieves*, la *UPZ 98 Los Alcázares* y la *UPZ 102 La Sabana* que registran concentraciones de 3, 81%, 2,35%, 2,71%, 2,65%, 3,02%, 3,62% y de 2,87% respectivamente, para la densidad de empresas y de 2,18%, 3,77%, 2,19%, 2,42%, 2,43%, 3,63%, 3,29% y 2,55% respectivamente, para la concentración de empleados.

De manera complementaria a los análisis presentados, que evidencian la evolución de la densidad de empresas y empleo para los períodos de estudio a detalle por cada UPZ, a continuación se proponen los mapas 8 al 21 donde se ha querido representar la densidad de empresas en cada UPZ diferenciadas por las clases económicas General, Comercio, Industria, Servicios y Otras

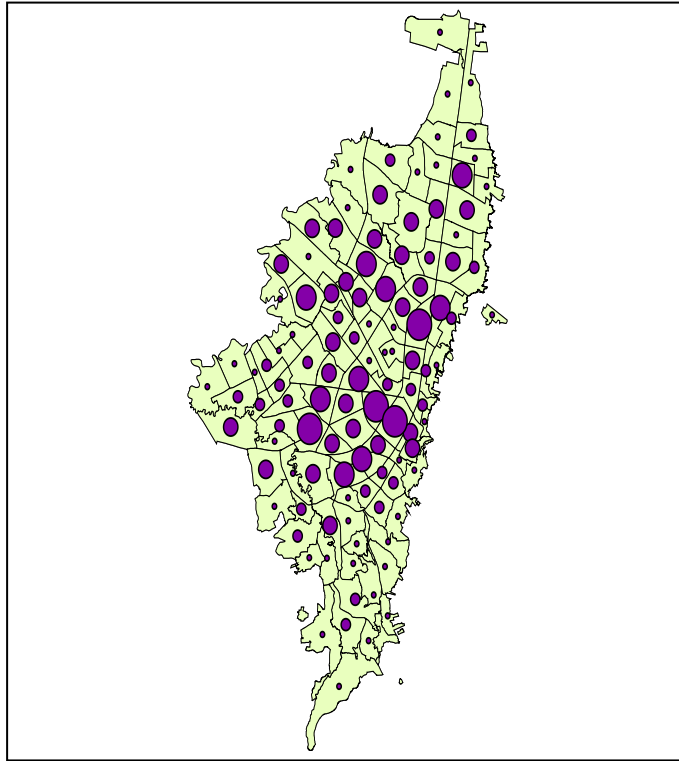
Actividades por medio del tamaño de símbolos, que representan la participación relativa de cada unidad geográfica en el total de la ciudad asociada tamaño de los mismos. Esta presentación se hace también diferenciando la información para los años 2005, 2010 y 2015 donde cada período se presenta con un color diferente.

Mapa 7. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica General– año 2005



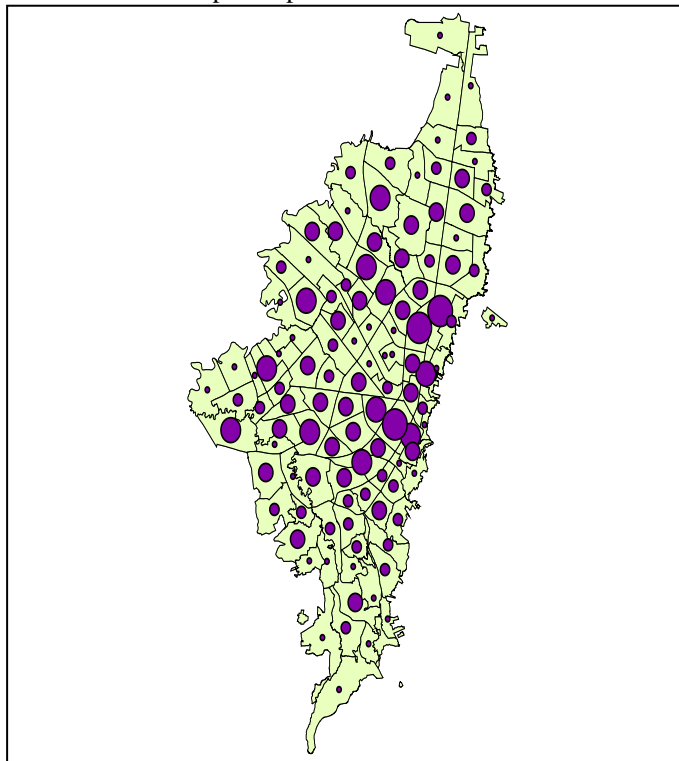
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 8. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Industria- año 2005



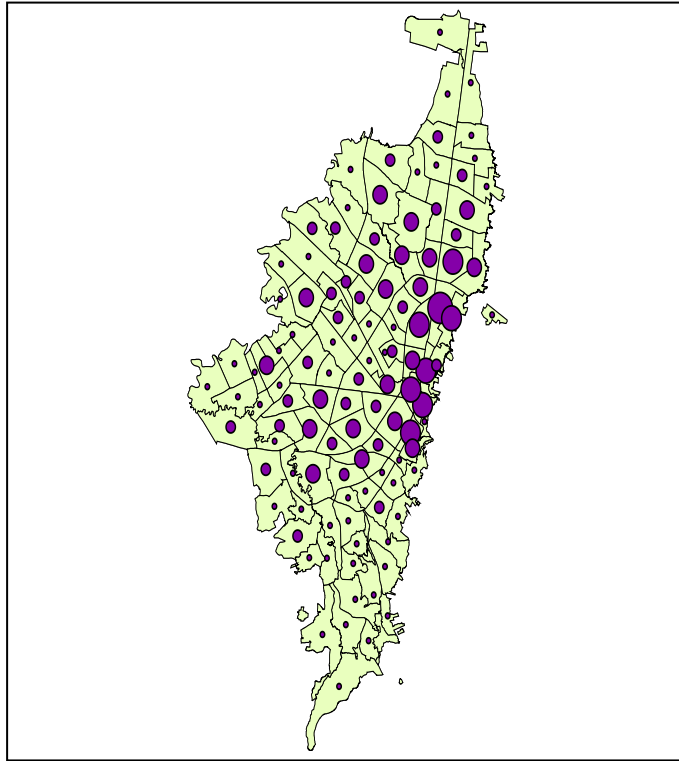
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 9. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Comercio- año 2005



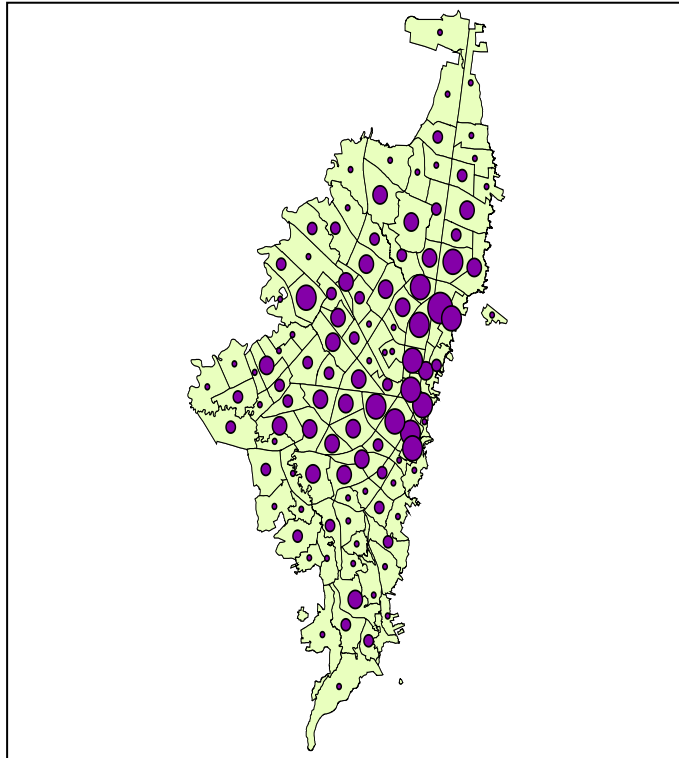
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 10. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Servicios– año 2005



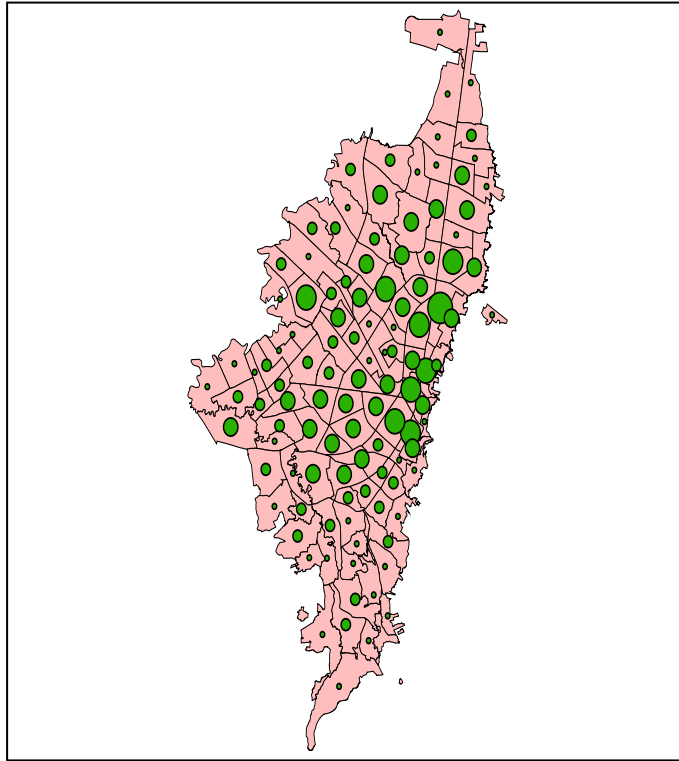
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 11. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Otras– año 2005



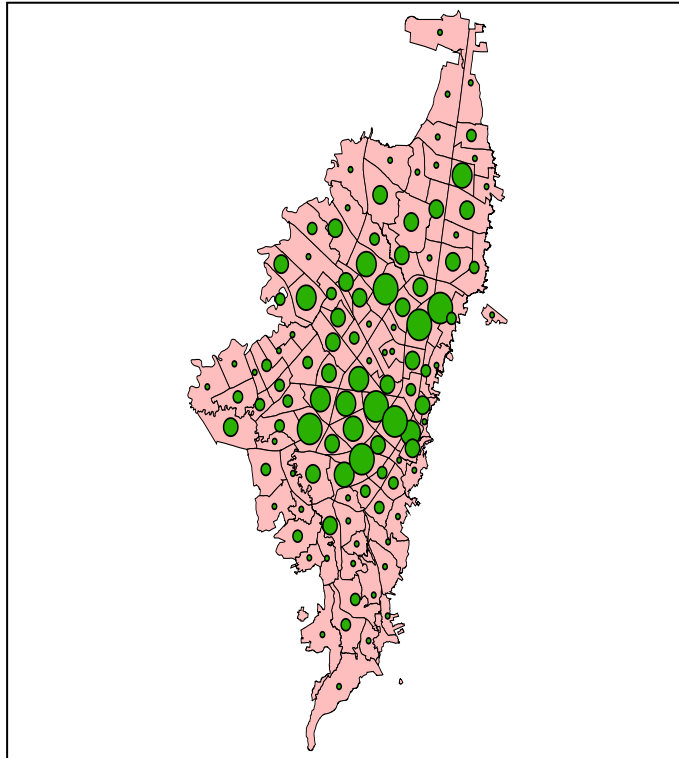
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 12. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica General– año 2010



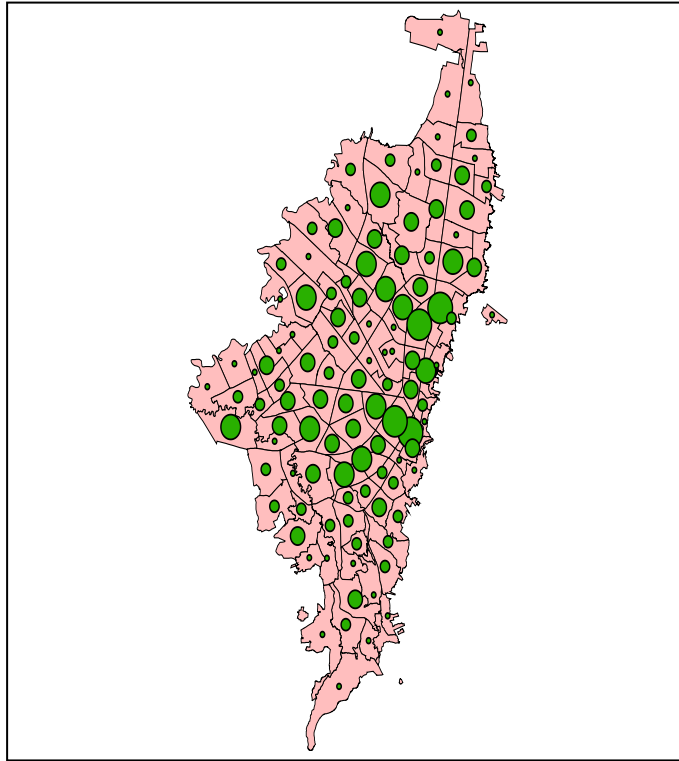
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 13. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Industria– año 2010



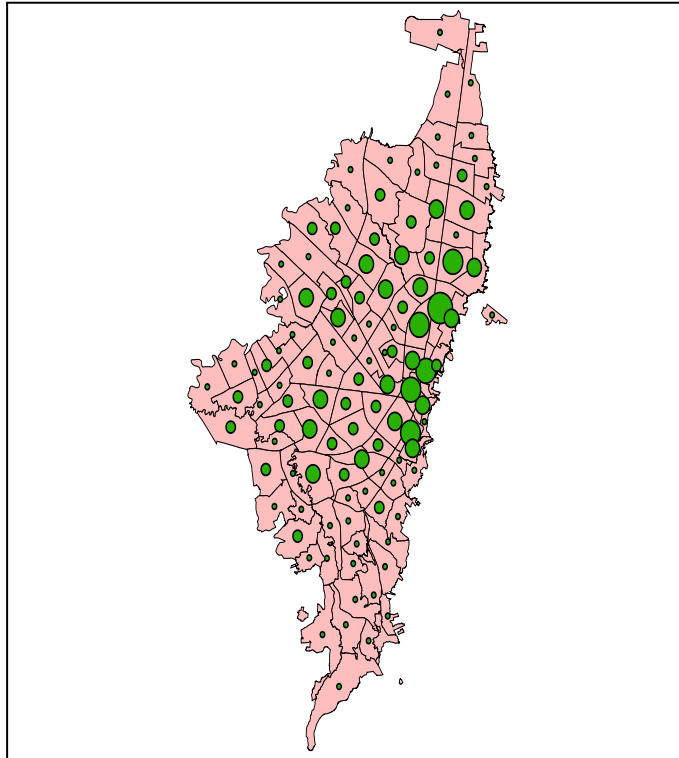
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 14. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Comercio– año 2010



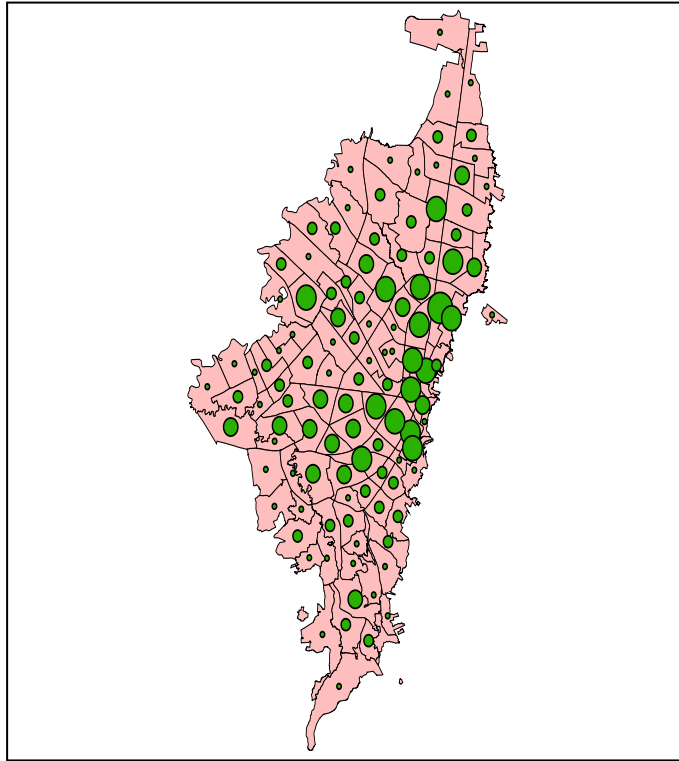
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 15. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Servicios– año 2010



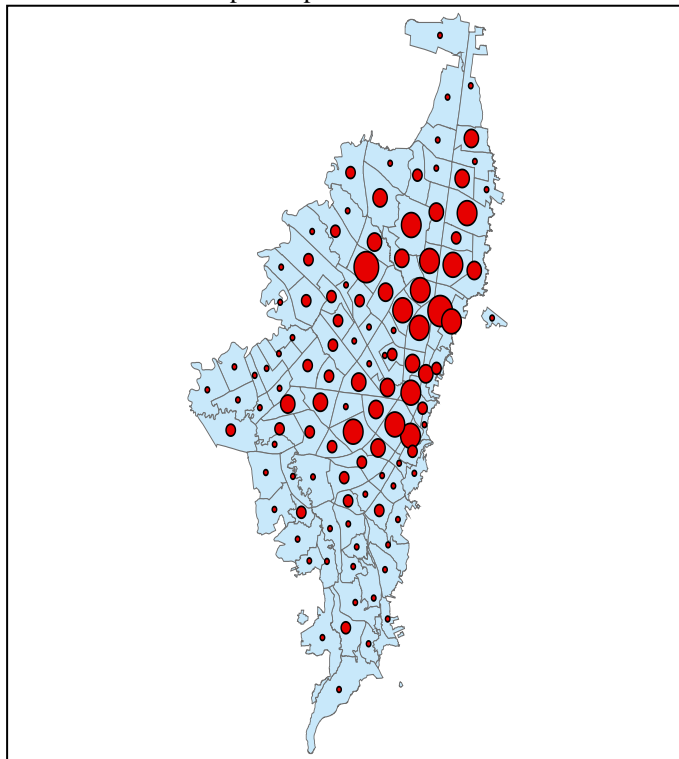
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 16. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Otras– año 2010



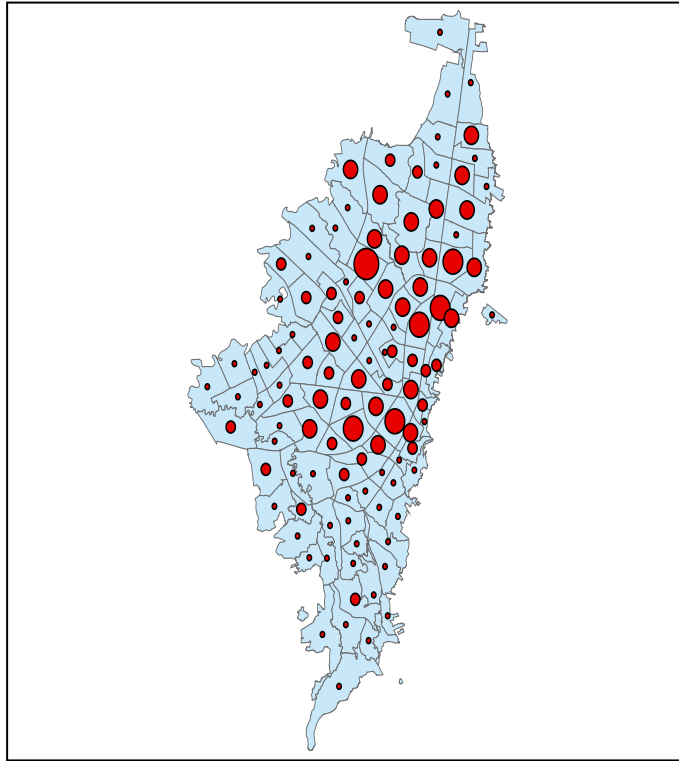
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 17. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica General– año 2015



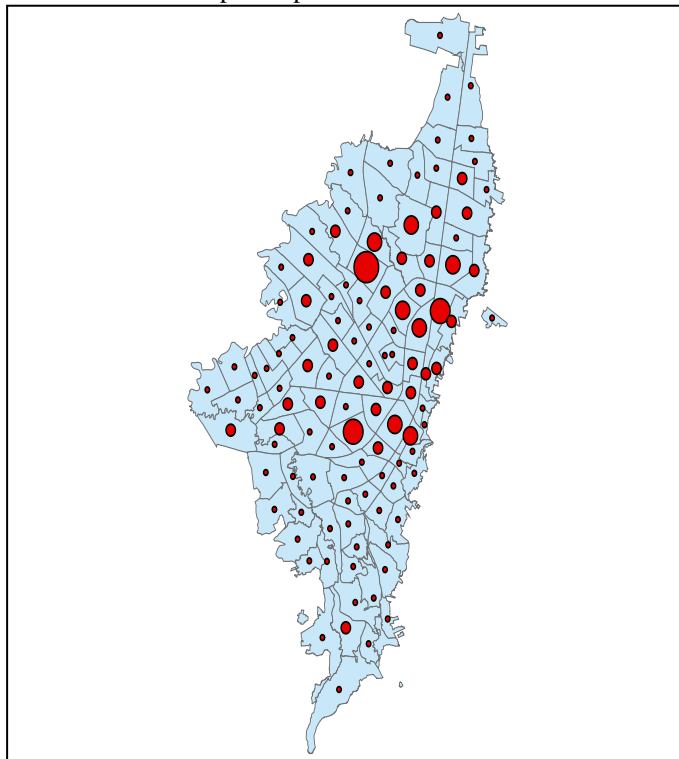
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 18. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Industria– año 2015



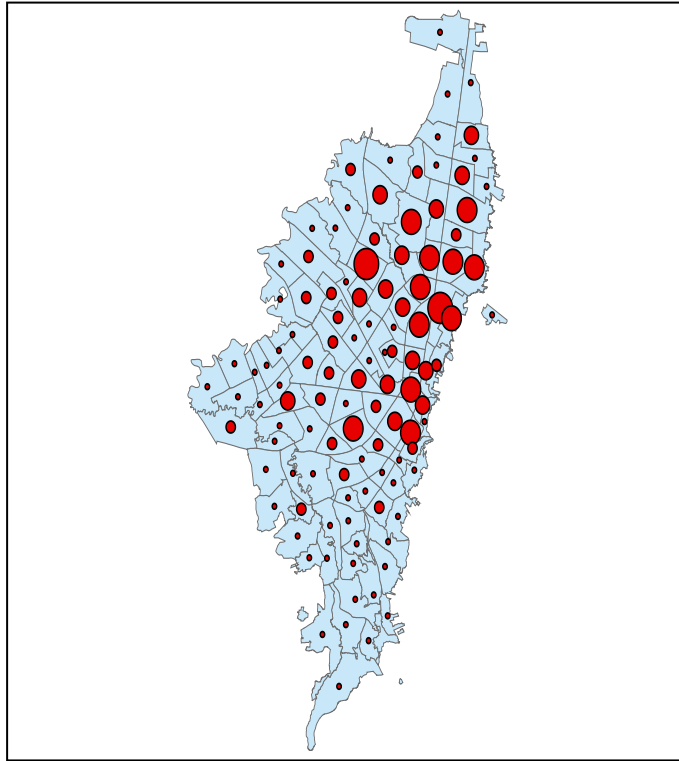
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 19. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Comercio– año 2015



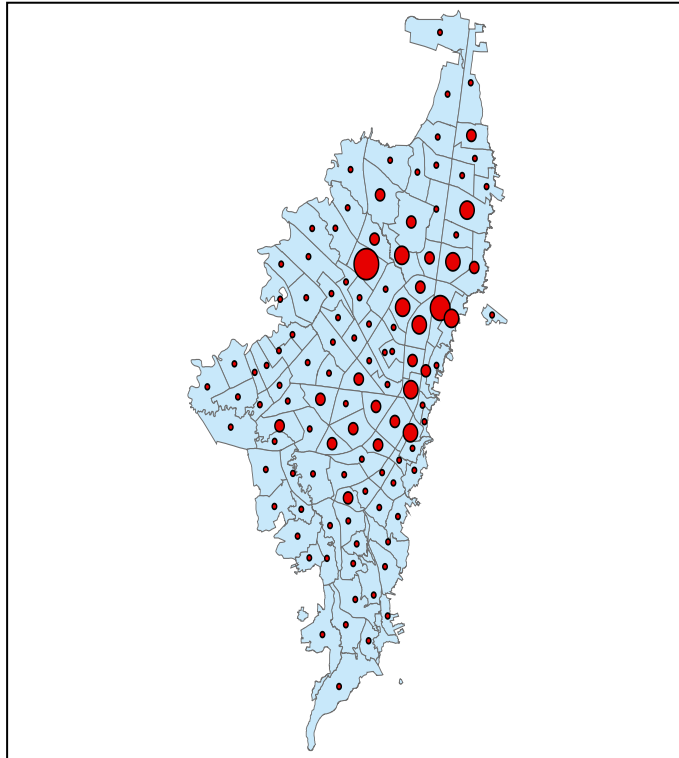
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 20. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Servicios– año 2015



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 21. Densidad de empresas por UPZ Actividad económica Otras– año 2015



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

### 3.2. Influencia de las estaciones de Transmilenio

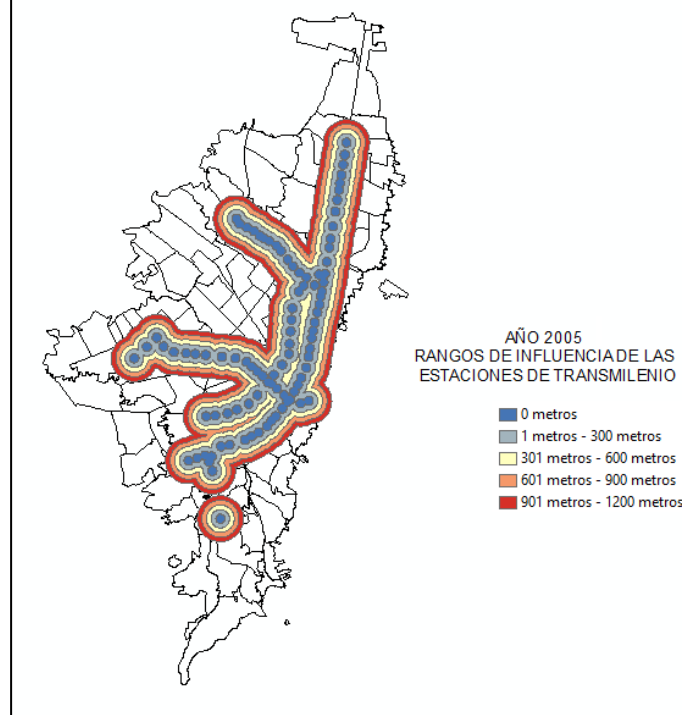
Otra de las variables principales elegidas para su análisis, para la evaluación de la interacción con las demás variables seleccionadas, tiene que ver con el aumento en la cobertura de Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones en el período comprendido entre el 2005 hasta el 2015, resaltando que se ha incluido en esta investigación información del año 2010.

El análisis gráfico espacial presentado en este capítulo, permite de igual manera analizar el aumento de la cobertura o radio de acción del sistema Transmilenio asociado a la operación de las estaciones habilitadas en el 2005 y a la apertura de nuevas estaciones. Este análisis permite no solo caracterizar una de las variables incluidas en el objetivo principal del estudio sino también entender tanto la interacción entre este aumento de cobertura asociado a la apertura y entrada en operación de nuevas estaciones con la evolución de la densidad de la presencia de empresas en diferentes sectores de la ciudad.

Para ello se utiliza la metodología de representación de zonas de influencia por anillos múltiples (*ring buffer*), la cual crea varias áreas de influencia calculadas a distancias especificadas desde las entidades de análisis, en este caso las estaciones de Transmilenio.

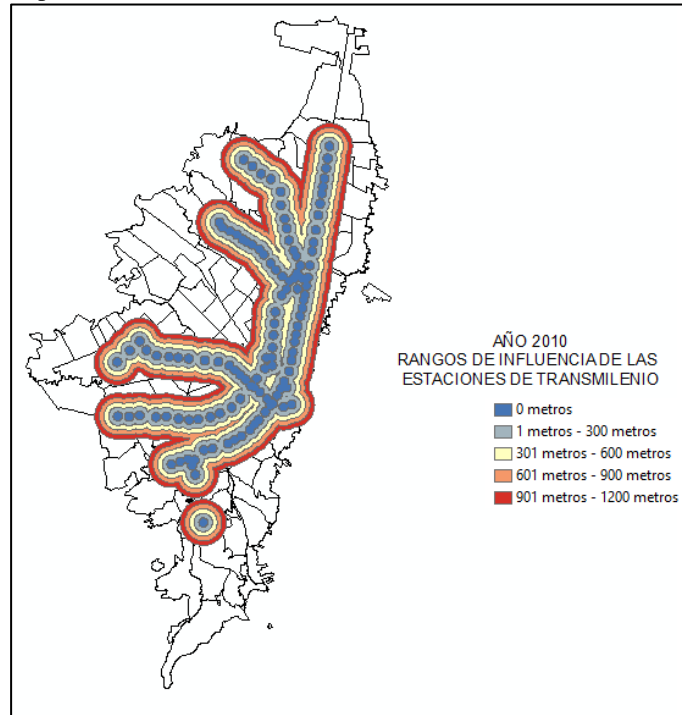
Por esa razón la representación presentada en los mapas 22, 23 y 24 muestran la ubicación de las estaciones de Transmilenio en operación para los años 2005, 2010 y 2015 y proyecta áreas de influencia hasta 300 metros, 600 metros, 900 metros y 1.200 metros. Esta proyección permite analizar la cobertura teórica de las estaciones y su cercanía con las empresas. Es posible identificar estudios académicos adelantados al respecto tanto para temas de transporte público como para estudios de valorización inmobiliaria asociada a la cercanía a las vías y estaciones de transporte, para analizar la actividad empresarial en cercanías de las estaciones de transporte o para la interacción entre el transporte y el uso de la tierra utilizan diferentes medidas para este tipo de análisis con valores que fluctúan entre los 100 metros, 300 metros, 500 metros, 800 metros (1/2 milla), 5.000 metros y los 15.000 metros encontrándose diferentes radios intermedios o incluso superiores a estos ejemplos, encontrándose también los que utilizan como valor mínimo los cero metros o coincidencia exacta con el lugar estudiado (Keijer & Rietveld, 2000; Kilpatrick, Throupe, Carruthers, & Krause, 2007; Lu & Fu, 2012; Martínez & Viegas, 2009).

Mapa 22. Influencia de las estaciones de Transmilenio– año 2005



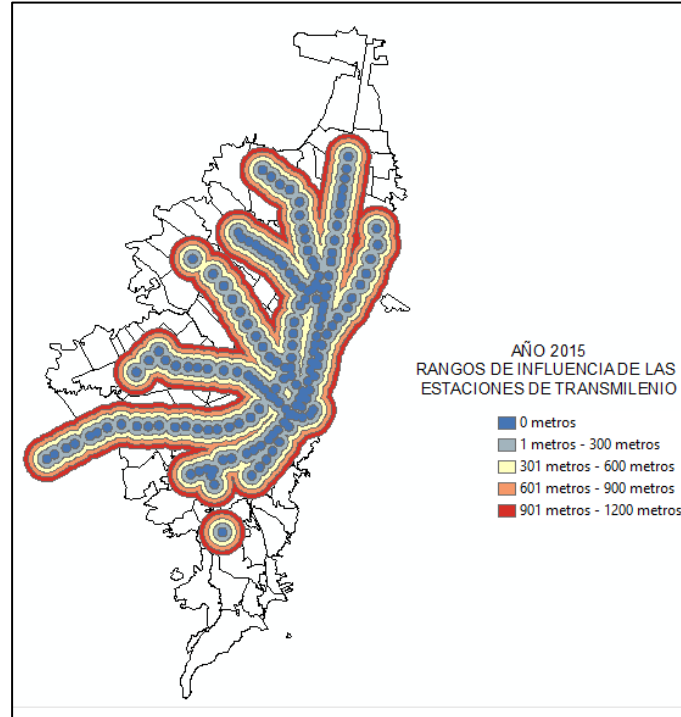
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 23. Influencia de las estaciones de Transmilenio– año 2010



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 24. Influencia de las estaciones de Transmilenio– año 2015



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Como complemento a la caracterización del aumento de la presencia de estaciones propuesta en esta sección, al aumento de la cobertura y área de influencia asociada y de la caracterización de los cambios en la composición y en la densidad de empresas en cada unidad geográfica discriminados por actividad económica, a continuación, se muestra la representación conjunta de la densidad empresarial y la representación proporcional del volumen diario de pasajeros atendidos en el sistema Transmilenio.

En el presente apartado, de manera complementaria al análisis de las áreas de cobertura e influencia de las estaciones del Sistema, se presenta la proporción de pasajeros que acceden al Sistema Transmilenio para cada año analizado en esta investigación en la ciudad de Bogotá.

Esta información tiene como fuente la Subgerencia Técnica y de Servicios de Transmilenio S.A. y corresponde a la demanda diaria en cada una de las estaciones en operación en los años de la muestra, medida en un día típico comprendido entre el lunes y el viernes durante el total de la operación. Corresponde a una muestra utilizada para alimentar las bases de datos de proyecciones

del sistema y calcular de esta forma la demanda promedio a atender, razón por la cual se adelanta durante toda la jornada en un día típico de la semana, correspondiente a un mes promedio.

Esta evaluación hecha para los años 2005, 2010 y 2015 permite la identificación de la evolución del Sistema, la cual responde a los cambios en la demanda e ingreso al sistema asociada a la dinámica cambiante de los patrones de movilidad de los ciudadanos, al incremento poblacional de la ciudad, a la apertura e inicio de operación de nuevas estaciones, a la misma evolución empresarial de la ciudad que ya se ha reseñado anteriormente, a la proyección y puesta en marcha de nuevas rutas y al aumento de la flota de buses del sistema, entre otras.

Este indicador sirve como punto de partida para el planteamiento y el cálculo de otros indicadores que puntualizan en algunas propiedades geográficas y estadísticas de la evolución de la composición económica en la ciudad y del fenómeno de flujos de ciudadanos, convirtiéndose también en insumo para los modelos econométricos que se proponen en el presente documento.

La representación gráfica de la concentración de elementos en cada área analizada como un mapa de densidad o “mapa de calor” (Jiménez, 1991), permitió en el presente estudio identificar los cambios presentados en el mapa de la demanda del Sistema en Bogotá entre los años 2005, 2010 y 2015.

En el presente apartado se presentan dos categorías de esta representación de estos flujos:

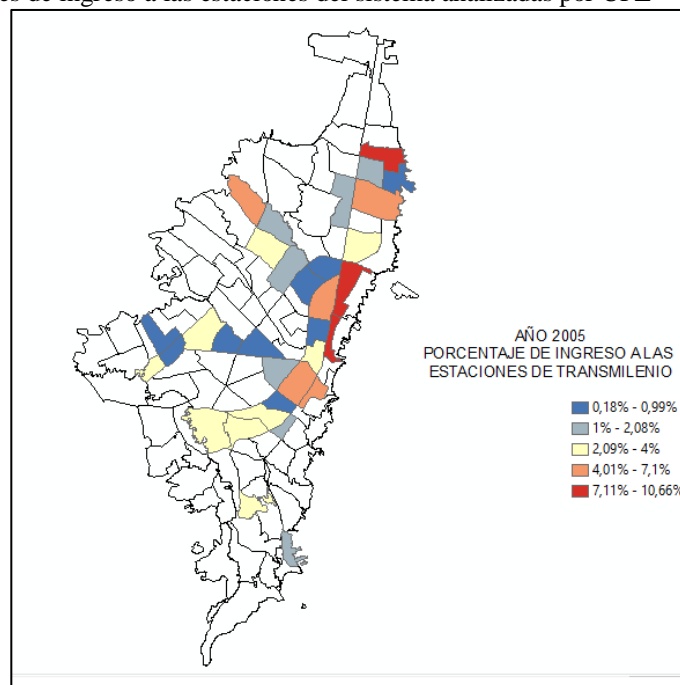
En los mapas 25, 26 y 27 se muestran la representación gráfica de cada UPZ en el plano general de Bogotá, diferenciando por colores las diferentes agrupaciones propuestas en el cuadro de convenciones correspondientes a las categorías de densidades para este fenómeno. Este análisis se adelanta siguiendo la metodología de agrupación por superficies de núcleo o *kernel surfaces estimation method* (Bailey & Gatrell, 1995; Cuthbert & Anderson, 2002; Maoh et al., 2010) haciendo uso de mapas de densidad o “hot spots”. Las categorías de densidad corresponden a las mismas de apartados anteriores, por lo cual no se presentan las convenciones.

En los mapas 28, 29 y 30 se ha querido comparar la densidad de empresas por UPZ y cuyo detalle se presentó anteriormente, en contraposición con la densidad de los flujos de pasajeros por estación y por UPZ que se acaba de explicar. Esto se logra mediante la combinación de mapas de calor para las densidades de empresas y la inclusión de “símbolos graduados proporcionalmente” que en este caso están representados por círculos de color negro. La participación de cada unidad

geográfica en este flujo se diferencia por el tamaño del círculo incluido en ella. Así, al comparar el tamaño o radio de cada círculo con los otros presentados en el mapa puede identificarse fácilmente su medida.

Para el año 2005 presentado en el mapa 25, las UPZ que presentaron mayores niveles de ingreso de pasajeros a las estaciones contenidas en ellas fueron la *UPZ 10 La Uribe* (7,61%) y la *UPZ 97 Chicó Lago* (8,45%). Esta mayor densidad se representa en rojo en el mapa.

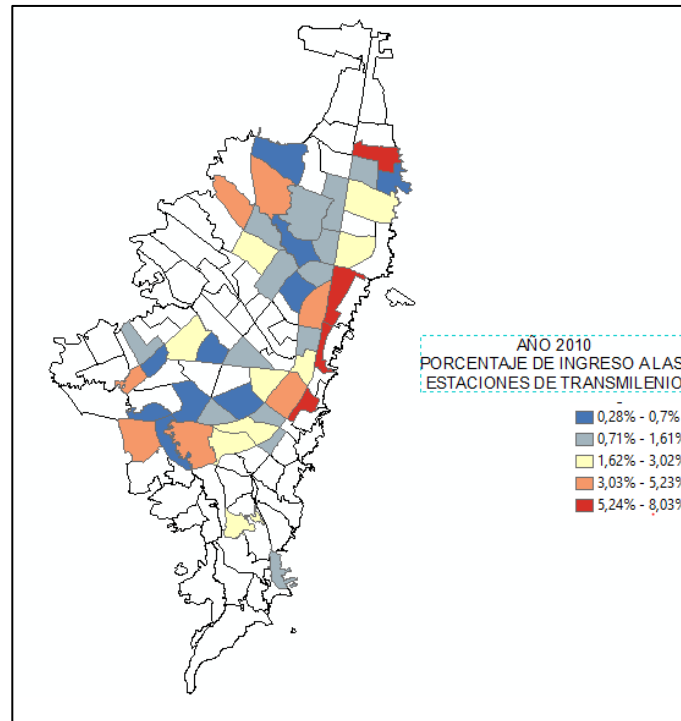
Mapa 25. Niveles de ingreso a las estaciones del sistema analizadas por UPZ – año 2005



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Para el año 2010 presentado en el mapa 26, las UPZ que presentaron mayores niveles de ingreso de pasajeros a las estaciones contenidas en ellas fueron la *UPZ 10 La Uribe* (6,86%), la *UPZ 93 Las Nieves* (6,13) y la *UPZ 97 Chicó Lago* (7,22%).

Mapa 26. Niveles de ingreso a las estaciones del sistema analizadas por UPZ – año 2010



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Para el año 2015 presentado en el mapa 27, las UPZ que presentaron mayores niveles de ingreso de pasajeros a las estaciones contenidas en ellas fueron la *UPZ 10 La Uribe* (5,75%), la *UPZ 93 Las Nieves* (7,78%) y la *UPZ 97 Chicó Lago* (6,74%).

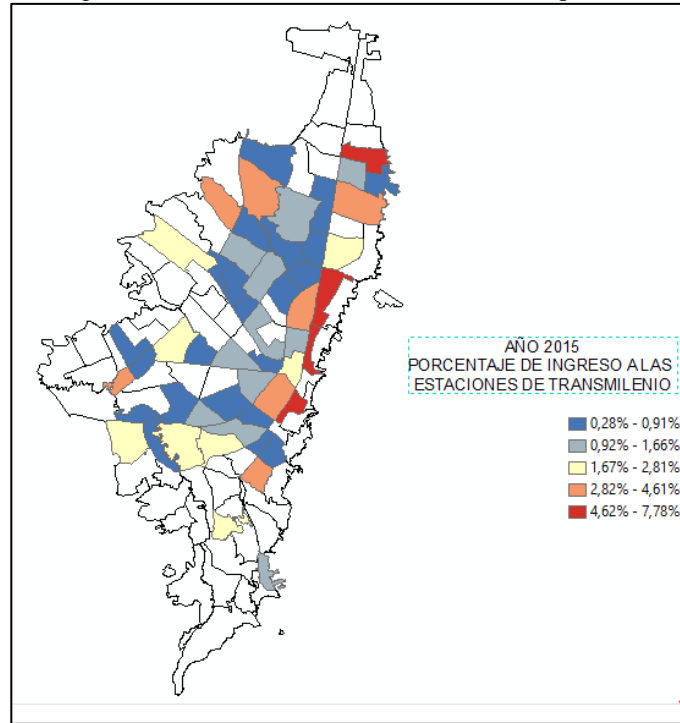
Al respecto puede destacarse la evolución de pasajeros en esos 10 años. Si bien aumentó el número de estaciones en 33% entre el 2005 y el 2010, en 18% entre el 2010 y el 2015 y aumentaron el porcentaje de UPZ con presencia de estaciones en 9,82% entre el 2005 y el 2010, en 7,14% entre el 2010 y el 2015, el comportamiento de pasajeros fue distinto.

En los tres períodos analizados permanecieron en los niveles más altos de ingreso de pasajeros la *UPZ 10 La Uribe* y la *UPZ 97 Chicó Lago*, mientras que la *UPZ 93 Las Nieves* se ubicó en este grupo en el 2010 y en el 2015.

En cuanto a la evolución entre 2005, 2010 y 2015 se destaca que la *UPZ 10* presentó un descenso constante en el porcentaje de pasajeros atendidos, la *UPZ 93* presentó un aumento entre 2010 y 2015 y la *UPZ 97* también presentó un descenso a lo largo del período analizado. Este fenómeno evidencia el mayor uso del sistema en la zona céntrica de Bogotá, fenómeno que puede

analizarse en contraste con los fenómenos de concentración y dispersión mixtos en la ubicación de empresas que se puntualizaron anteriormente.

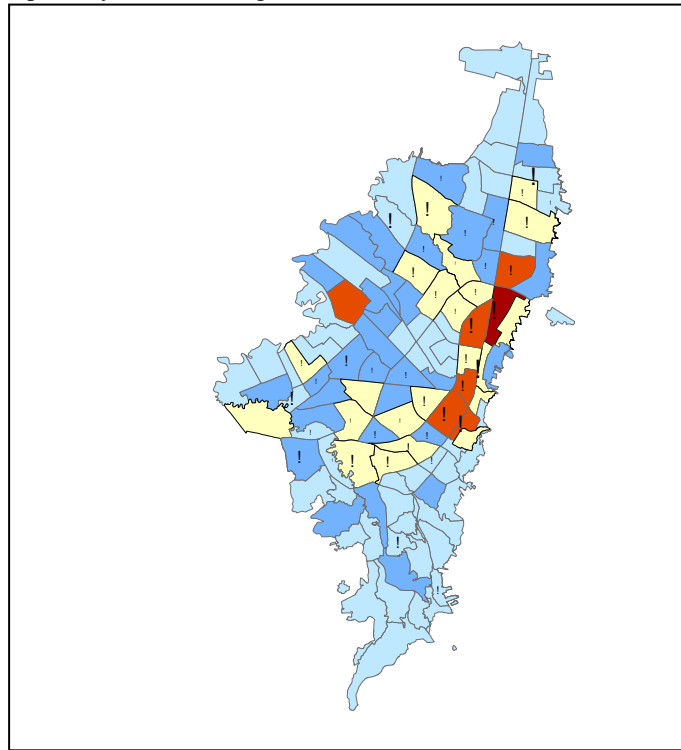
Mapa 27. Niveles de ingreso a las estaciones del sistema analizadas por UPZ – año 2015



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

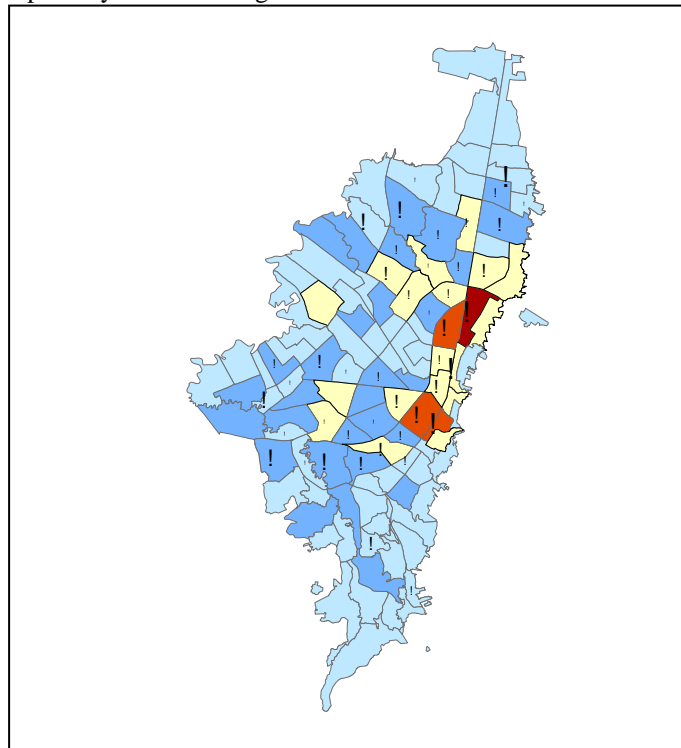
A continuación los gráficos 28, 29 y 30 con la representación de densidad de empresas e ingreso de pasajeros a las estaciones discriminados por UPZ para los años de estudio.

Mapa 28. Densidad de empresas y niveles de ingreso a las estaciones del sistema analizadas por UPZ – año 2005



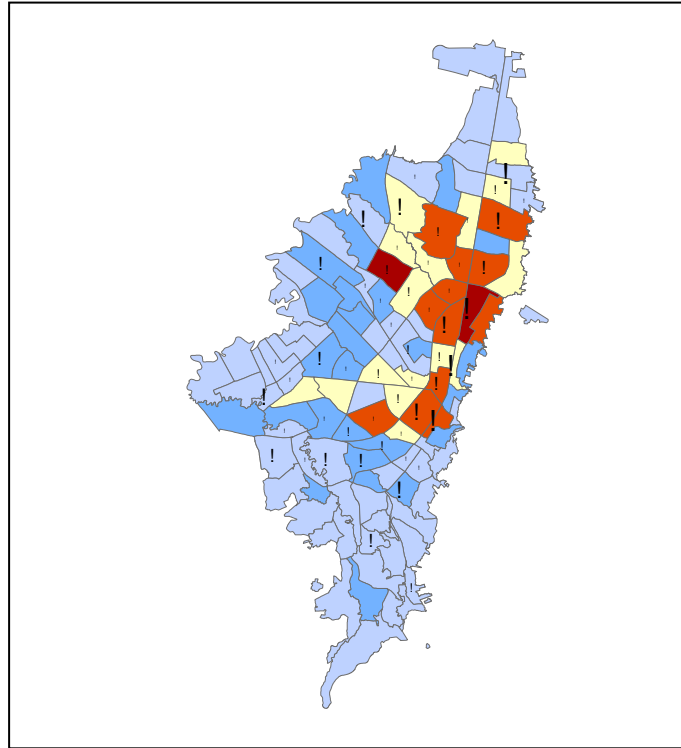
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 29. Densidad de empresas y niveles de ingreso a las estaciones del sistema analizadas por UPZ – año 2010



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 30. Densidad de empresas y niveles de ingreso a las estaciones del sistema analizadas por UPZ – año 2015



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

### 3.3. Dinámicas de posicionamiento de empresas y empleo en Bogotá

Para la presente investigación se utilizan diferentes propiedades destacadas en la literatura las cuales están relacionadas con el análisis de la distribución espacial de las organizaciones. Es así que en este apartado se presentan tanto la dinámica de localización de las empresas y del empleo en Bogotá como la evaluación de los fenómenos que surgen con la agrupación de diferentes especialidades de la economía por sectores, reforzando así el planteamiento hecho al inicio del estudio donde se afirma que estas dinámicas han respondido a los postulados de las economías de aglomeración y al aprovechamiento de las economías de escala.

Para la evaluación de estas propiedades se calculan diferentes índices que permiten la comparación de las características de la distribución económica de la ciudad a través del tiempo. En ese sentido y como propiedad principal de la distribución geográfica espacial, se analizará el comportamiento de las empresas y los sectores económicos en el ámbito de estudio resaltando sus características de concentración o dispersión. Para el caso de las dinámicas de localización se calculan y analizan resultados de los niveles de Distancia estándar (DE), del Índice de contigüidad

(Cj), del índice de Gini, de la entropía de Theil, del índice de Herfindahl – Hirschman, del índice de aislamiento de Lieberson, del índice de Morin y del índice de Ellison – Glaeser. Para el caso de la evaluación de la especialización económica y productiva se calculan y analizan el Índice de Especialización Local (IEL), el Índice de Diversificación Económica (IDE), el índice Gi de Getis – Ord y la función K de Ripley.

La elección de estos índices corresponden al comportamiento identificado en las diferentes variables elegidas en el presente estudio y que resultan en altos niveles de heterogeneidad espacial, donde la ausencia de continuidad o estabilidad en el espacio y en el tiempo de las mencionadas variables son una característica típica de la ciudad de Bogotá (Pachón, 1986; Pérez, 2006)

Estas propiedades corresponden a la distribución del posicionamiento geográfico de las empresas, las cuales permiten analizar tanto el patrón de esta distribución como la intensidad de la misma (Diggle et al., 1976; Dixon, 2002; Ripley, 2005). Una característica de la elección de índices medidas hecha para esta investigación, que se hizo de esa forma para contribuir al objetivo de la caracterización de la economía en la ciudad, tiene que ver con el alto índice de sensibilidad de estas medidas al grado de localización de las empresas. Incluso esta sensibilidad es aprovechada en la literatura para evaluar proceso de *clusterización* y de aglomeración (Callejón, 1997).

### **3.3.1. Distancia estándar (DE)**

La distancia estándar es un indicador estadístico de dispersión que aplicado al análisis espacial permite analizar la ubicación comparativa del centro de las actividades analizadas respecto al centro geográfico de la unidad territorial que las contiene (J. Lee & Wong, 2001).

Para el caso de la presente investigación, dada la heterogeneidad espacial tanto de la dinámica de las empresas como de sus empleados, se ponderarán los resultados del concepto básico en función del empleo, ventaja que permite esta medida estadística (Sapena & Ruiz, 2018).

En el caso de esta investigación se han adelantado 4 ámbitos de análisis para cada uno de los años elegidos (2005, 2010 y 2015). Estos tienen que ver con el análisis de las empresas en general y con el análisis de las actividades económicas de industria, comercio, servicio y Otras

Actividades de acuerdo con la definición hecha por el DANE para efectos de registro y para efectos censales<sup>13</sup>.

La ecuación 8 presenta la forma general de la distancia estándar e incluye la ponderación en función del empleo. Esto se logra al incluir este valor como coeficiente del cálculo de la distancia euclidiana entre el centro geográfico de la entidad territorial de análisis y el centro de la actividad económica.

$$(7) \quad d_j = \sqrt{\frac{\sum_i E_{ij}(x_i - \bar{x}_j)^2 + \sum_i E_{ij}(y_i - \bar{y}_j)^2}{\sum_i E_{ij}}}$$

Siendo:

$d_j$ , la distancia estándar

$E_{ij}$ , el empleo de la actividad (i) en la región (j)

$(x_i, y_i)$ , las coordenadas del centro de la unidad geográfica de análisis (UPZ)

$(\bar{x}_j, \bar{y}_j)$ , las coordenadas del centro de la actividad así:

$$\bar{x}_j = \frac{\sum_i E_{ij} x_i}{\sum_i E_{ij}} \quad ; \quad \bar{y}_j = \frac{\sum_i E_{ij} y_i}{\sum_i E_{ij}}$$

El Gráfico 1 se presenta la evolución de la distancia estándar promedio para la ciudad en los años 2005, 2010 y 2015 diferenciando el comportamiento tanto para la actividad económica en general como para las actividades económicas de Comercio, Industria, Servicio y Otras Actividades.

En este análisis evolutivo se encuentra un comportamiento mixto para las categorías de análisis que podría resumirse de la siguiente forma: el análisis general presenta un aumento en la concentración equivalente al 0,35% en el primer período (2005 - 2010) evidenciado en la disminución de la distancia estándar ponderada y un aumento de la dispersión equivalente al 0,35%

<sup>13</sup> A fin de homologar los análisis adelantados a las bases de datos correspondientes a diferentes momentos y provenientes de diferentes fuentes, se estandarizó la información de estas bases de acuerdo a la clasificación de unidades económicas utilizada para el Censo 2005, correspondiente a la Clasificación Internacional Industrial Uniforme en su versión 3 adaptada para Colombia. Para más información consultar el sitio web [https://www.dane.gov.co/files/censo2005/ficha\\_metodologica.pdf](https://www.dane.gov.co/files/censo2005/ficha_metodologica.pdf)

en el segundo período (2010 – 2015) demostrado en el aumento de la distancia estándar ponderada. Por otro lado las actividades de comercio, industria, servicio y Otras Actividades presentan comportamientos de concentración en el primer período, mientras que para el segundo período el Comercio y la Industria presentaron comportamientos de dispersión y los Servicios y Otras Actividades evidenciaron comportamientos de concentración.

Es así que se destaca que los niveles de dispersión del comercio y los niveles de concentración de Otras Actividades en el período 2010-2015 se presentan en niveles que superan el promedio, razón por la cual podrán confrontarse con los demás análisis que se adelantan en esta investigación.

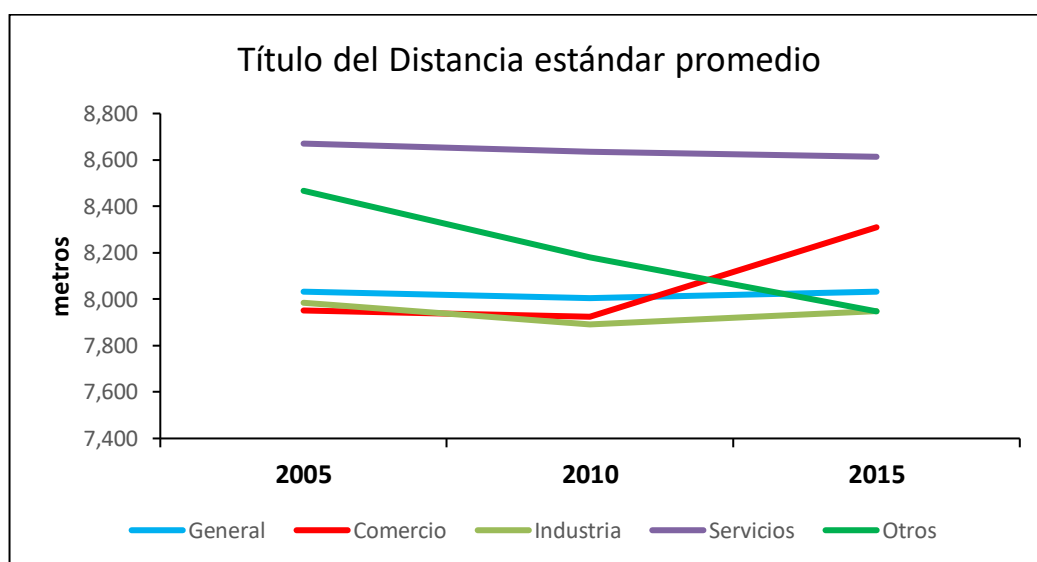


Gráfico 1. Distancia estándar promedio para el 2005, 2010 y 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En los gráficos 2, 3 y 4 se propone la representación gráfica del valor ponderado de la distancia estándar calculada entre los establecimientos (representados por el centroide de la manzana en la cual están ubicados) y el centro de la industria en el año de análisis.

Así mismo, se presenta una línea recta horizontal en color rojo, representando la distancia estándar ponderada para cada año del total de actividades económicas analizadas.

Es así que en estos gráficos pueden identificarse claramente tanto el comportamiento de este indicador para la totalidad UPZ analizadas en cada uno de los 3 años, como adelantarse comparativos donde pueda evidenciarse la evolución de diferentes UPZ a través de los 3 períodos.

Nuevamente se destacan los comportamientos mixtos de la economía de la ciudad, donde se presentan fenómenos de concentración en algunas UPZ y fenómenos de dispersión en algunas otras UPZ. Para el año 2005 el 50,93% respondía a distancias estándar menores que el promedio, para el 2010 el 52,78% respondía a distancias estándar menores que el promedio y para el 2015 el 50,93% respondía a distancias estándar menores que el promedio.

Esta situación puede sintetizar dos fenómenos: en los tres períodos analizados el número de empresas con distancia estándar ponderada menor que el promedio corresponde a la mayoría; esto podría indicar cierta tendencia a la concentración a lo largo de los 10 años. Sin embargo, este nivel aumentó en el primer período y disminuyó en el segundo, lo que también podría ser un indicador de reversión del fenómeno.

Los análisis complementarios que se proponen en este documento y el análisis discriminado por clase de actividad pueden complementar estos hallazgos.

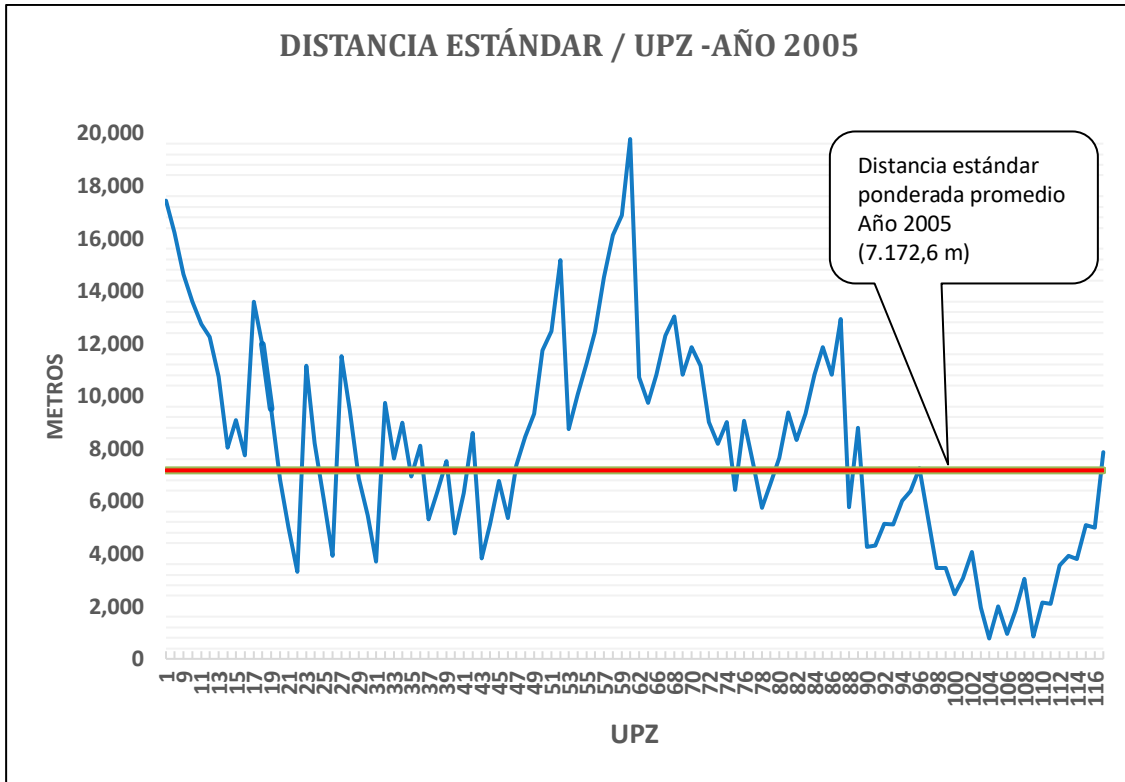


Gráfico 2. Distancia estándar de todas las empresas agrupadas por UPZ ponderadas en función del empleo, año 2005.

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

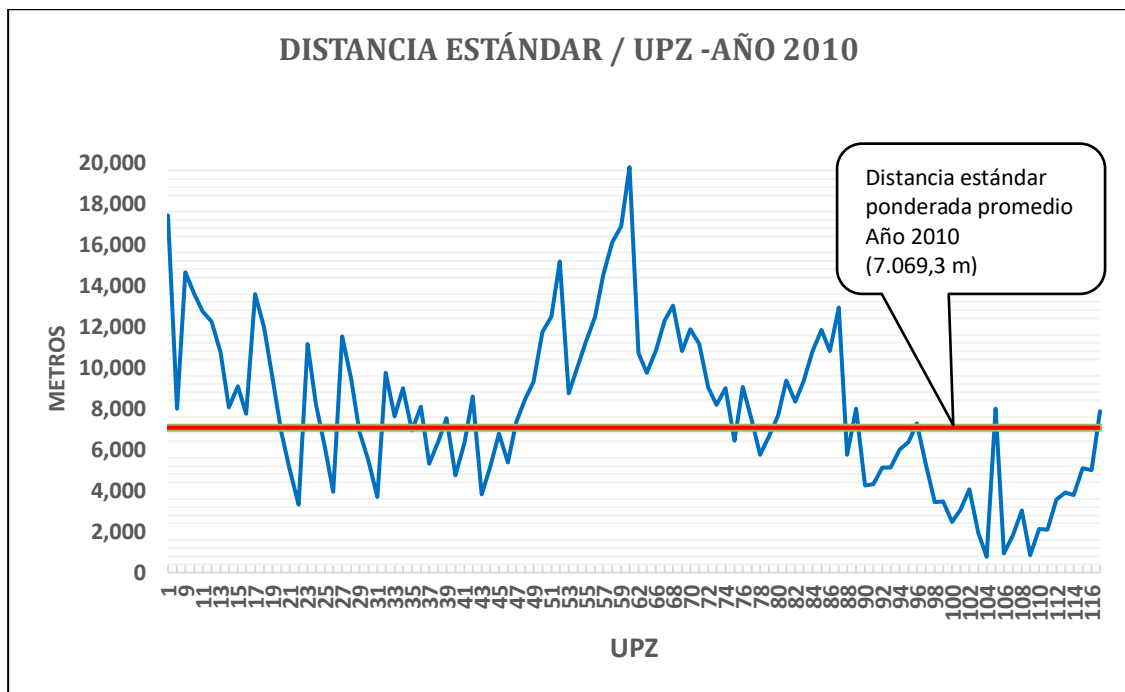


Gráfico 3. Distancia estándar de todas las empresas agrupadas por UPZ ponderadas en función del empleo, año 2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

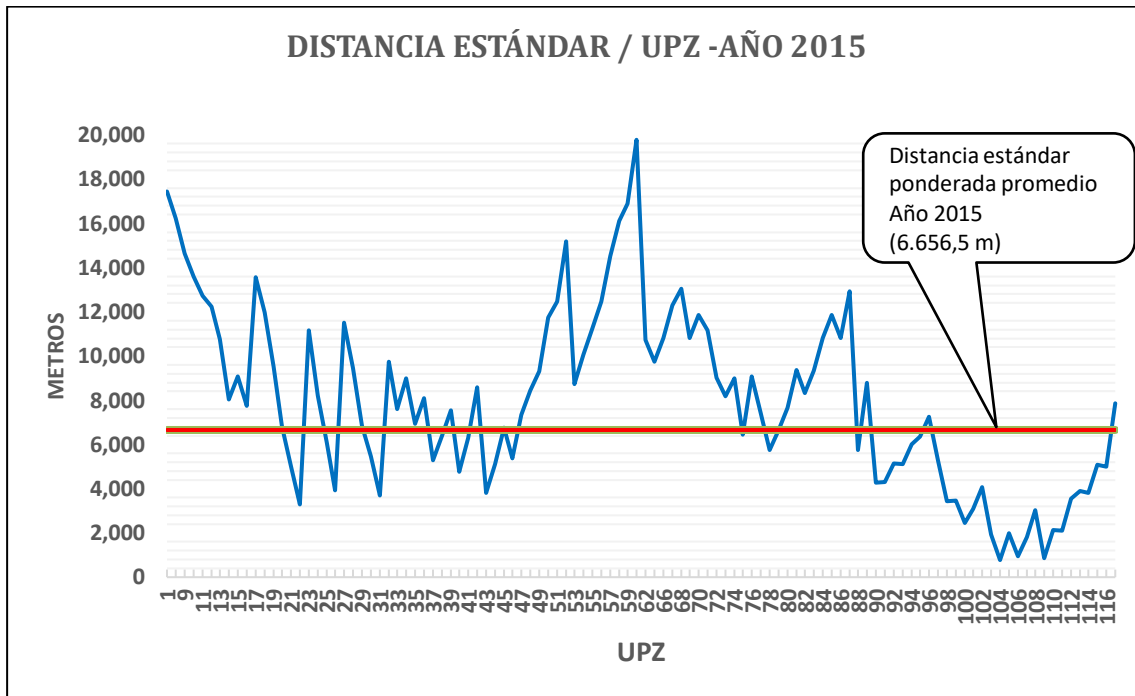


Gráfico 4. Distancia estándar de todas las empresas agrupadas por UPZ ponderadas en función del empleo, año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En los Gráficos 5, 6 y 7 se presentan las distancias estándar ponderadas para los mismos 3 períodos de tiempo pero esta vez discriminadas para cada clase de actividad.

Este detalle permite identificar algunas características particulares: en primer lugar, al tratarse de una medida ponderada, los comportamientos de las clases de actividad son similares pero puede identificarse claramente el efecto de esta ponderación en las diferencias entre cada línea de tendencia por UPZ para cada año. En segundo lugar, al tratarse de un análisis de la evolución, los fenómenos identificados en los gráficos anteriores pueden ser profundizados en su análisis al pormenorizar la influencia diferencial de las actividades. Finalmente, también puede analizarse el detalle del comportamiento evolutivo de los niveles de distancia y de esta forma deducir cuáles regiones se encuentran concentradas o dispersas en un momento en particular, comparar estos patrones de distribución con otras regiones en el mismo período o también comparar transversalmente este comportamiento consigo misma o con otras en los tres períodos de tiempo propuestos.

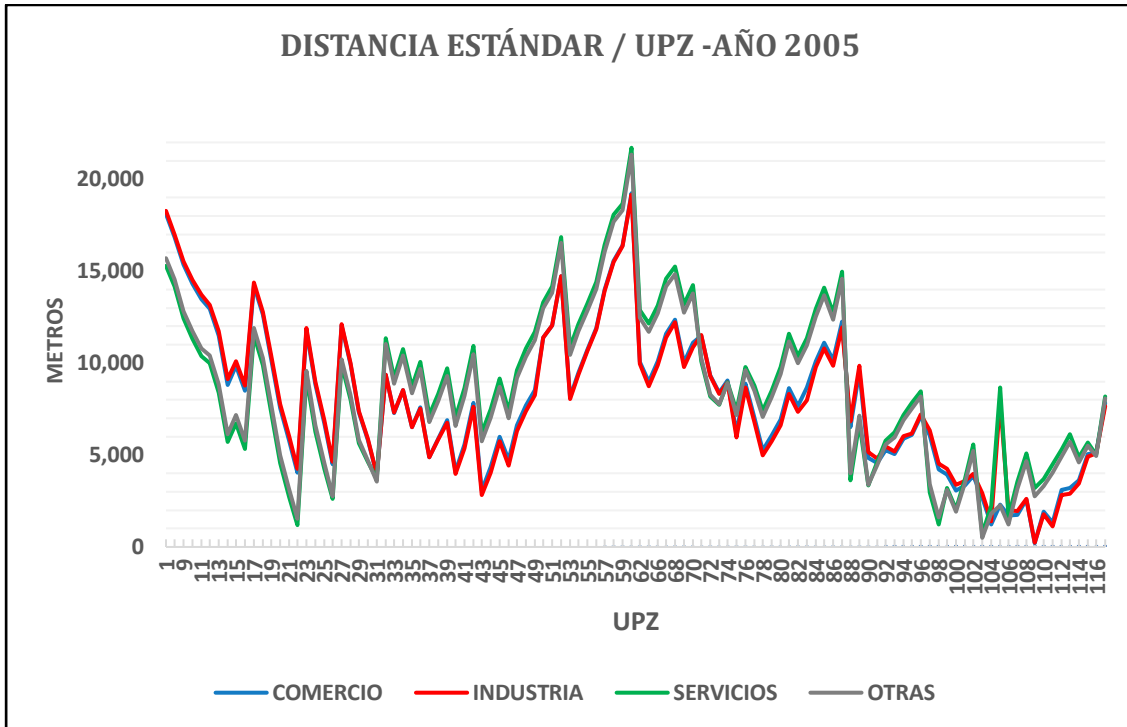


Gráfico 5. Distancia estándar para los sectores comercio, industria, servicios y otros, año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

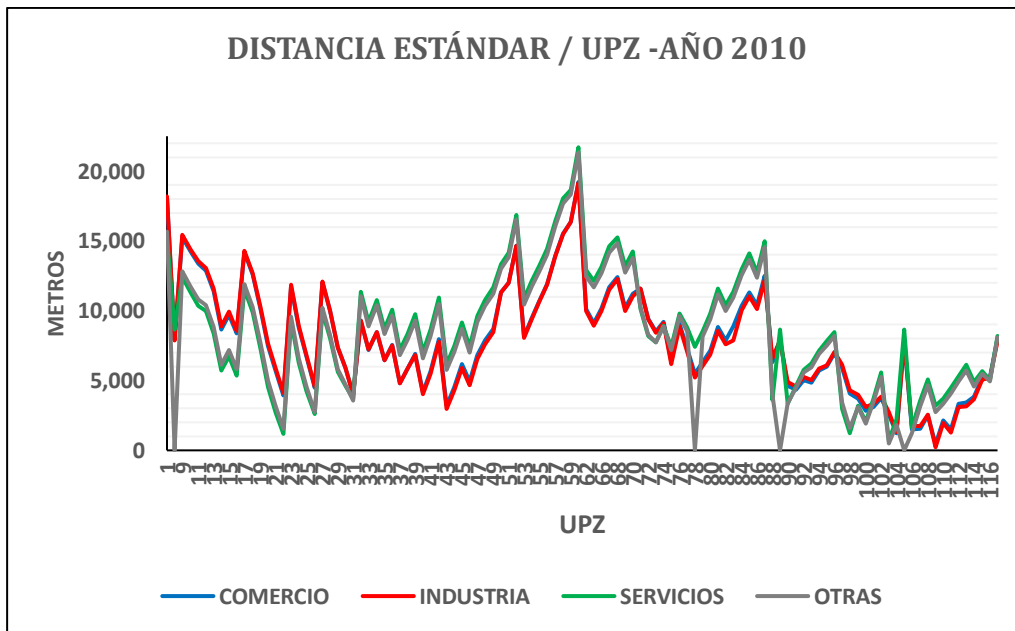


Gráfico 6. Distancia estándar para los sectores comercio, industria, servicios y otros, año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

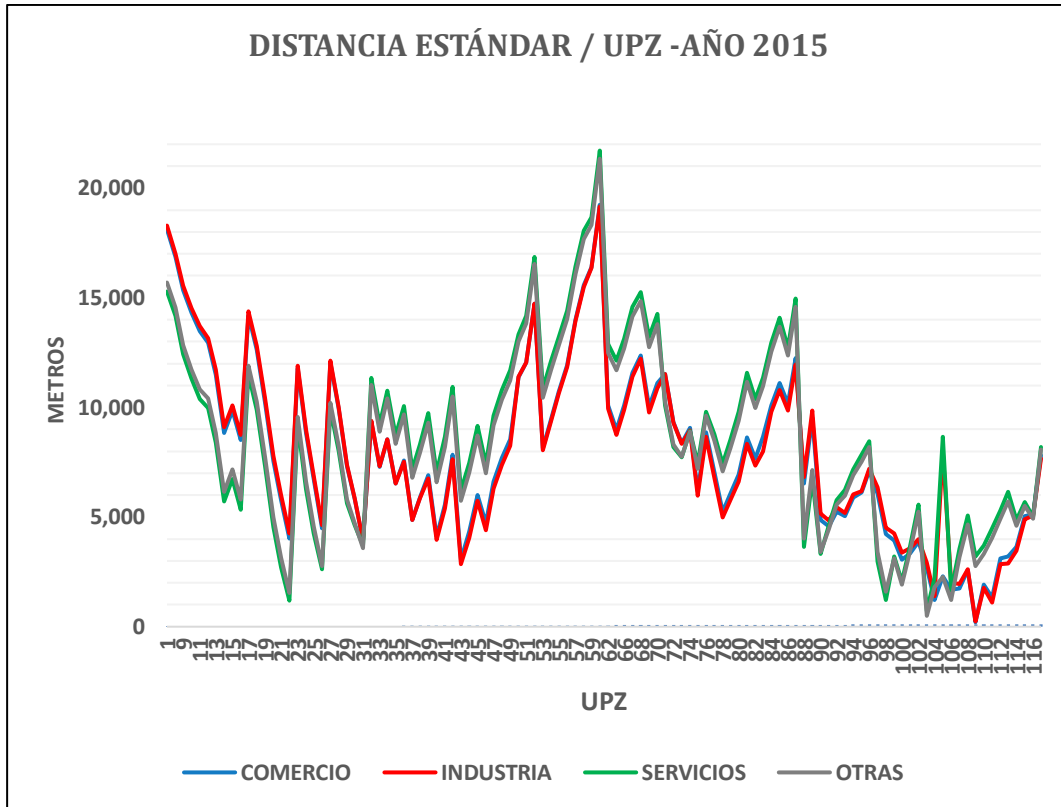


Gráfico 7. Distancia estándar para los sectores comercio, industria, servicios y otros, año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

### 3.3.2. Índice de contigüidad ( $C_j$ )

Complementando los análisis presentados para la caracterización de la evolución empresarial y del sistema Transmilenio, los cuales han analizado diferentes variables en función de las unidades geográficas elegidas (UPZ), también se propone en esta investigación la evaluación de un índice de contigüidad definido como un método no paramétricos de evaluación de la aleatoriedad espacial (Giuliani et al., 2012) que permite analizar de manera simultánea la relación con las características presentadas por las unidades territoriales contiguas.

La ecuación 8 presenta la definición de este índice

$$(8) \quad C_{ij} \propto P_{ij} = \sum_{\substack{k \\ j \neq k}} \frac{E_{ij}}{d_{jk}^2}$$

Siendo:

$C_{ij}$ , el índice de contigüidad de la región (j) en cuanto a la actividad (i)

$P_{ij}$ , la medida de proximidad entre el empleo de la región (j) en cuanto a la actividad (i)

$E_{ij}$ , el empleo de la actividad (i) en la región (j)

$d_{jk}^2$ , el cuadrado de la distancia entre las regiones (j) y (k) para las cuales se mide el índice

Como puede deducirse de la fórmula, este índice ( $C_{ij}$ ) es proporcional a la medida de proximidad ( $P_{ij}$ ) que muestra una relación entre el nivel de empleo presente en un momento determinado en cada región (j) analizada para el tipo de actividad elegida y el cuadrado de la distancia de la región (j) y otra región (k) elegida para su cálculo.

Esta relación define la magnitud del índice en función de estas dos variables, por lo que es mayor en la medida en que el nivel de empleo sea alto para esa región y actividad y la distancia con el área alterna sea menor y por lo tanto el índice será menor en la medida en que se trate de casos opuestos y con valores con magnitudes también opuestas.

Para efectos de este estudio se planteó una metodología adaptada a los requerimientos de la presente investigación la cual permitiera medir la intensidad de esta medida de contigüidad que al igual que la medición de la distancia estándar también estaría ponderada en función del empleo.

Al haber definido que el ámbito geográfico de detalle para este estudio serían las UPZ de la ciudad, que existirían tres momentos de evaluación (2005, 2010 y 2015) y que podría adelantarse el cálculo para las diferentes clases económicas, logrando el nivel de detalle de la economía en general y de las clases comercio, industria, servicio y Otras Actividades, entonces se definieron las siguientes etapas:

- i. En primer lugar se parte de la idea de que dado que este índice tiene por objetivo evaluar si las áreas contiguas o aledañas a la región analizada presentan el mismo comportamiento que esa región (j) en cuanto al empleo de la industria analizada. Es decir, se pretende evaluar si tanto un área (j) como las diferentes áreas aledañas (k) tienen en conjunto una participación relativamente alta del empleo de esa actividad en la ciudad. En definitiva, esto podría ser un indicador de la presencia de *clústeres* o aglomeraciones económicas.

- ii. Bajo ese orden de ideas se construyó una matriz de contigüidad la cual contiene la información de todas las regiones que colindan geográficamente con cada UPZ. Es decir, se identificaron aquellas áreas que comparten un límite geográfico común.
- iii. Esta construcción permite identificar cuáles UPZ pueden constituir un vecino inmediato inicial para la definición de estas aglomeraciones y al analizar si estas continúan configurando otro clúster con otro vecino inmediato cercano al vecino inicial. Este análisis iterativo en función del índice de proximidad  $P_{ij}$  definido puede ayudar a definir la existencia de aglomeraciones.
- iv. La misma construcción permite identificar cuáles áreas no se constituyen en un vecino inmediato de la UPZ de análisis y en tal caso solo podrían formar parte del grupo geográfico de definición de aglomeraciones si se conectan a este por medio de otra UPZ colindante.
- v. A continuación se creó una matriz con distancias entre todas las UPZ, información que se utilizó en el cálculo del índice de proximidad. Esta construcción se hizo por medio de la medición de las distancias calculadas entre los centroides de cada área de análisis.
- vi. De igual forma también se construyó una matriz con los índices de proximidad calculados con la información anteriormente definida y con los vectores de empleo de cada UPZ discriminados por clase de actividad.

La evaluación de este índice permite complementar los resultados de la DE teniendo en cuenta de manera simultánea la distancia entre las áreas y la participación del empleo de cada una en el agregado total de la ciudad.

Tal y como lo señalan Giuliano y Small (1991), con el análisis de un índice de este tipo que involucre la relación empleo/ubicación, al ser utilizado en procesos de evaluación de áreas contiguas tal y como el que se propone arriba, permite a su vez la identificación de posibles subcentros de empleo.

En este caso la interpretación del índice de contigüidad ( $C_j$ ) sugiere que ante la existencia de un área ( $j$ ) con una participación alta en el nivel de empleo de la actividad ( $i$ ) y cuya localización es cercana o contigua a otra u otras áreas ( $k$ ) que también presentan altos niveles de participación

en el empleo de esa actividad, se obtendrán resultados relativamente altos. Para este caso, definimos esta alta participación como superior a la mediana.

De esta forma el análisis anterior servirá como sustento a la evaluación de una de las hipótesis planteadas al inicio de la investigación, en cuanto al hecho de suponer que la dinámica empresarial de la ciudad y su interacción con el sistema de transporte público han permitido la aparición a través del tiempo de diferentes subcentros de empleo y de negocios los cuales a su vez presentan características diferenciales en su concentración y en su especialización. De esta manera también se proponen las bases para los apartados que a continuación plantean metodologías de evaluación de estas características diferenciales y a su vez sirven como soporte para evaluar si en Bogotá es factible identificar posibles subcentros de negocios localizados a lo largo de la ciudad y afirmar que esta situación responde a las características del denominado policentrismo económico (Giuliano & Small, 1991; J. F. McDonald & P. J. Prather, 1994; D. McMillen & McDonald, 1997).

<b>Clase económica Comercio</b>				
<b>2005</b>				
<b>UPZ</b>	<b>Distancia Estándar (km)</b>	<b>Índice de Contigüidad</b>	<b>Densidad</b>	<b>Categoría</b>
26	4,49	0,02	2,4%	Monocentrismo
38	5,90	0,03	2,3%	Monocentrismo
82	7,66	0,02	1,4%	Policentrismo
93	5,04	0,05	3,6%	Monocentrismo
94	5,90	0,02	1,9%	Monocentrismo
97	6,06	0,04	3,9%	Monocentrismo
98	4,22	0,03	2,9%	Monocentrismo
99	3,94	0,02	1,8%	Monocentrismo
102	3,87	0,05	4,4%	Monocentrismo
108	2,59	0,02	1,4%	Monocentrismo
Ciudad	7,45	0,01	0,9%	Concentrada
<b>2010</b>				
<b>UPZ</b>	<b>Distancia Estándar (km)</b>	<b>Índice de Contigüidad</b>	<b>Densidad</b>	<b>Categoría</b>
26	4,48	0,02	2,5%	Monocentrismo
30	5,90	0,01	2,1%	Monocentrismo
38	5,85	0,02	2,4%	Monocentrismo
93	4,87	0,04	3,7%	Monocentrismo
94	5,74	0,01	2,0%	Monocentrismo
97	5,89	0,04	3,6%	Monocentrismo
98	4,05	0,03	2,9%	Monocentrismo
99	3,70	0,02	1,8%	Monocentrismo
102	3,73	0,05	4,5%	Monocentrismo
108	2,52	0,01	1,3%	Monocentrismo
Ciudad	7,33	0,01	0,9%	Concentrada
<b>2015</b>				
<b>UPZ</b>	<b>Distancia Estándar (km)</b>	<b>Índice de Contigüidad</b>	<b>Densidad</b>	<b>Categoría</b>
16	6,31	0,03	5,1%	Monocentrismo
22	1,76	0,03	1,7%	Monocentrismo
30	4,16	0,13	1,6%	Monocentrismo
40	6,36	0,07	1,4%	Monocentrismo
93	6,31	0,08	3,0%	Monocentrismo
97	4,14	0,10	9,9%	Monocentrismo
98	2,41	0,04	3,6%	Monocentrismo
101	3,94	0,04	1,7%	Monocentrismo
102	5,44	0,06	2,9%	Monocentrismo
111	3,60	0,03	0,9%	Monocentrismo
Ciudad	6,54	0,01	0,9%	Concentrada

Tabla 4. Evaluación de la Distancia Estándar y el Índice de Contigüidad – Actividad económica Comercio  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Clase económica Industria</b>					
<b>2005</b>					
<b>UPZ</b>	<b>Distancia Estándar (km)</b>	<b>Índice de Contigüidad</b>	<b>Densidad</b>	<b>Categoría</b>	
12	13,16	0,00	0,7%	Dispersa	
26	4,62	0,01	2,4%	Concentrada	
38	5,86	0,01	2,3%	Monocentrismo	
45	5,74	0,01	2,0%	Concentrada	
93	5,19	0,01	3,6%	Concentrada	
97	6,36	0,01	3,9%	Concentrada	
98	4,51	0,01	2,9%	Concentrada	
102	3,98	0,01	4,4%	Monocentrismo	
108	2,61	0,01	1,4%	Monocentrismo	
111	1,10	0,01	0,5%	Concentrada	
Ciudad	7,06	0,00	0,9%	Concentrada	
<b>2010</b>					
<b>UPZ</b>	<b>Distancia Estándar (km)</b>	<b>Índice de Contigüidad</b>	<b>Densidad</b>	<b>Categoría</b>	
12	13,03	0,00	2,5%	Dispersa	
26	4,56	0,01	2,5%	Concentrada	
38	5,83	0,01	2,4%	Monocentrismo	
45	5,92	0,01	1,9%	Concentrada	
93	5,02	0,01	3,7%	Concentrada	
97	6,14	0,01	3,6%	Monocentrismo	
98	4,29	0,01	2,9%	Concentrada	
102	3,84	0,01	4,5%	Monocentrismo	
108	2,54	0,01	1,3%	Monocentrismo	
111	1,26	0,00	0,4%	Concentrada	
Ciudad	7,00	0,00	0,9%	Concentrada	
<b>2015</b>					
<b>UPZ</b>	<b>Distancia Estándar (km)</b>	<b>Índice de Contigüidad</b>	<b>Densidad</b>	<b>Categoría</b>	
16	8,58	0,03	5,1%	Policentrismo	
30	5,90	0,13	1,6%	Monocentrismo	
37	4,81	0,02	0,7%	Monocentrismo	
40	4,03	0,03	1,4%	Monocentrismo	
93	5,02	0,05	3,0%	Monocentrismo	
97	6,14	0,09	9,9%	Monocentrismo	
98	4,29	0,03	3,6%	Monocentrismo	
101	3,35	0,02	1,7%	Monocentrismo	
102	3,84	0,05	2,9%	Monocentrismo	
111	1,26	0,03	0,9%	Monocentrismo	
Ciudad	7,13	0,01	0,9%	Concentrada	

Tabla 5. Evaluación de la Distancia Estándar y el Índice de Contigüidad – Actividad económica Industria  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Clase económica Servicios				
2005				
UPZ	Distancia Estándar (km)	Índice de Contigüidad	Densidad	Categoría
16	5,35	0,03	1,2%	Monocentrismo
88	3,63	0,02	0,7%	Monocentrismo
91	4,62	0,04	0,5%	Monocentrismo
93	6,23	0,06	3,6%	Monocentrismo
94	7,16	0,02	1,9%	Monocentrismo
97	2,98	0,13	3,9%	Monocentrismo
98	1,21	0,03	2,9%	Monocentrismo
99	3,20	0,04	1,8%	Monocentrismo
101	3,71	0,05	1,4%	Monocentrismo
102	5,57	0,02	4,4%	Monocentrismo
Ciudad	7,01	0,01	0,9%	Concentrada
2010				
UPZ	Distancia Estándar (km)	Índice de Contigüidad	Densidad	Categoría
16	5,35	0,02	1,3%	Monocentrismo
38	8,31	0,02	2,4%	Policentrismo
91	4,62	0,02	0,5%	Monocentrismo
93	6,23	0,05	3,7%	Monocentrismo
94	7,16	0,02	2,0%	Monocentrismo
97	2,98	0,11	3,6%	Monocentrismo
98	1,21	0,02	2,9%	Monocentrismo
99	3,20	0,04	1,8%	Monocentrismo
101	3,71	0,04	1,0%	Monocentrismo
102	5,57	0,02	4,5%	Monocentrismo
Ciudad	6,90	0,01	0,9%	Concentrada
2015				
UPZ	Distancia Estándar (km)	Índice de Contigüidad	Densidad	Categoría
16	5,35	0,09	5,1%	Monocentrismo
20	4,55	0,06	2,4%	Monocentrismo
21	2,70	0,05	1,5%	Monocentrismo
30	4,63	0,36	1,6%	Monocentrismo
88	3,63	0,07	2,7%	Monocentrismo
93	6,23	0,17	3,0%	Monocentrismo
97	2,98	0,42	9,9%	Monocentrismo
98	1,21	0,08	3,6%	Monocentrismo
99	3,20	0,06	1,7%	Monocentrismo
101	3,71	0,09	1,7%	Monocentrismo
Ciudad	5,96	0,02	0,9%	Monocentrismo

Tabla 6. Evaluación de la Distancia Estándar y el Índice de Contigüidad – Actividad económica Servicios  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Clase económica Otras					
2005					
UPZ	Distancia Estándar (km)	Índice de Contigüidad	Densidad	Categoría	
38	7,93	0,007018	2,299%	Dispersa	
91	4,46	0,006467	0,540%	Concentrada	
93	5,96	0,009608	3,572%	Concentrada	
94	6,90	0,008352	1,912%	Concentrada	
97	3,41	0,024327	3,919%	Monocentrismo	
98	1,59	0,006602	2,950%	Concentrada	
99	3,11	0,007327	1,827%	Concentrada	
101	3,47	0,009662	1,403%	Concentrada	
102	5,24	0,010449	4,436%	Concentrada	
108	4,67	0,007471	1,364%	Concentrada	
Ciudad	7,46	0,002272	0,926%	Concentrada	
2010					
UPZ	Distancia Estándar (km)	Índice de Contigüidad	Densidad	Categoría	
38	7,93	0,01	2,4%	Concentrada	
93	4,46	0,01	3,7%	Monocentrismo	
94	6,90	0,01	2,0%	Concentrada	
97	3,41	0,02	3,6%	Monocentrismo	
98	1,59	0,00	2,9%	Concentrada	
99	3,11	0,01	1,8%	Concentrada	
100	1,92	0,00	1,4%	Concentrada	
101	3,47	0,01	1,0%	Concentrada	
102	5,24	0,01	4,5%	Concentrada	
108	4,67	0,01	1,3%	Concentrada	
Ciudad	7,34	0,00	0,9%	Concentrada	
2015					
UPZ	Distancia Estándar (km)	Índice de Contigüidad	Densidad	Categoría	
16	5,80	0,02	5,1%	Monocentrismo	
22	1,53	0,01	1,7%	Monocentrismo	
30	4,71	0,12	1,6%	Monocentrismo	
37	6,80	0,01	0,7%	Concentrada	
93	5,96	0,04	3,0%	Monocentrismo	
97	3,41	0,07	9,9%	Monocentrismo	
98	1,59	0,02	3,6%	Monocentrismo	
99	3,11	0,01	1,7%	Concentrada	
101	3,47	0,02	1,7%	Monocentrismo	
102	5,24	0,00	2,9%	Concentrada	
Ciudad	6,10	0,00	0,9%	Concentrada	

Tabla 7. Evaluación de la Distancia Estándar y el Índice de Contigüidad – Actividad económica Otras  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

### 3.3.3. Índice de Gini Espacial ( $G_x$ )

El índice de Gini es un índice de concentración que evalúa la desigualdad de una población en la medida en que varía sus valores desde 0 hacia 1, donde el valor de cero (0) hace referencia a la igualdad completa y el valor de uno (1) al extremo de desigualdad.

Aunque este índice fue originalmente diseñado para medir el nivel de desigualdad de los habitantes de un territorio al ser desarrollado por el economista Corrado Gini, es usualmente utilizado para medir la desigualdad en los ingresos y en los niveles de riqueza/pobreza de una población específica, también es frecuentemente asociado a diferentes medidas de distribución espacial (Callejón, 1997). Por esta razón en su aplicación a estudios de distribución y localización geográfica también es conocido como índice de Gini Espacial.

Este índice puede evaluarse gráficamente mediante el trazado de la curva de Lorenz, que representa una línea recta en el caso ideal de equidistribución. Para esta investigación se adelanta la comparación entre la distribución geográfica de las empresas y del empleo que estas representan. Esta comparación se hace para cada clase de actividad evaluando la hipótesis de distribución uniforme, por lo que se espera un valor igual o tendiente a 1 para su comprobación. La fórmula que se define en este documento, que representa la forma desagregada del índice general, recoge una variación de este índice propuesta por Sobrino (2016) para este tipo de análisis y se expresa de la siguiente manera:

$$(9) \quad G_x = \sum_j \left| \frac{e_{ij}}{E_i} - \frac{e_j}{E} \right|$$

Siendo:

$e_{ij}$ , el empleo de la actividad (i) en la UPZ (j)

$e_j$ , el empleo total en la UPZ (j)

$E_i$ , el empleo total en la ciudad de la actividad (i)

$E$ , el empleo total en la ciudad de la actividad

$\frac{e_{ij}}{E_i}$ , el peso del empleo de la actividad (i) en la UPZ (j), también denominado en la literatura

como  $S_{ij}$

$\frac{e_j}{E}$ , el peso del empleo de la UPZ (j) en el total del empleo de la ciudad, también

denominado en la literatura como  $x_i$

La interpretación del propuesto, señala que en la medida en que el índice tiende al valor cero (se acerca a ese valor), se presenta una carencia de concentración geográfica o preponderancia de la dispersión de las empresas en el territorio. De manera alterna y en la medida en que el índice tiende al valor 1 representa la máxima concentración geográfica en un proceso de disminución de la dispersión. De esta manera, complementando los resultados de la caracterización del capítulo anterior. A continuación en la Tabla 8 se presentan los resultados del Gx para las clases económicas de industria, comercio, servicio y Otras Actividades para los años de estudio. De manera complementaria se presenta el Gráfico 8 con la representación de esta evolución.

	2005	2010	2015
COMERCIO	0,255	0,235	0,311
INDUSTRIA	0,446	0,405	0,274
SERVICIOS	0,275	0,262	0,180
OTRAS	0,223	0,226	0,325

Tabla 8. Índice Gini Espacial en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

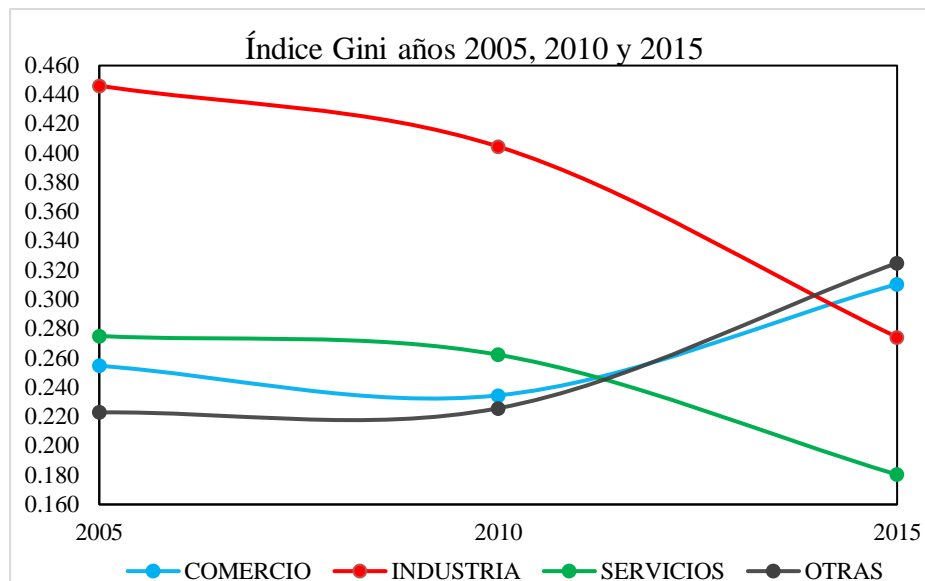


Gráfico 8. Índice Gini Espacial en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En los resultados puede evidenciarse que los índices para estas actividades y para estos años no superan en ningún caso el valor de 0,45. Es decir, se encuentran más cercanos al extremo que representa la carencia de concentración. En este caso, atendiendo a lo ya evidenciado anteriormente, este nivel de dispersión corresponde exactamente a los resultados mixtos donde se presentan varios subcentros de empleo en la ciudad para cada actividad económica.

En cuanto a la evolución entre el primer período (2005-2010) y el segundo período (2010-2015) en el caso de los sectores de Industria y de Servicios, el índice disminuye tendiendo a cero, lo que indica una evolución hacia la dispersión geográfica. Esto puede asociarse a características tales como la creación de subcentros donde se diversifica la oferta de este tipo de economía.

En el caso del sector comercio y del sector de Otras Actividades el índice se aleja del cero. La gráfica permite deducir que durante los primeros 5 años esta distribución se mantuvo relativamente constante y en el segundo período aumentó su concentración.

Dado que el índice por actividad se construye con la sumatoria del residuo obtenido en cada UPZ al descontar de la magnitud del porcentaje por actividad ( $\frac{e_{ij}}{E_i}$ ) el porcentaje de empleo general ( $\frac{e_j}{E}$ ), es claro que este residuo (representado por  $\left| \frac{e_{ij}}{E_i} - \frac{e_j}{E} \right|$ ) calculado para cada región (i),

contribuye al Gx total. Por esta razón, en la medida que la magnitud de cada residuo tienda a la concentración o a la dispersión, el índice total tenderá hacia el mismo fenómeno. Para resaltar esta participación, en los Gráficos desde el número 9 hasta el número 20 se presenta este residuo para cada uno de los tres años detallando cada uno de los sectores económicos.

En estas gráficas se adiciona un elemento de tendencia lineal en rojo para observar el comportamiento de la distribución y evidenciar el ajuste a la misma, además de los datos atípicos.

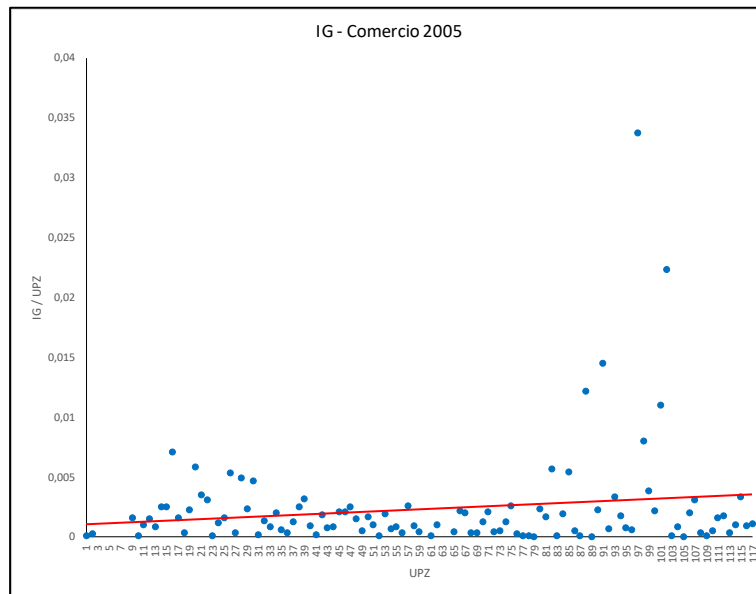


Gráfico 9. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Comercio– año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

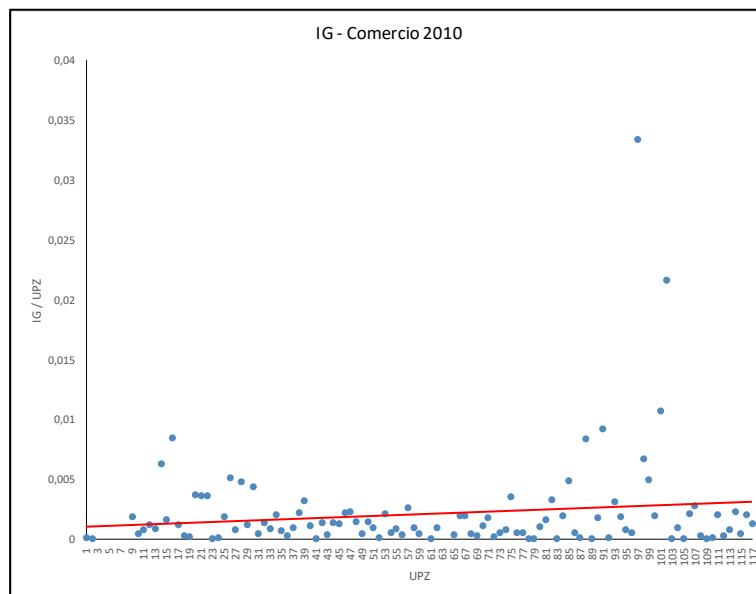


Gráfico 10. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Comercio – año 2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

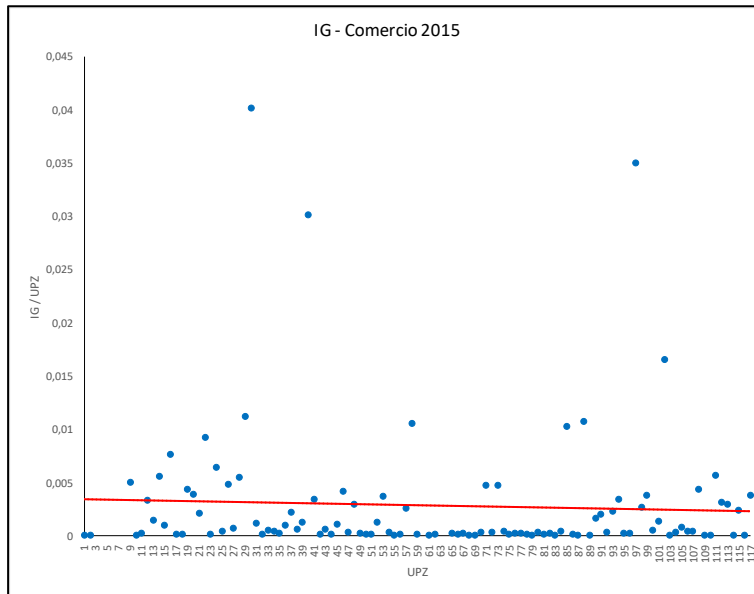


Gráfico 11. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Comercio– año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

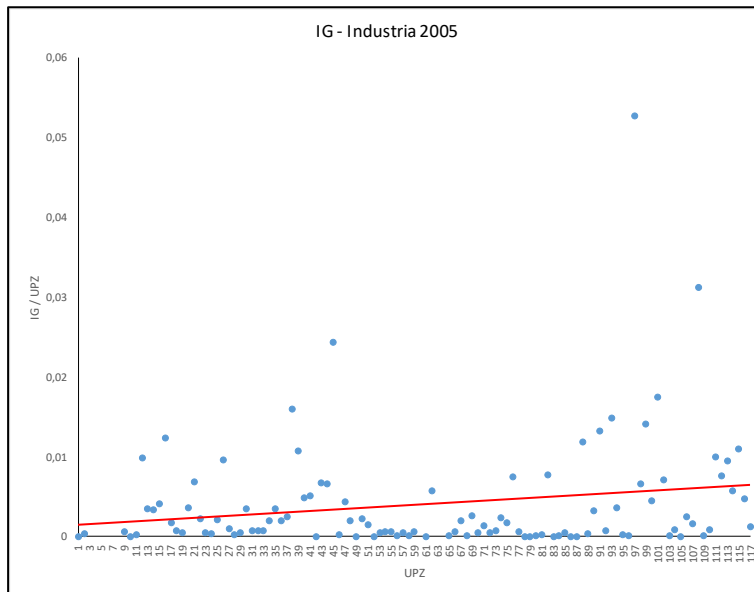


Gráfico 12. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Industria – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

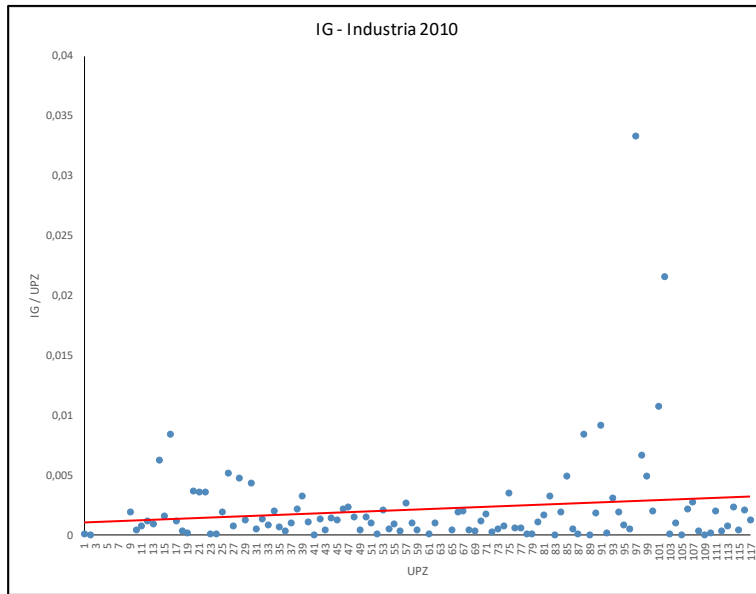


Gráfico 13. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Industria – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

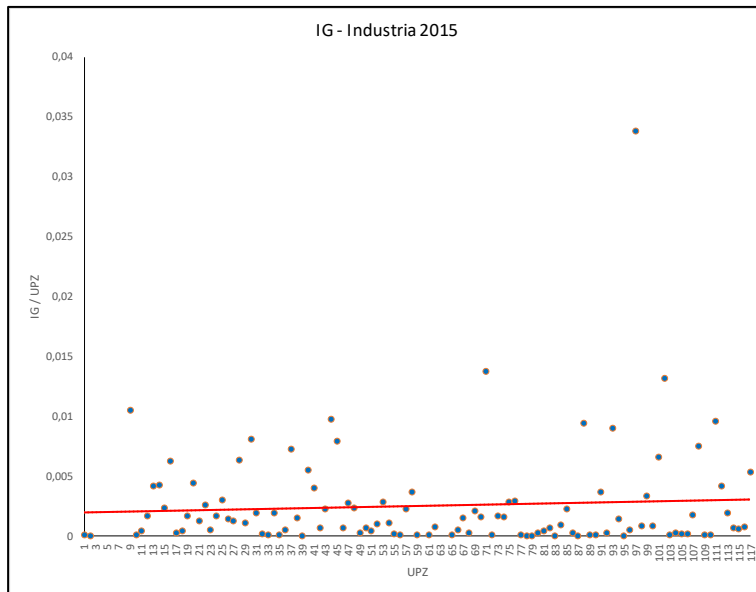


Gráfico 14. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Industria – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

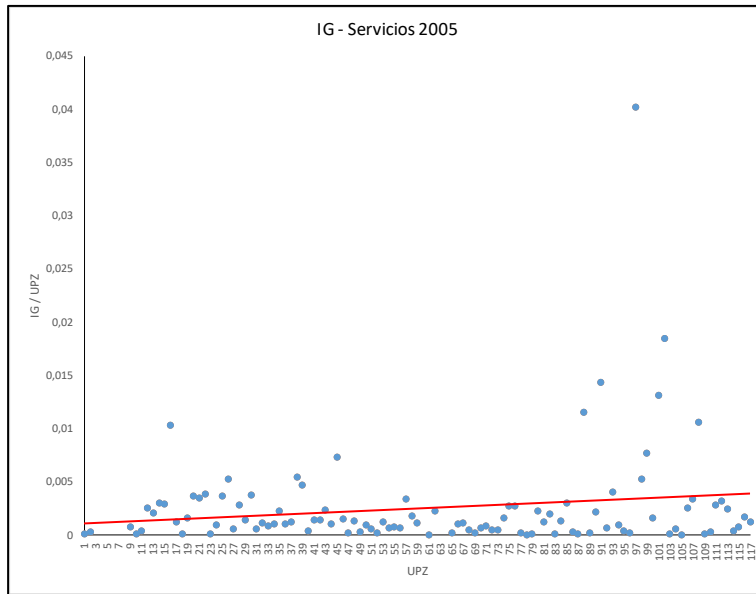


Gráfico 15. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Servicios – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

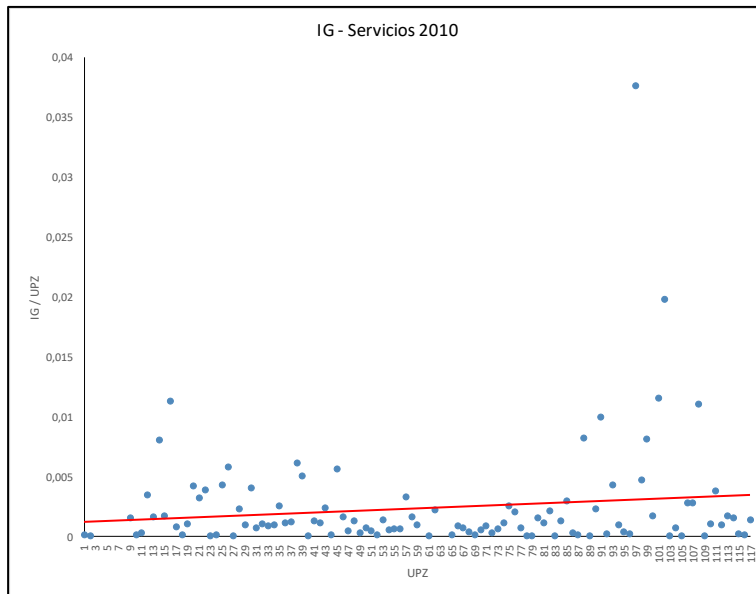


Gráfico 16. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Servicios – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

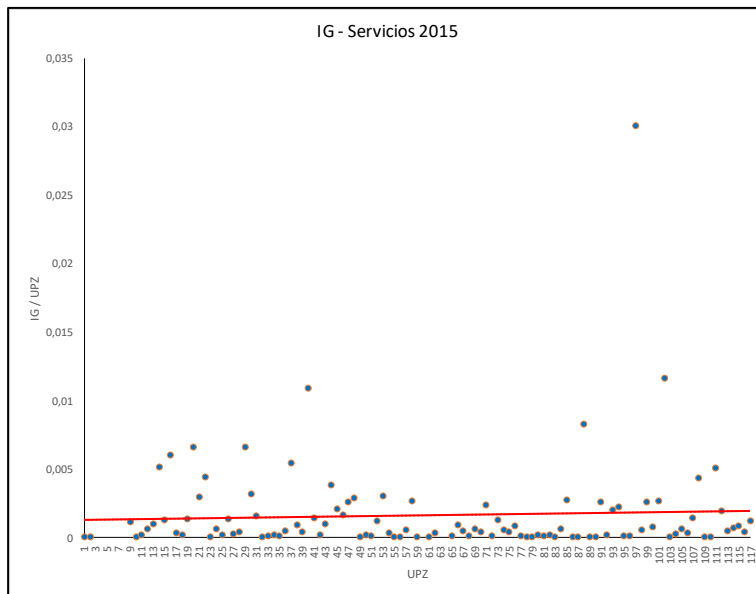


Gráfico 17. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Servicios – año 2015  
 Fuente: Cálculos adelantados por el autor

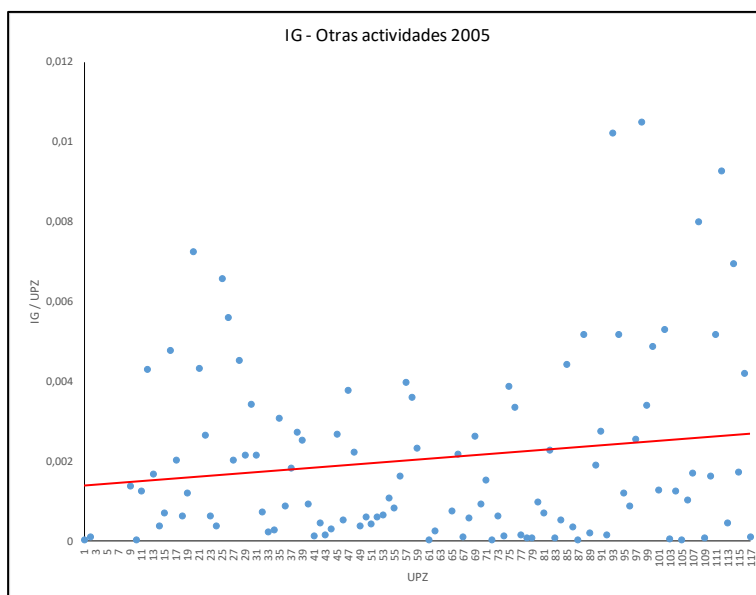


Gráfico 18. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Otras Actividades – año 2005  
 Fuente: Cálculos adelantados por el autor

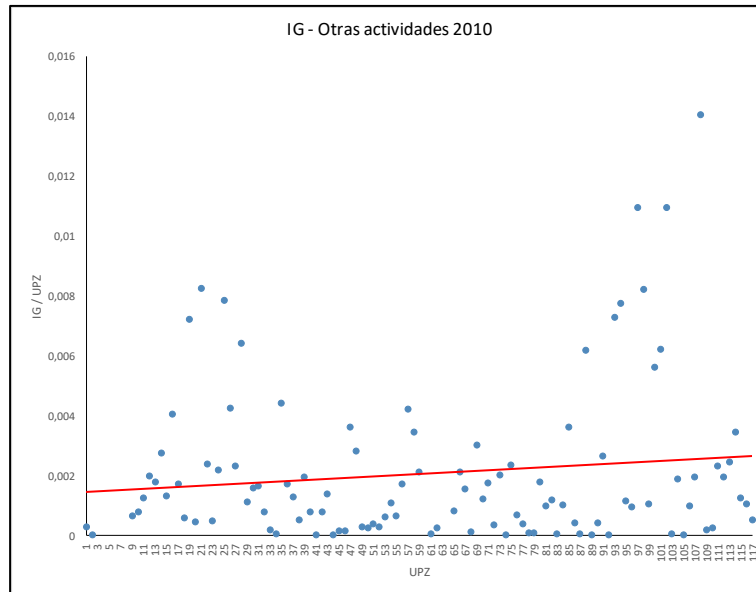


Gráfico 19. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Otras Actividades – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

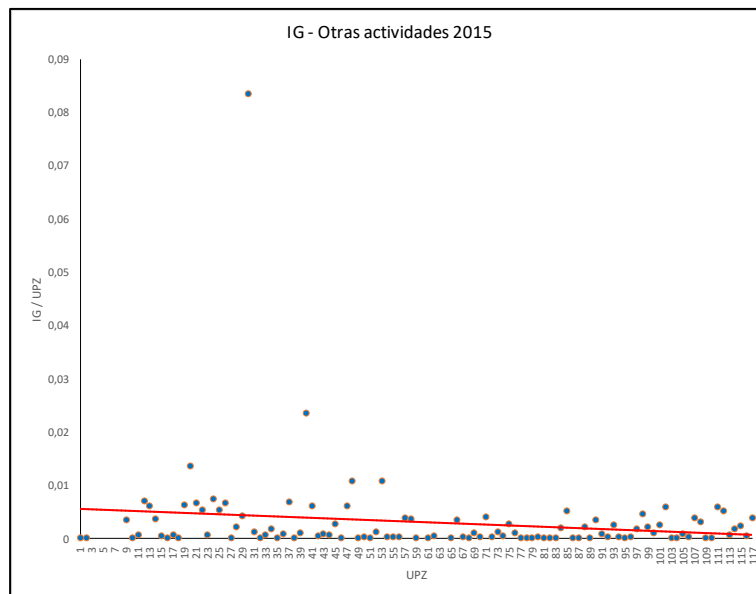


Gráfico 20. Residuo aporte al índice Gini Espacial – sector Otras Actividades – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Por último se presentan los resultados de la medición del mismo índice en la economía de Bogotá en un estudio hecho por Flórez, Gutiérrez y Zea (2015).

Los resultados difieren en magnitud por diversas razones: en el ámbito geográfico se utilizó una unidad de agregación más amplia que las UPZ y que se refiere a 19 localidades, se utilizó una fuente de información diferente que segmenta su muestra con otros criterios, lo cual no la hace comparable, la medición corresponde a otro período de tiempo y las variables de comparación de

la distribución son diferentes a la de esta investigación. Sin embargo y a manera de ilustración se hace referencia al estudio y se presentan los resultados principales en la Tabla 10.

Número	Localidad	Gini
1	Usaquén	0.5619379
2	Chapinero	0.5729119
3	Santa Fe	0.5633526
4	San Cristobal	0.4379722
5	Usme	0.4068284
6	Tunjuelito	0.4622931
7	Bosa	0.4201847
8	Kenndy	0.4459290
9	Fontibón	0.5245685
10	Engativa	0.4486164
11	Suba	0.5179652
12	Barrios Unidos	0.5276923
13	Teusaquillo	0.5064627
14	Los Mártires	0.5341255
15	Antonio Nariño	0.5150606
16	Pte. Aranda	0.4523843
17	Candelaria	0.6055275
18	Rafael Uribe	0.4941516
19	Ciudad Bolívar	0.4222946

Tabla 9. Estimación del índice de Gini para cada localidad  
Fuente: Flórez et al. (2015)

### 3.3.4. Entropía de Theil

También conocido como índice de información de unidad o índice de la diversidad, mide las diferencias de distribución de diferentes grupos en una misma área geográfica. Por esta razón es utilizado en este trabajo para comparar la distribución general de la ciudad y la distribución de los sectores económicos. En diferentes estudios este índice también es interpretado como la desviación media ponderada de cada grupo respecto al área geográfica general.

Sus valores comprenden un rango que inicia en el valor cero (0), el cual representa la máxima concentración espacial hasta un valor infinito en el caso de la máxima dispersión. Un valor de entropía igual a cero (0), se presentaría únicamente en el caso teórico en el cual la población de uno de los sectores económicos fuera la misma que la población de la ciudad, es decir en el caso en el cual en una ciudad existiera una única actividad económica y la totalidad de habitantes se desempeñara en esta.

El índice se expresa de la siguiente manera:

$$(10) \quad Th_i = \sum_j \left| \left( \frac{e_{ij}}{E_i} \right) \ln \left( \frac{e_{ij}}{E_i} \right) \right|$$

Siendo:

$e_{ij}$ , el empleo de la actividad (i) en la UPZ (j)

$E_i$ , el empleo total en la ciudad de la actividad (i)

A continuación en la Tabla 11 y en el Gráfico 21, se presentan el consolidado comparativo del índice de Theil en la ciudad y en los sectores económicos para los años 2005, 2010 y 2015 y el aporte por UPZ para cada año.

	2005	2010	2015
COMERCIO	4,21	4,18	3,71
INDUSTRIA	4,16	4,13	3,72
SERVICIOS	4,06	4,01	3,51
OTRAS	4,22	4,11	3,35

Tabla 10. Índice de entropía de Theil en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

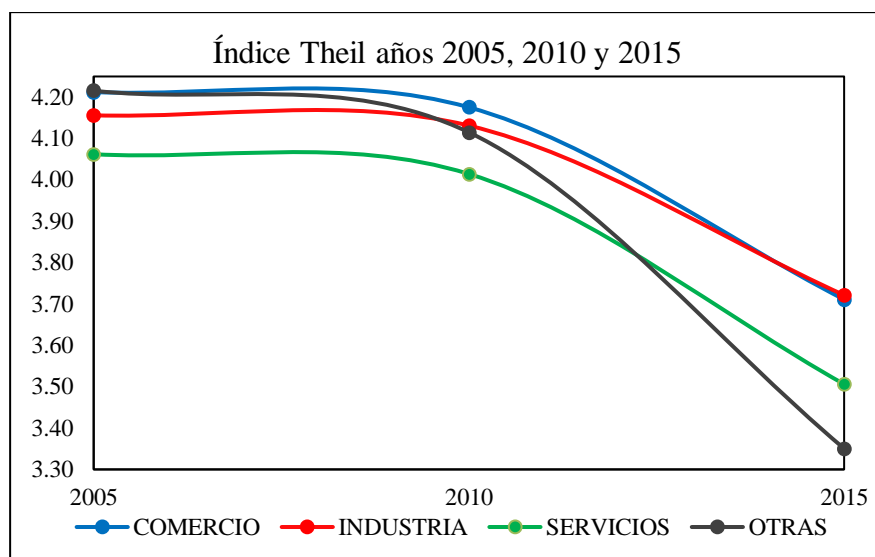


Gráfico 21. Índice de entropía de Theil en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Como se evidencia en los resultados obtenidos, la ciudad ha presentado una evolución hacia la desconcentración de su economía tal y como se ha señalado hasta el momento.

### 3.3.5. Índice Herfindahl - Hirschman

Este índice es comúnmente utilizado en las mediciones económicas para evaluar el poder de control o preponderancia que posee una variable en el agregado de la población.

Se utiliza comúnmente como antecedente para elaborar políticas públicas tendientes a regular los mercados, al facilitar la identificación de los segmentos con más poder en el mismo.

Los valores cercanos cero (0) expresan mercados atomizados menos concentrados con un mayor número de empresas operantes y menor nivel de influencia y de empleo. El mayor valor teórico se representa con el valor de uno (1), corresponde al cuadrado de la unidad como representación de la participación total, evidenciando sectores con una elevada concentración del empleo en pocas empresas (Jofre Monseny & Viladecans Marsal, 2007).

El índice se expresa de la siguiente manera:

$$(11) \quad H_i = \sum_j \left( \frac{e_{ij}}{E_i} \right)^2$$

Siendo:

$e_{ij}$ , el empleo de la actividad (i) en la UPZ (j)

$E_i$ , el empleo total en la ciudad de la actividad (i)

A continuación en la Tabla 12 y en el Gráfico 22, se presentan los resultados:

	2005	2010	2015
COMERCIO	0,020	0,022	0,042
INDUSTRIA	0,021	0,022	0,048
SERVICIOS	0,030	0,032	0,064
OTRAS	0,021	0,026	0,090

Tabla 11. Índice de Herfindahl - Hirschman en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

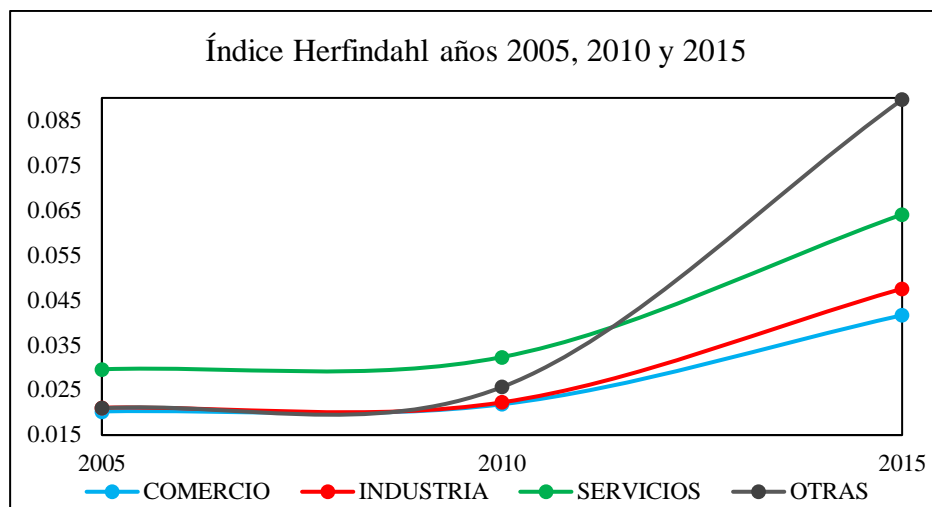


Gráfico 22. Índice de Herfindahl - Hirschman en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En el caso de esta medición, la evolución presenta una tendencia hacia la concentración a través del tiempo, lo cual podría indicar la presencia de un determinado número de firmas con gran representación de la variable empleo, dado que el valor máximo representado en la Tabla 12 es de 0,90. Sin embargo, se debe tener en cuenta que este índice es bastante sensible a la desagregación sectorial (al evaluar el cuadrado de la participación de cada sector como unidad de observación) y que los resultados del 2015 no superan un aporte del 30% (equivalente a un índice de 0,90).

### 3.3.6. Índice de aislamiento de Lieberman

Este indicador, denominado índice de aislamiento espacial de Lieberman, es principalmente utilizado en estudios de segregación y de inclusión poblacional.

La forma utilizada adaptada para la medición de la dispersión de los sectores compara la participación de cada unidad geográfica en el total de la industria con la participación de la industria analizada en la unidad geográfica. Es decir analiza el comportamiento de la distribución espacial de cada actividad económica respecto a la distribución espacial de la ciudad.

Esta medición brinda un panorama de la manera cómo se distribuye cada una de las actividades respecto al total de empresas de la ciudad.

Los valores cercanos cero (0) o con índices bajos representan mercados con una mayor dispersión. El mayor puntaje teórico se asigna al valor de uno (1), que representa una concentración total en un mercado.

El índice se expresa de la siguiente manera:

$$(12) \quad P_i = \sum_j \left( \frac{e_{ij}}{E_i} \right) \left( \frac{e_{ij}}{e_j} \right)$$

Siendo:

$e_{ij}$ , el empleo de la actividad (i) en la UPZ (j)

$e_j$ , el empleo total en la UPZ (j)

$E_i$ , el empleo total en la ciudad de la actividad (i)

A continuación y en la Tabla 13 y en el Gráfico 23 se presentan los resultados:

	2005	2010	2015
Comercio	0,378	0,384	0,262
Industria	0,146	0,151	0,220
Servicios	0,472	0,468	0,506
Otros	0,130	0,106	0,129

Tabla 12. Índice de Lieberson en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

La medición de este indicador presenta resultados mixtos. Mientras para el período 2005 - 2010 los sectores Servicios y de Otras Actividades presentaron tendencias de dispersión y los sectores Comercio e Industria redujeron esta tendencia, para el período 2010 – 2015 solo el sector presentó una tendencia hacia la dispersión. Sin embargo, analizando el panorama general, los sectores analizados en la gran mayoría de los casos presentaron niveles debajo de la media o con características preponderantes de dispersión y con niveles máximos de 0,26.

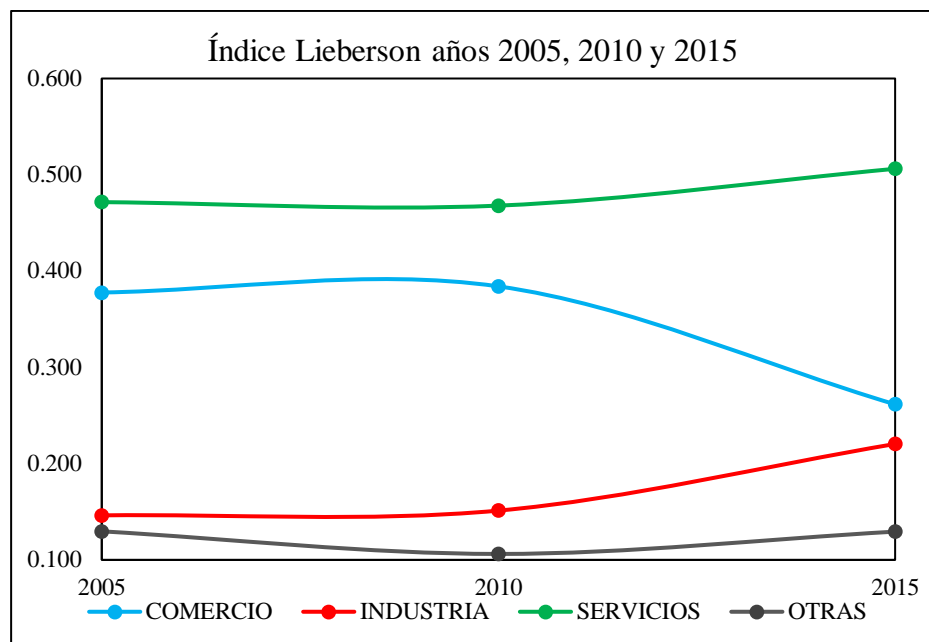


Gráfico 23. Índice de Lieberson en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

### 3.3.7. Índice I de Moran

Tal y como en la mayoría de análisis de distribución propuestos en este documento, se parte de la hipótesis nula ( $H_0$ ) que establece que las empresas se distribuyen en el territorio de manera aleatoria o dispersa. La hipótesis alterna ( $H_a$ ) establece que las empresas presentan características de aglomeración o concentración.

Es importante señalar que los resultados de este análisis deben complementarse con otros índices como los que se presentan en el siguiente apartado para determinar otras clases de distribución (monocentrismo, policentrismo) tal y como se expondrá en el cuadro 7, dado que este análisis solo distingue entre las categorías de distribución aleatoria, dispersa (pero no necesariamente formando diversas aglomeraciones) y agregada (la cual puede corresponder a diversas categorías como las que se han explicado anteriormente).

Para ello se hará uso de los valores de  $p$  y de  $z$  que resultan de la aplicación del análisis de este índice en donde se rechazará la  $H_0$  si la probabilidad  $p$  de que esta hipótesis sea cierta tiene un valor próximo a cero (0). En este caso el valor de la desviación estándar  $z$  presentará valores alejados del cero (0). En caso de que la probabilidad  $p$  permita aceptar la  $H_0$ , la desviación estándar

disminuirá su valor. Por lo anterior, el índice de Moran se cataloga como un índice de patrones espaciales.

Los valores positivos del índice indican la presencia de concentración y los negativos denotan presencia de dispersión.

En los Gráficos del 24 al 38 se exponen los resultados gráficos y estadísticos los valores  $p$ ,  $z$  e  $I$  de este índice así como su nivel de significancia estadística.

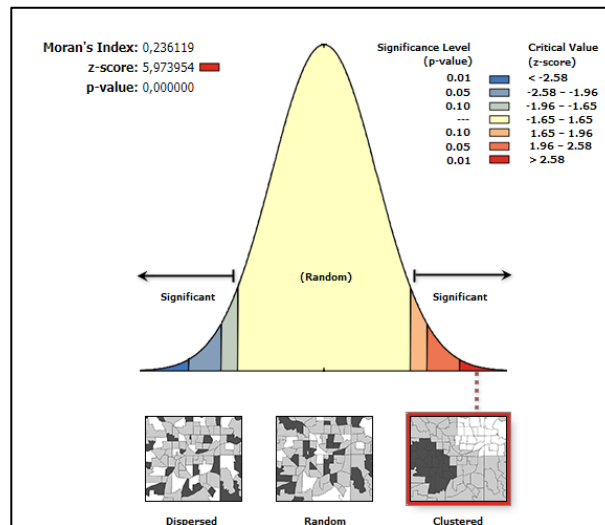


Gráfico 24. Índice I de Moran – Actividad económica General año 2005  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

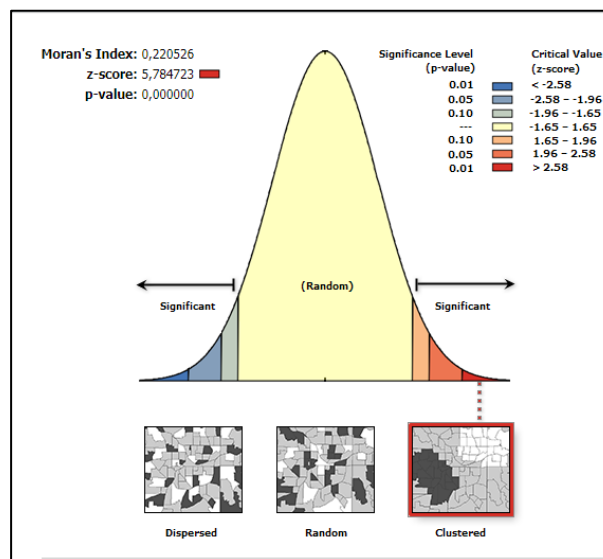


Gráfico 25. Índice I de Moran – Actividad económica General año 2010  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

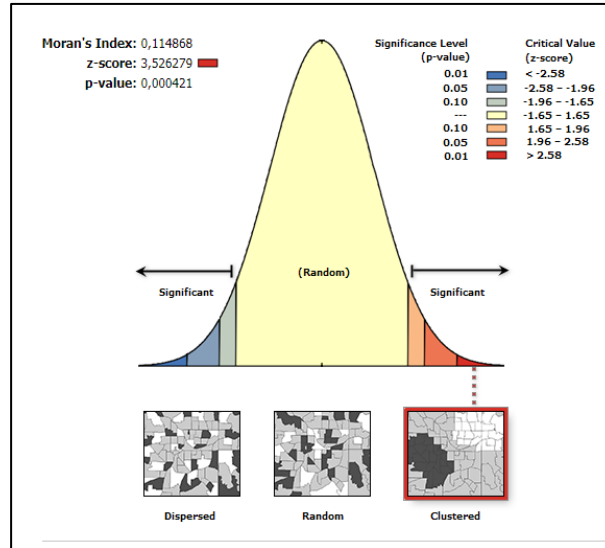


Gráfico 26. Índice I de Moran – Actividad económica General año 2015  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

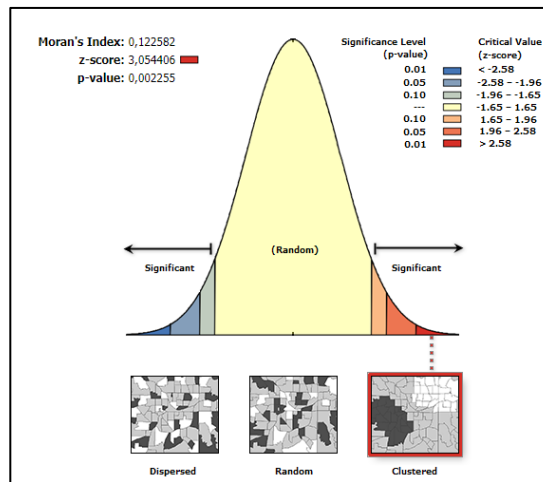


Gráfico 27. Índice I de Moran – Sector Comercio año 2005  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

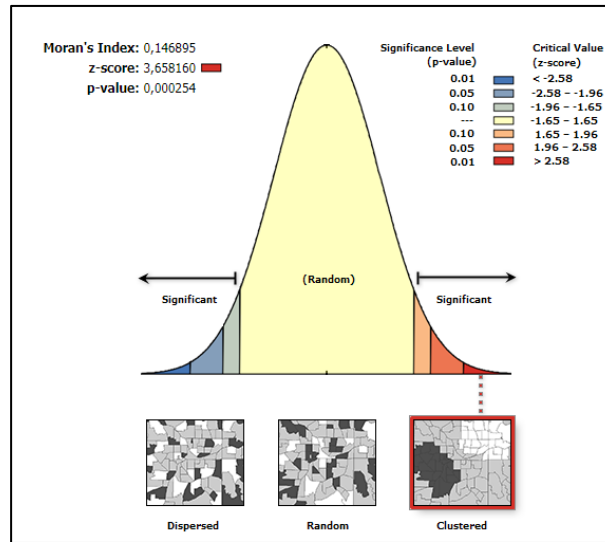


Gráfico 28. Índice I de Moran –Sector Comercio año 2010  
 Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

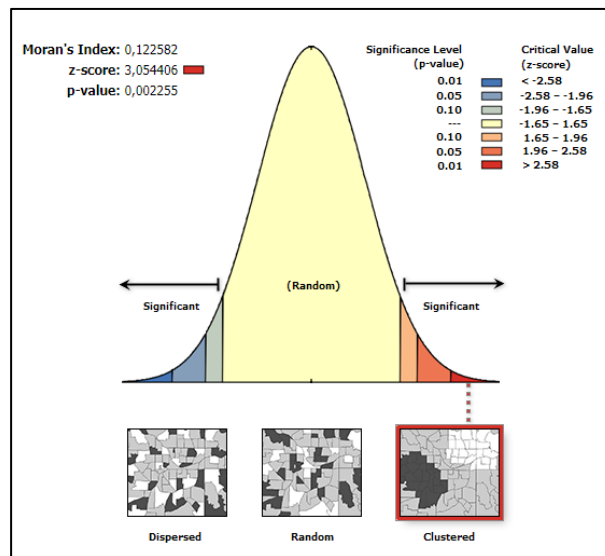


Gráfico 29. Índice I de Moran – Sector Comercio año 2015  
 Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

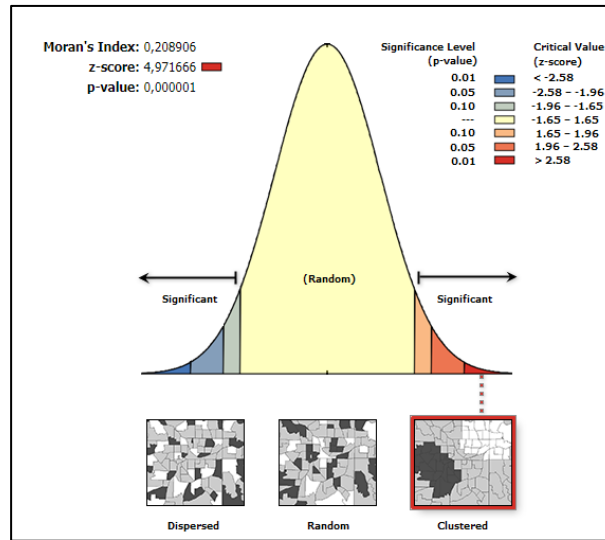


Gráfico 30. Índice I de Moran –Sector Industria año 2005  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

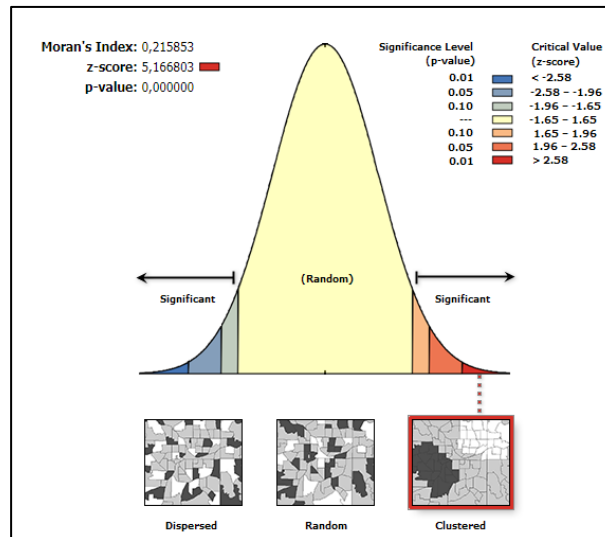


Gráfico 31. Índice I de Moran –Sector Industria año 2010  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

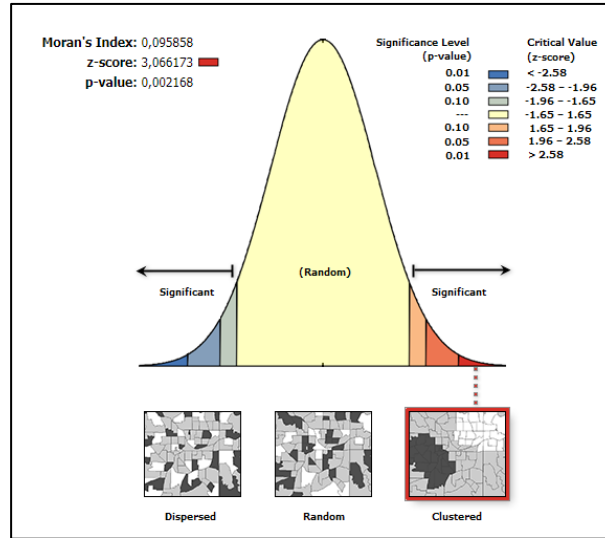


Gráfico 32. Índice I de Moran – Sector Industria año 2015  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

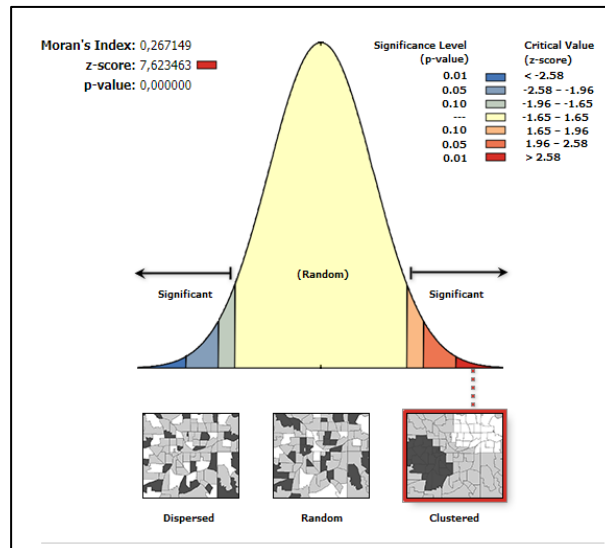


Gráfico 33. Índice I de Moran – Sector Servicios año 2005  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

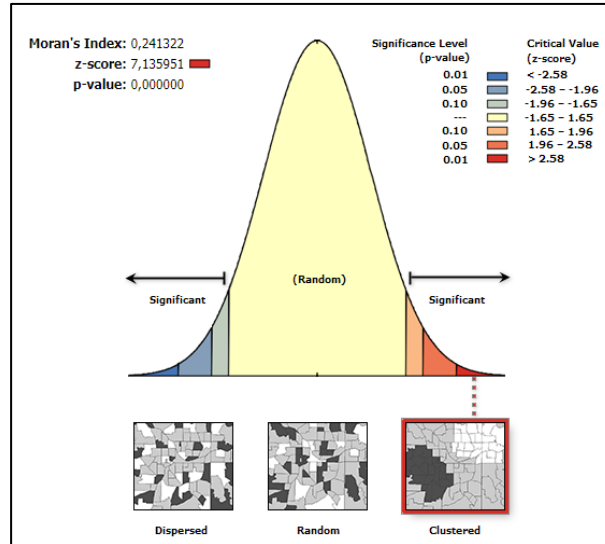


Gráfico 34. Índice I de Moran –Sector Servicios año 2010  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

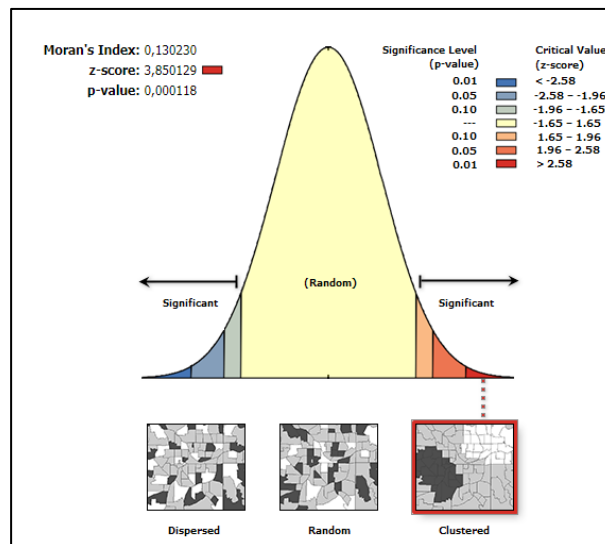


Gráfico 35. Índice I de Moran –Sector Servicios año 2015  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

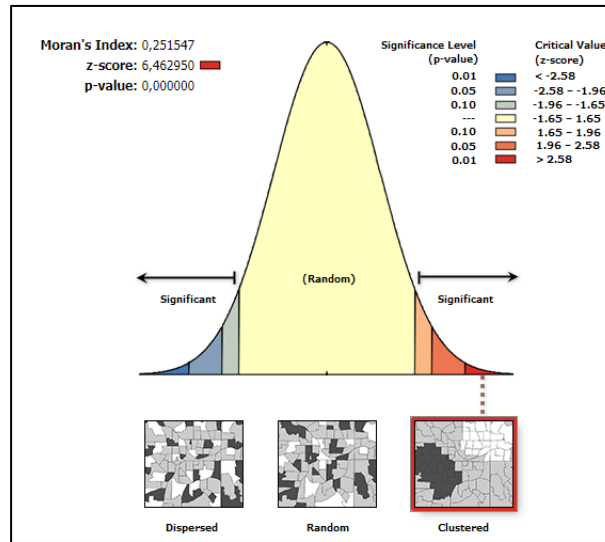


Gráfico 36. Índice I de Moran – Sector Otras Actividades año 2005  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

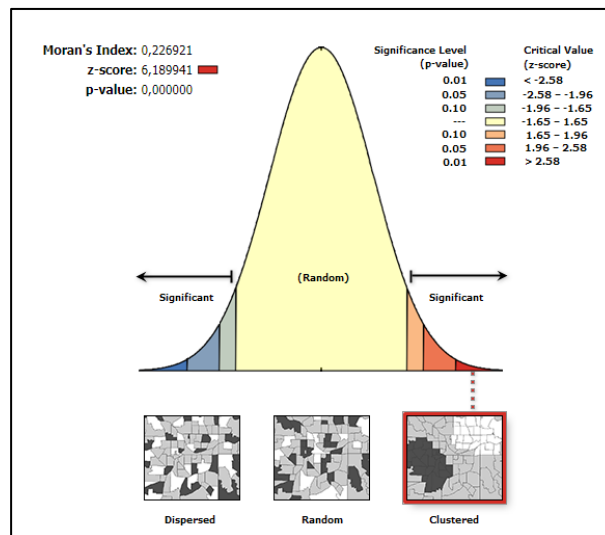


Gráfico 37. Índice I de Moran – Sector Otras Actividades año 2010  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

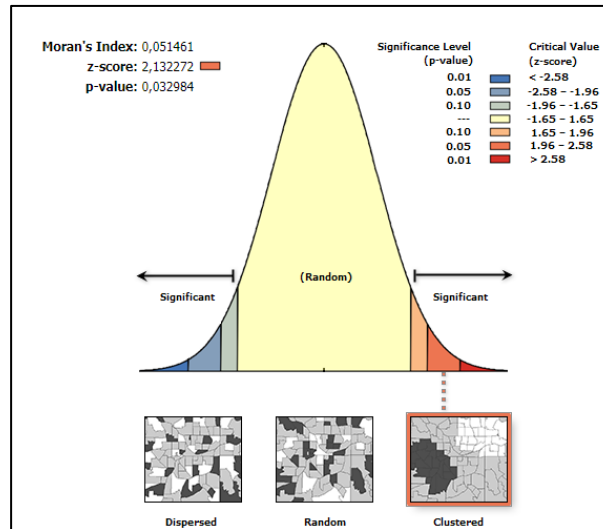


Gráfico 38. Índice I de Moran – Sector Otras Actividades año 2015  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

En conclusión el índice I de Moran demuestra que durante los tres períodos de tiempo analizados, la distribución geográfica de Bogotá responde a patrones de localización que se catalogan como correspondientes a fenómenos de aglomeración. El análisis  $G_i^*$  de Getis Ord complementará estos resultados.

### 3.3.8. Índice de Ellison-Glaeser ( $\gamma$ )

Las medidas presentadas anteriormente permiten la evaluación del grado de concentración geográfica y de la localización de empresas en el territorio al mismo tiempo que permiten su asociación con variables tales como el empleo. Su medida refleja lo anterior pero no la dispersión como tal.

Sin embargo, la propuesta de Ellison-Glaeser para recoger la concentración y distribución del empleo en un territorio (G. Ellison & Glaeser, 1997) permite adicionalmente evaluar el grado de localización de las empresas equivalente al grado en que las economías de aglomeración influyen en las decisiones de localización.

Esta propiedad es muy importante para efectos del presente trabajo dado que se pretende evaluar el grado en que el desarrollo del sistema de transporte influyó en estas decisiones, el lograr evaluar el grado en que la aglomeración ejerció esta influencia, se contará con una medida real de la sensibilidad de las decisiones a estímulos externos.

El índice de Ellison – Glaeser se define como la relación entre los índices de Gini, de Herfindahl y la concentración relativa del empleo en los territorios de análisis.

Una versión simplificada del índice presentada por Callejón (1997) , que se interpreta como una medida del grado de localización de las entidades en función del grado de localización de la actividad a la cual pertenecen, se expresa de la siguiente manera:

$$(13) \quad \gamma_i = \sum_j \left( \frac{G_i - H_i}{1 - H_i} \right)$$

Siendo:

$G_i$ , el índice de Gini para la actividad (i)

$E_i$ , el índice de Herfindahl para la actividad (i)

En esta definición, el índice expresa la medida del “exceso” de concentración espacial respecto a la que se presentaría en un territorio si existiera una distribución aleatoria. Es decir, este índice puede indicar el grado en que una distribución se aleja del azar o la casualidad y por este motivo es comparable si se calcula para diferentes industrias y en diferentes ámbitos geográficos. A continuación y en la Tabla 14 y en el Gráfico 39 se presentan los resultados:

	2005	2010	2015
COMERCIO	0,235	0,213	0,270
INDUSTRIA	0,425	0,383	0,226
SERVICIOS	0,246	0,230	0,116
OTRAS	0,202	0,200	0,237

Tabla 13. Índice simplificado de Ellison-Glaeser en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

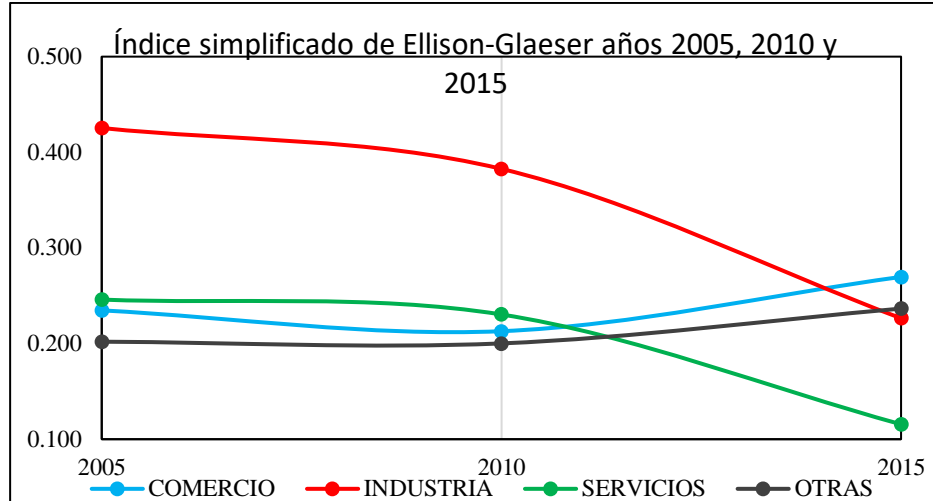


Gráfico 39. Índice simplificado de Ellison-Glaeser en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En la versión original del índice expone que un valor positivo demuestra una concentración superior en comparación con la concentración promedio de la actividad económica en general, siendo más alto el grado de concentración en la medida en que el índice crece. Así mismo, un índice con valor cercano a cero (0) demuestra que la distribución del territorio analizado es concordante con la hipótesis de aleatoriedad.

En algunos casos el índice resulta en valores negativos, lo cual hace necesario el análisis detallado de estos, involucrando otras variables que permitan explicar esta característica de co-localización (Holmes & Stevens, 2004).

En esta sección se propone la estructura del índice involucrando el aporte del empleo por UPZ para cada actividad económica como variable explicativa de los patrones de localización territorial de las industrias y por esta razón permite considerarlo como una fuerza determinante de la aglomeración.

La estructura propuesta de este índice, se expresa de la siguiente manera:

$$(14) \quad \gamma_i = \sum_j \left( \frac{G_i - (1-x) * H_i}{(1-x)(1-H_i)} \right)$$

Siendo:

$G_i$ , el índice de Gini para la actividad (i)

$E_i$ , el índice de Herfindahl para la actividad (i)

$x_j$ , el aporte del empleo por UPZ (j) en el empleo total de la ciudad

En la Tabla 15 y en el Gráfico 40 se presentan los resultados:

	2005	2010	2015
COMERCIO	0,242	0,220	0,287
INDUSTRIA	0,436	0,393	0,236
SERVICIOS	0,254	0,238	0,122
OTRAS	0,206	0,393	0,259

Tabla 14. Índice Ellison-Glaeser en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

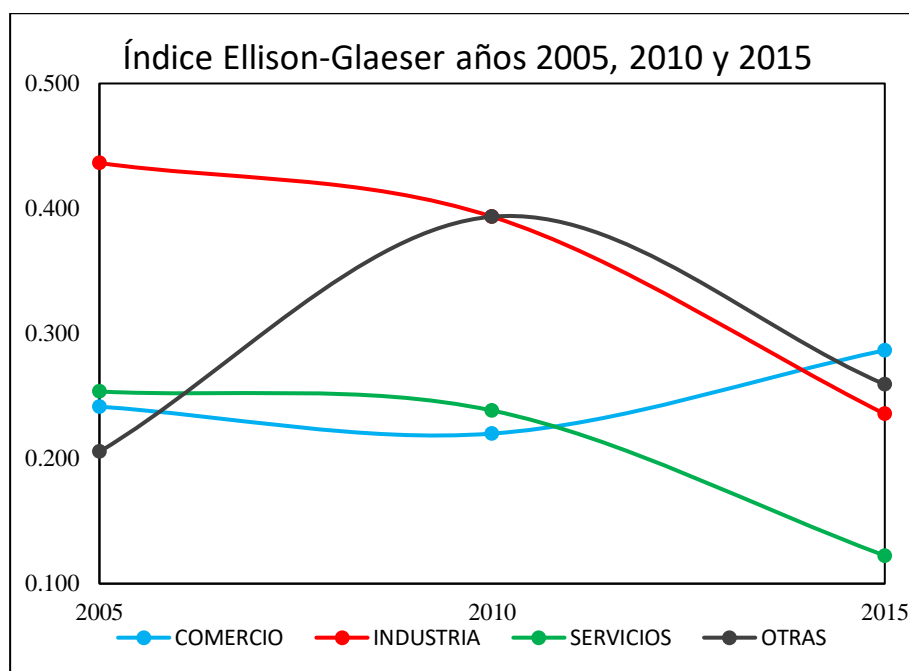


Gráfico 40. Índice de Ellison-Glaeser en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Como se demuestra en los resultados obtenidos con las dos metodologías de cálculo, el comportamiento de los 4 sectores y su evolución es similar presentándose algunas diferencias no del todo significativas en algunas cifras, pero manteniendo un comportamiento similar.

La información utilizada para este cálculo demuestra que el sector Comercio presenta índices negativos en el 2005 para la UPZ *108 Zona Industrial*, en el 2010 para las UPZ *19 El Prado*, *24 Niza*, *41 Muzú* y *108 Zona Industrial* y en el 2015 para la UPZ *44 Américas*; el sector Industrial presenta índices negativos en el 2005 para las UPZ *42 Venecia* y en el 2015 para las UPZ *30 Boyacá Real*, *39 Quiroga* y *98 Los Alcázares*; el sector Servicios presenta índices negativos en el año 2010 para las UPZ *24 Niza*, *40 Ciudad Montes* y *44 Américas* y en el 2015 para las UPZ *23 Casablanca Suba*, *25 La Floresta*, *30 Boyacá Real*, *90 Pardo Rubio* y *98 Los Alcázares* y el sector de Otras Actividades presenta índices negativos en el 2005 para la UPZ *97 Chicó Lago*, en el 2010 para las UPZ *34 Veinte de Julio*, *41 Muzú*, *44 Américas*, *45 Carvajal* y *74 Engativá* y en el 2015 para las UPZ *16 Santa Bárbara* y *97 Chicó Lago*.

Solo en el 2010 en la UPZ *24 Niza* para el caso de Comercio y Servicios, la UPZ *41 Muzú* en el caso de Comercio y Otras Actividades, la UPZ *44 Américas* para el caso de Servicios y Otras Actividades, o en el 2015 para la UPZ *30 Boyacá Real* para el caso de Comercio y Servicios y la UPZ *98 Los Alcázares* para el caso de Industria y Servicios presentan valores negativos de manera simultánea.

En cuanto a los valores positivos para este índice que se encuentran dentro del 10% de las UPZ con valores más cercanos a cero, es decir aquellas que en cada año parecerían presentar una distribución aleatoria en la cual el empleo no se consideraría como un factor de la aglomeración, solo las UPZ *79 Calandaima* y *83 Las Margaritas* de la localidad de Kennedy en el año 2015 se encuentran dentro de este grupo de manera simultánea para las actividades Comercio, Industria, Servicios y Otras Actividades.

Esto podría indicar que en las áreas señaladas, la distribución económica presenta rasgos de aleatoriedad y no parecen responder a características de organización espacial.

A manera de conclusión de esta sección en la que se analiza la dinámica evolutiva de los patrones de distribución de la economía de la ciudad, cuyo análisis permitió complementar el análisis de la caracterización de la distribución del capítulo anterior, en la tabla 16 se presentan simultáneamente los índices reseñados para los 4 sectores de la economía en cada uno de los años. El análisis conjunto de los índices puede resultar en que un sector no presenta el comportamiento esperado consistente para todas las mediciones, situación completamente normal en mercados

complejos con heterogeneidad de características y dimensiones de los territorios analizados. Adicionalmente y tal y como se destaca en la literatura (B. Hall, 2005; Marcon & Puech, 2003) , estas diferencias también se ocasionan por el efecto corrector del índice de Herfindahl-Hirschman al potencializar su resultado con valores elevados que se asignan a espacios con altos niveles de concentración con un reducido número de empresas.

<b>2005</b>					
	<b>Gini</b>	<b>Theil</b>	<b>Herfindahl</b>	<b>Lieberson</b>	<b>Ellison-Glaeser</b>
COMERCIO	0,255	4,212	0,020	0,378	0,242
INDUSTRIA	0,446	4,156	0,021	0,146	0,436
SERVICIOS	0,275	4,062	0,030	0,472	0,254
OTRAS	0,223	4,216	0,021	0,130	0,206

<b>2010</b>					
	<b>Gini</b>	<b>Theil</b>	<b>Herfindahl</b>	<b>Lieberson</b>	<b>Ellison-Glaeser</b>
COMERCIO	0,235	4,175	0,022	0,384	0,220
INDUSTRIA	0,405	4,131	0,022	0,151	0,393
SERVICIOS	0,262	4,014	0,032	0,468	0,238
OTRAS	0,226	4,115	0,026	0,106	0,393

<b>2015</b>					
	<b>Gini</b>	<b>Theil</b>	<b>Herfindahl</b>	<b>Lieberson</b>	<b>Ellison-Glaeser</b>
COMERCIO	0,311	3,711	0,042	0,262	0,287
INDUSTRIA	0,274	3,721	0,048	0,220	0,236
SERVICIOS	0,180	3,506	0,064	0,506	0,122
OTRAS	0,325	3,350	0,090	0,129	0,259

Tabla 15. Índices de Gini, Theil, Herfindahl, Lieberson y Ellison-Glaeser en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Este apartado presenta la evaluación necesaria para complementar el análisis y la caracterización de la economía bogotana adelantados en este documento.

Lo anterior a fin de contar con un panorama claro que permitiera a este autor proponer modelos que aporten en lo pertinente a disminuir la brecha y los vacíos teóricos y de comprobación empíricos que se identifican en la literatura, al evaluar la posible existencia de efectos del aumento de la cobertura de Transmilenio en las decisiones de localización geográfica de las empresas y en la generación de empleo de las mismas.

Para ello se plantea complementar la caracterización de la distribución empresarial y la evaluación de las dinámicas de localización de las organizaciones en la ciudad, haciendo uso de

algunas herramientas para analizar la especialización productiva de la ciudad como elemento representativo del resultado de la interacción de las organizaciones con la economía de la ciudad.

A continuación se presentan los resultados de la aplicación de los índices seleccionados para esta evaluación:

### 3.3.9. Índice de Especialización Local o Coeficiente Locacional (IEL)

El índice de especialización local o Coeficiente locacional permite evaluar el peso de las actividades económicas de un territorio respecto al peso de esta actividad en un territorio mayor que la contiene (Combes, 2000).

El índice se expresa de la siguiente manera:

$$(15) \quad IEL_{ij} = \frac{\left(\frac{e_{ij}}{e_j}\right)}{\left(\frac{E_i}{E}\right)}$$

Siendo:

$e_{ij}$ , el empleo de la actividad (i) en la UPZ (j)

$e_j$ , el empleo total en la UPZ (j)

$E_i$ , el empleo total en la ciudad de la actividad (i)

$E$ , el empleo total en la ciudad

Como se observa, este índice evalúa la participación local de una actividad frente a la participación general y por tanto su resultado evidencia si un territorio tiene menos, igual o más presencia de cierta actividad frente a la presencia en la ciudad (Blair, 1995).

En ese orden de ideas, un resultado de IEL mayor que 1 indica que el territorio local evaluado (j) se especializa en esa actividad (i) dentro del conjunto del territorio más general.

Y por extensión, el valor obtenido (x) indica que la presencia de dicha actividad (i) es mayor “x” veces que la misma actividad (i) en el territorio general, por tanto es una medida de presencia del clúster (i) en la región (j).

Dado que la presente investigación toma como extensión de la región básica de análisis la UPZ y como actividades los sectores de Comercio, Industria, Servicios y otras actividades, lo anterior se toma como ámbito de estudio.

Para resaltar aquellas regiones y actividades donde esta especialidad es notoria, se presentan los resultados para  $IEL > 1,5$ , situación que evidencia la existencia de clústeres, aglomeraciones o subcentros de empleo por actividad, lo que indicaría que las actividades señaladas tienen un 150% más de presencia en la estructura ocupacional de la UPZ indicada que la presencia que tienen en la ciudad en general (Duranton & Puga, 2004). Las Tablas 17, 18, 19 y 20 presentan estos resultados.

<b>COMERCIO</b>					
<b>2005</b>		<b>2010</b>		<b>2015</b>	
<b>UPZ</b>	<b>IEL</b>	<b>UPZ</b>	<b>IEL</b>	<b>UPZ</b>	<b>IEL</b>
53	1,6	1	1,6	2	1,7
78	1,5	53	1,6	29	1,9
83	2,0	83	1,9	35	2,0
102	1,6	87	1,6	40	1,9
				46	1,7
				48	1,6
				53	2,1
				58	3,1
				73	2,1
				78	2,4
				80	1,8
				85	2,6
				87	1,6
				95	1,8
				102	1,6
				115	1,6
				117	1,7

Tabla 16. Índice IEL sector Comercio en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

INDUSTRIA							
2005		2010		2015			
UPZ	IEL	UPZ	IEL	UPZ	IEL	UPZ	IEL
12	1,7	12	1,8	1	2,4	70	3,3
35	1,7	35	1,6	9	1,9	71	2,7
36	1,6	38	1,8	28	1,5	74	2,0
38	1,9	39	1,7	37	1,6	76	2,3
39	1,8	43	1,6	41	1,8	79	3,5
43	1,6	45	1,9	43	1,7	80	1,6
45	2,2	62	1,9	44	1,8	81	2,3
62	1,9	76	2,1	45	2,6	82	2,1
76	2,2	77	4,4	50	2,7	84	1,7
77	2,3	78	1,6	51	2,5	86	1,6
103	2,0	103	1,5	54	2,9	87	2,5
108	2,5	108	2,4	55	1,8	89	1,6
111	1,8	109	1,8	57	1,8	96	2,7
112	2,4	110	1,8	61	2,8	102	1,5
113	2,8	111	1,9	62	1,7	103	1,9
115	2,7	112	2,3	67	2,1	108	1,6
116	1,6	113	3,3	68	2,4	111	1,6

Tabla 17. Índice IEL sector Industria en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

SERVICIOS					
2005		2010		2015	
UPZ	IEL	UPZ	IEL	UPZ	IEL
15	1,6	14	1,5	52	1,9
88	1,6	15	1,6	105	1,7
91	1,8	20	1,5		
92	1,5	78	1,5		
97	1,5	91	1,6		
101	1,5	101	1,5		
106	1,6	104	1,5		
		106	1,6		

Tabla 18. Índice IEL sector Servicios en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

OTRAS ACTIVIDADES					
2005		2010		2015	
UPZ	IEL	UPZ	IEL	UPZ	IEL
20	1,7	1	2,9	36	1,5
23	1,6	10	1,6	37	1,6
35	1,6	17	1,5	41	2,2
52	1,8	23	1,7	48	3,1
56	2,0	35	1,8	53	4,3
58	1,9	56	2,1	54	1,6
59	1,9	57	1,5	56	2,3
76	1,5	58	1,9	57	2,3
83	2,3	59	1,9	84	2,5
104	2,1	83	2,9		
105	6,7	104	2,5		
112	2,7	108	1,7		
114	1,7				
116	1,6				

Tabla 19. Índice IEL sector Otras Actividades en Bogotá – años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Al analizar los resultados se pueden destacar las siguientes situaciones:

Respecto al sector Comercio, durante los años 2005 y 2010, la estructura ocupacional de un reducido número de UPZ es al menos 1,5 veces mayor que el de la ciudad. Sin embargo y para el 2015, el 15,7% de las áreas de Bogotá reportaron una presencia de empleo mayor por lo menos 1,5 veces que el índice de la ciudad. Es decir, existe un alto porcentaje del territorio con potencialidad de albergar subcentros de empleo de Comercio. Se destaca que en ellos los niveles oscilan desde 1,6 veces hasta 2,6 veces.

En cuanto al sector Industrial el potencial de existencia de aglomeraciones es mucho mayor. Para los años 2005 y 2010, un 15,7% y un 16,7% respectivamente de la cantidad de UPZ reportan índices de presencia de empleo por lo menos 1,5 veces mayores que los del promedio de la actividad en la ciudad. Para el 2015, la presencia de estos niveles alcanzó el 32,4% de las UPZ y la concentración fluctuó entre 1,5 y 4,4 veces.

En el sector Servicios la cantidad de UPZ que superaban el umbral de 1,5 veces la concentración del promedio, fue más reducida y alcanzó niveles de 6,5%, 7,4% y apenas 1,9% de la cantidad de UPZ con concentraciones por encima de los niveles escogidos para este análisis. La cota mayor de concentración alcanzada fue de 1,9 veces en el 2015.

El sector de Otras Actividades no fue ajeno a esta evolución. Los niveles de concentración alcanzaron topes de 6,7 veces en el 2005, 2,9 veces en el 2010 y 4,3 veces en el 2015, convirtiéndose de esta manera en los niveles más altos en que se superó el promedio de la ciudad en los sectores analizados.

Como conclusión final se podría decir que la evaluación de la variable empleo asignada a cada unidad geográfica en los sectores de la economía, apoya las hipótesis de localización y participación en el aparato productivo de la ciudad en las cuales se señala que la evolución de la economía ha resultado en la desconcentración de las actividades económicas de la ciudad y en un proceso simultáneo de potencialización y especialización que ha derivado en la desconcentración especializada de Bogotá.

### **3.3.10. Índice de Diversificación Económica (IDE)**

El índice de diversificación económica (IDE) evalúa el tipo de estructura productiva u ocupacional de un territorio dimensionando la participación de los sectores o actividades que en ella se desarrolla (Duranton & Puga, 2000). Al tratarse de una evaluación de la mezcla de las

actividades evaluando el cuadrado del peso de las actividades que en ella se desarrollan, permite la comparación entre dos áreas donde una de ellas está contenida en la otra. Esto permite dar una idea de la especialización o concentración de un territorio y su paralelo con las áreas más pequeñas que se encuentran en su interior (Goldberg & Mahmoud, 2013).

El índice se expresa de la siguiente manera:

$$(16) \quad IDE_j = \frac{1}{\sum_i \left( \frac{e_{ij}}{e_j} \right)^2}$$

Siendo:

$e_{ij}$ , el empleo de la actividad (i) en la UPZ (j)

$e_j$ , el empleo total en la UPZ (j)

En el caso de que el índice exprese una cifra cercana a 1, se trataría de un sector con una alta concentración del empleo en uno solo o en un reducido número de sectores.

En la medida en que el índice registra un mayor valor, se está ante la presencia de estructuras ocupacionales más diversificadas.

Para el caso de esta investigación, la máxima concentración ocurriría si en una UPZ se encuentra la totalidad del empleo. El valor del índice sería 1.

Así mismo, una distribución homogénea teórica que se presentaría en el caso de que los cuatro sectores tuvieran la misma medida en la estructura ocupacional (igual número de empleos), el índice registraría un valor de 4.

Por esa razón, el 1 y el 4 pueden considerarse como los límites extremos posibles del índice para el presente trabajo.

Con estas condiciones claras, se procedió a calcular el IDE por UPZ y en general para Bogotá en el 2005, 2010 y 2015. Para el caso de la ciudad en general se obtuvo un IDE de 3,06 en

el 2005, de 3,0 en el 2010 y de 3,05 en el 2015 lo cual evidencia un alto nivel de diversificación económica dados los límites teóricos expresados anteriormente.

Por otro lado, al calcular el IDE para cada UPZ en cada uno de los años, se encontraron resultados mixtos con valores que varían entre el 1,22 y el 3,84, cifras que se convierten en los límites ajustados para este caso.

Para ilustrar de mejor manera el panorama de especialización de la ciudad de acuerdo con lo anteriormente expuesto, se procedió a identificar las áreas más diversificadas, tomando como criterio aquellas que presentaban un valor del índice mayor que el valor para la ciudad en cada uno de los años y se procedió también a identificar las áreas más concentradas, para lo cual se identificaron aquellas con valores de índice menores que 2, cifra elegida tras analizar la totalidad de valores y definir que era representativo para esta característica.

En las Tablas 20, 21 y 22 se presentan las UPZ con valores de índice iguales o superiores al índice en general para la ciudad. Se resalta el alto porcentaje de áreas en cada año con esta característica, lo que brinda nuevamente soporte a la hipótesis evaluada durante todo el capítulo acerca del dinamismo de desconcentración y especialización de diferentes sectores de Bogotá y a su vez se asocian a la existencia de subcentros para cada sector a lo largo de la ciudad, lo que ha derivado en la desconcentración especializada de la ciudad.

2005							
UPZ	IEL	UPZ	IEL	UPZ	IEL	UPZ	IEL
12	3,2	41	3,3	57	3,2	103	3,1
22	3,2	42	3,1	58	3,4	108	3,7
26	3,1	43	3,4	59	3,5	109	3,1
33	3,1	44	3,3	62	3,4	110	3,5
35	3,6	45	3,5	68	3,2	111	3,7
36	3,5	48	3,1	73	3,1	112	3,8
37	3,1	52	3,4	74	3,2	113	3,6
38	3,4	54	3,1	75	3,1	115	3,5
39	3,3	55	3,1	76	3,8	116	3,7
40	3,2	56	3,3	77	3,8		

Tabla 20. Índice IDE valores superiores al promedio detallados por UPZ – año 2005

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

2010							
UPZ	IEL	UPZ	IEL	UPZ	IEL	UPZ	IEL
10	3,2	37	3,1	52	3,2	80	3,2
12	3,3	38	3,3	54	3,1	94	3,0
19	3,2	39	3,2	56	3,2	108	3,7
22	3,1	40	3,1	57	3,1	110	3,4
23	3,2	41	3,3	58	3,2	111	3,2
26	3,1	42	3,0	59	3,4	112	3,3
30	3,0	43	3,4	62	3,3	113	3,2
33	3,1	44	3,1	73	3,0	115	3,0
35	3,6	45	3,4	74	3,2	116	3,2
36	3,5	48	3,0	76	3,4		

Tabla 21. Índice IDE valores superiores al promedio detallados por UPZ – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

2015							
UPZ	IEL	UPZ	IEL	UPZ	IEL	UPZ	IEL
2	3,3	35	3,1	62	3,4	86	3,1
18	3,3	37	3,8	65	3,1	89	3,4
19	3,1	38	3,6	67	3,3	95	3,2
22	3,4	41	3,3	69	3,2	98	3,1
25	3,1	42	3,2	72	3,1	102	3,4
26	3,1	43	3,4	74	3,4	103	3,3
27	3,2	44	3,5	75	3,1	108	3,5
29	3,4	46	3,3	80	3,2	111	3,4
30	3,1	48	3,5	81	3,3	112	3,2
32	3,2	56	3,4	82	3,2	115	3,1
33	3,1	57	3,1	84	3,8	116	3,6

Tabla 22. Índice IDE valores superiores al promedio detallados por UPZ – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En la Tabla 23 se presentan aquellas UPZ con valores del índice menores que lo que se considera un alto valor de ausencia de diversificación en el territorio. Así mismo, se presenta el porcentaje de concentración de empleo del sector que causa esta ausencia y se especifica de cuál se trata.

AÑO	UPZ	IEL	% Empleo	Sector
2005	15	1,9	68,6%	Servicios
2005	83	1,8	68,1%	Comercio
2005	88	2,0	68,6%	Servicios
2005	91	1,7	75,4%	Servicios
2005	105	1,5	80,0%	Otras Act.
2010	15	1,9	68,6%	Servicios
2010	83	1,9	66,7%	Comercio
2010	91	1,9	70,3%	Servicios
2010	106	1,9	69,3%	Servicios
2015	52	1,2	90,3%	Servicios
2015	58	1,9	67,9%	Comercio
2015	79	2,0	66,7%	Industrial
2015	105	1,4	81,8%	Servicios

Tabla 23. Índice IDE de ausencia de diversificación y concentración de empleo– años 2005, 2010 y 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

### 3.3.11. Índice Gi- de Getis-Ord (G\*)

En el caso de la aplicación a esta investigación del análisis de Getis – Ord G\* también conocido como análisis “*clustering alto-bajo*” complementa el análisis I de Moran, permitiendo definir si en aquellos casos donde se identificó concentración empresarial se presentan aglomeraciones de empresas con altos o con bajos niveles de empleo.

Esta característica a su vez complementa los resultados resaltados al presentar la aplicación del índice Ellison-Glaeser brindando una aproximación gráfica a estos resultados, situación que facilita su evaluación e interpretación.

El índice se expresa de la siguiente manera:

$$(17) \quad G_{ij}^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} e_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{ij}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{ij})^2}{n-1}}}$$

Siendo:

$w_{ij}$ , el peso espacial entre la actividad (i) y la UPZ (j)

$e_j$ , el empleo total en la UPZ (j)

$$\bar{x} = \frac{\sum_j e_j}{n} \quad ; \quad s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n e_j^2}{n} - \bar{x}^2}$$

Esta estadística valora el peso de cada organización en el contexto de su entorno, evaluando la significancia del peso de cada una y definiendo si es estadísticamente significativo. Para ser considerado un elemento estadísticamente significativo en función de su ubicación, del empleo que representa y de las aglomeraciones que posiblemente conforme para apoyar las hipótesis de esta investigación, el índice G\* mide simultáneamente lo anterior, adelantando una evaluación de pesos relativos y de posicionamiento geográfico de manera simultánea.

En el caso de este análisis estadístico se parte de la hipótesis nula acerca de la agrupación producto de la aleatoriedad espacial completa. Los valores  $z$  y  $p$  permiten la evaluación y por tanto la aceptación o rechazo de esta hipótesis.

Cuando sus resultados incluyen *puntuaciones*  $z$  o desviaciones estándar estadísticamente significativas (en el caso de  $z > 0$  se indica la agregación de valores altos y con probabilidades de menos del 1% de que estas aglomeraciones con valores altos de empleo sean producto de la aleatoriedad) para el caso de que la suma de los pesos del entorno sean más altos respecto al valor esperado y valores  $P$  de probabilidad (en el caso de valores  $P$  pequeños, es muy poco probable o existe una pequeña probabilidad de que el patrón espacial observado sea resultado de procesos aleatorios). Al usar la opción *FDR* provista por el ArcGis, la importancia estadística se ajusta para tener en cuenta la dependencia espacial y la realización de varias pruebas.

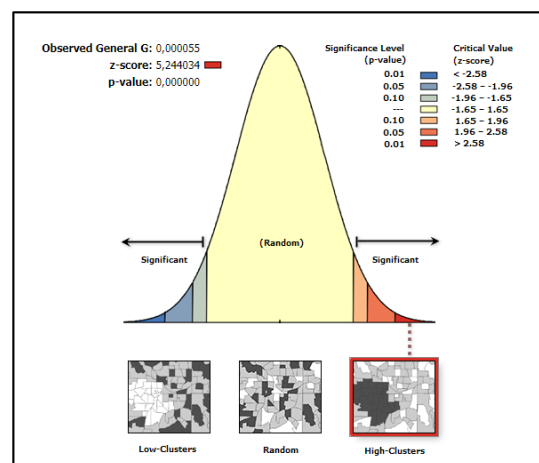


Gráfico 41. Índice Gi de Getis Ord – Sector General año 2005  
 Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

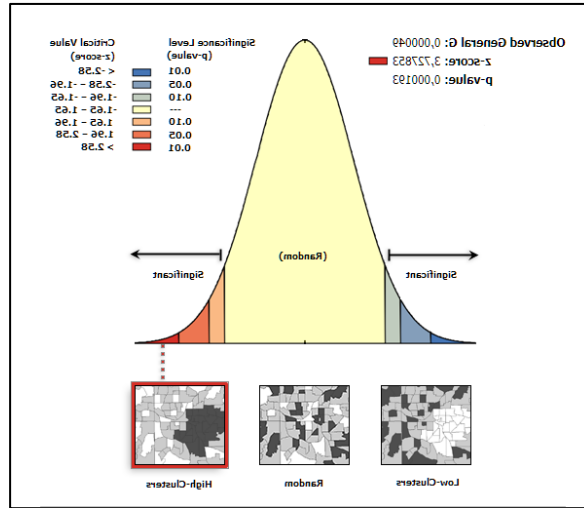


Gráfico 42. Índice Gi de Getis Ord – Sector Comercio año 2005  
 Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

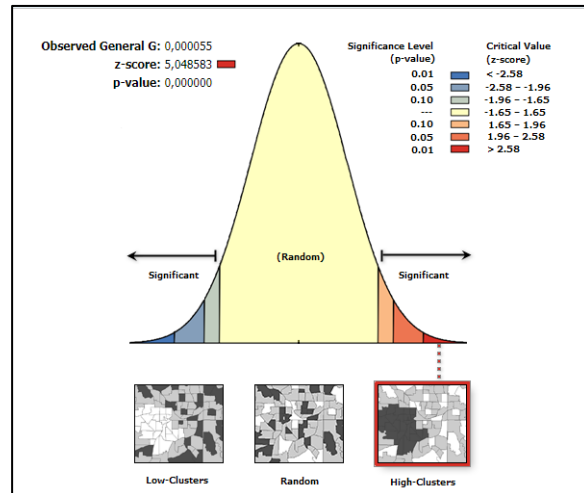


Gráfico 43. Índice Gi de Getis Ord – Sector Industrial año 2005  
 Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

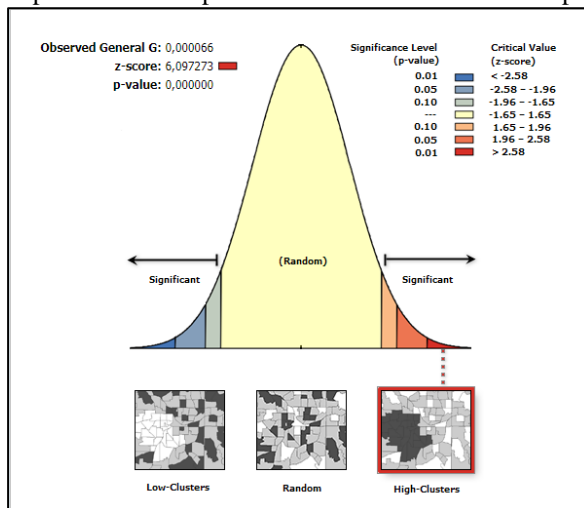


Gráfico 44. Índice Gi de Getis Ord – Sector Servicios año 2005

Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

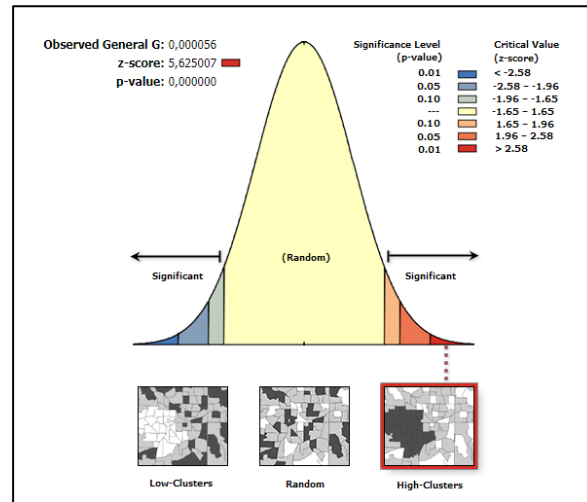


Gráfico 45. Índice Gi de Getis Ord – Sector Otras Actividades año 2005  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

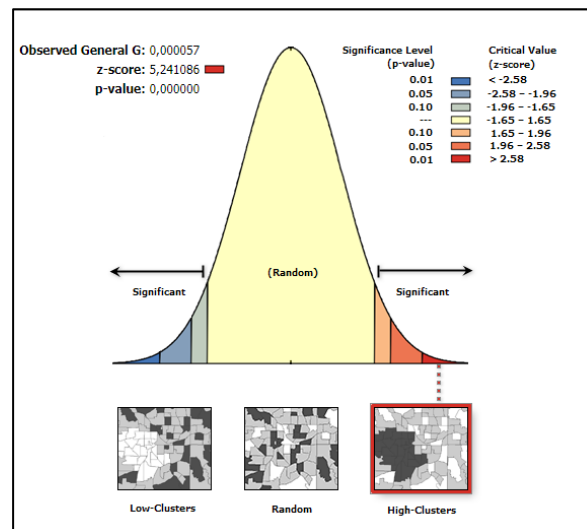


Gráfico 46. Índice Gi de Getis Ord – Sector General año 2010  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

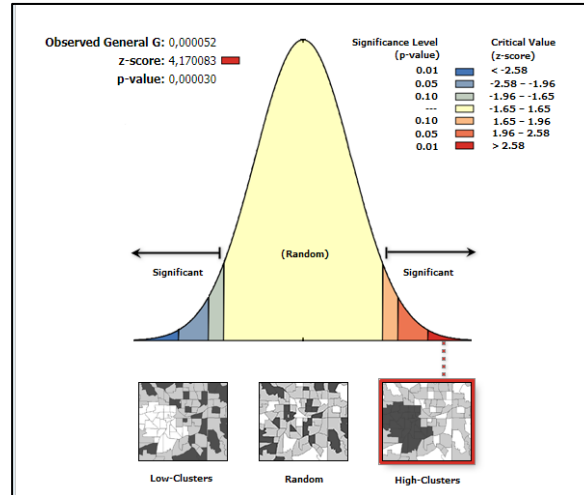


Gráfico 47. Índice Gi de Getis Ord – Sector Comercio año 2010  
 Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

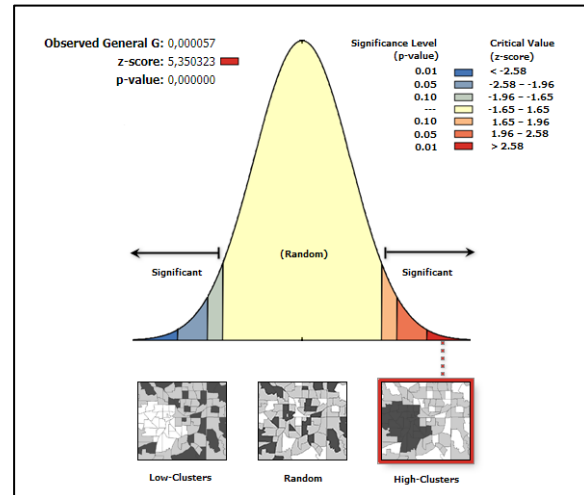


Gráfico 48. Índice Gi de Getis Ord – Sector Industrial año 2010  
 Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

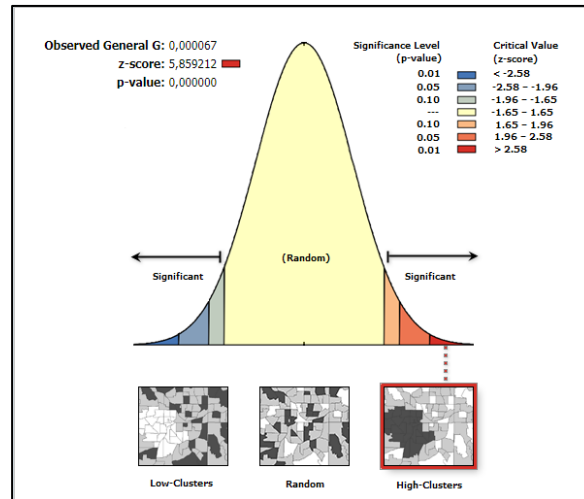


Gráfico 49. Índice Gi de Getis Ord – Sector Servicios año 2010  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

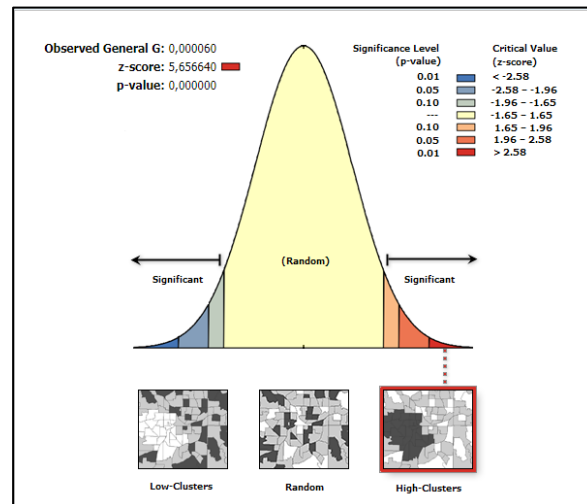


Gráfico 50. Índice Gi de Getis Ord – Sector Otras Actividades año 2010  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

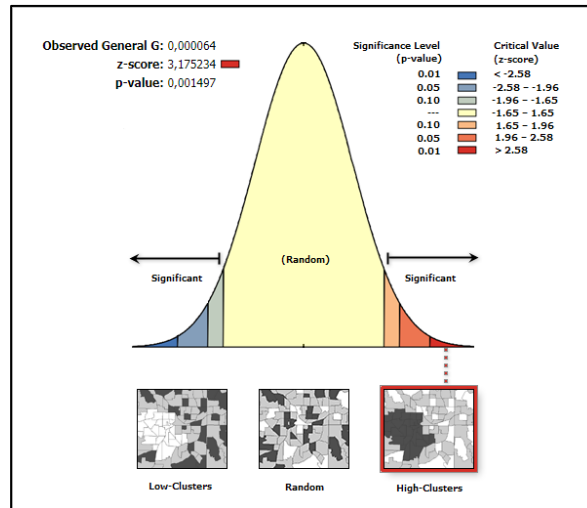


Gráfico 51. Índice Gi de Getis Ord – Sector General año 2015  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

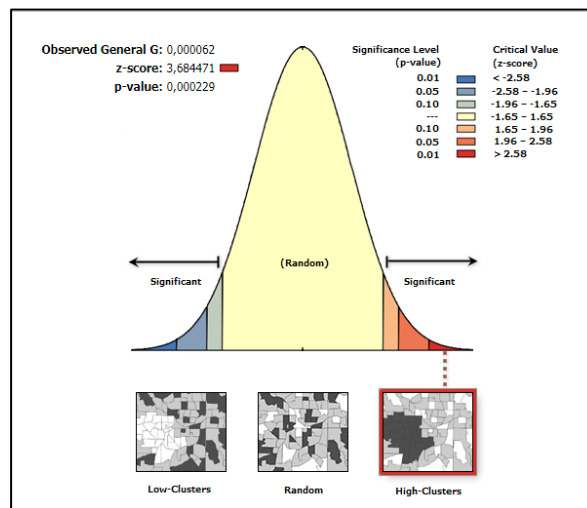


Gráfico 52. Índice Gi de Getis Ord – Sector Comercio año 2015  
Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

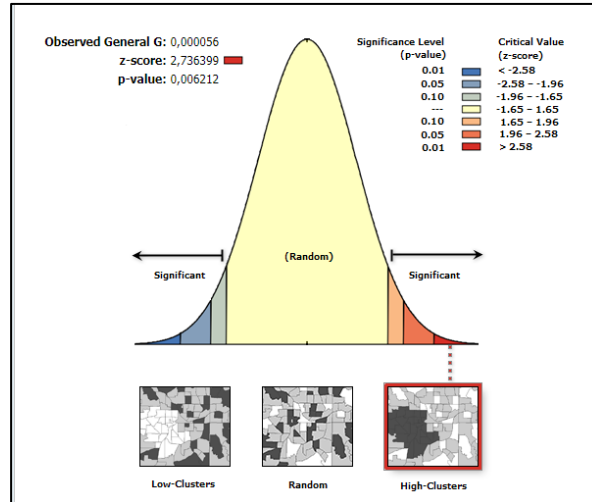


Gráfico 53. Índice Gi de Getis Ord – Sector Industrial año 2015  
 Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

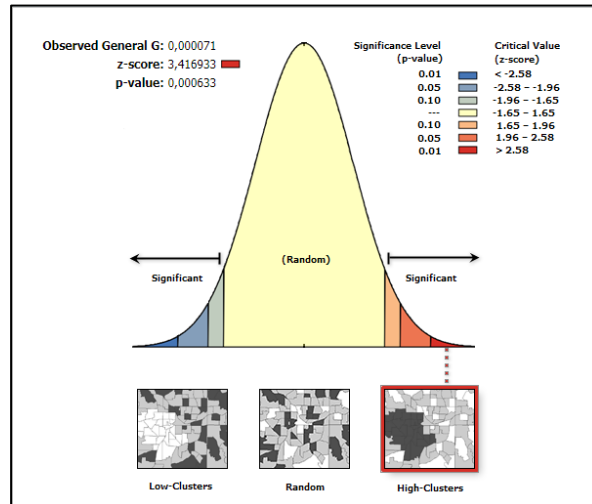


Gráfico 54. Índice Gi de Getis Ord – Sector Servicios año 2015  
 Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

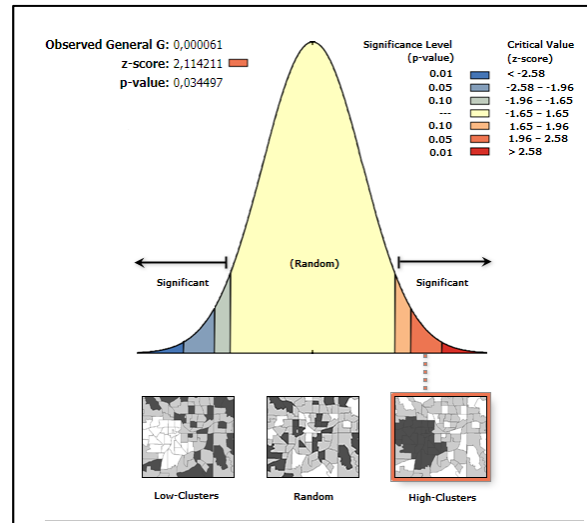


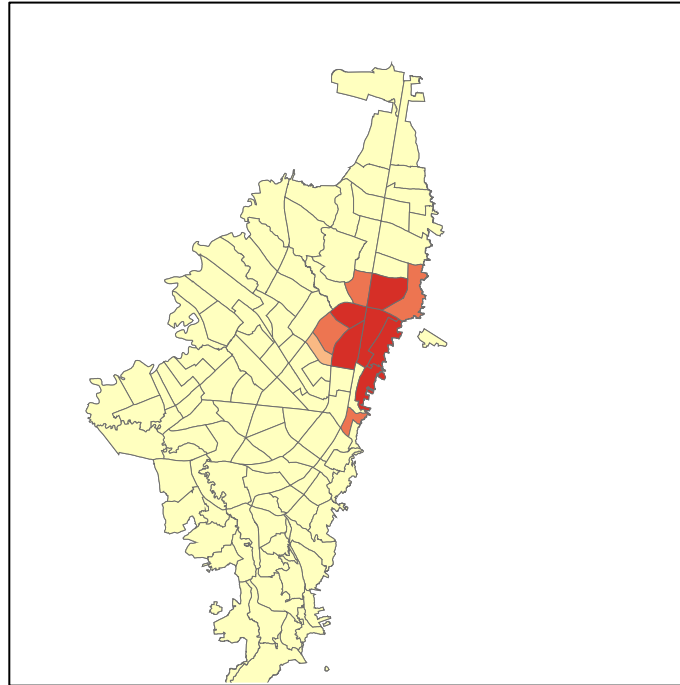
Gráfico 55. Índice Gi de Getis Ord – Sector Otras Actividades año 2015  
 Fuente: Reporte del SIG a partir de los cálculos adelantados por el autor

Como se recordará, respecto al anterior análisis del índice de Moran, se comprobó estadísticamente que en la ciudad se habían conformado aglomeraciones para la economía en general y para cada uno de los sectores económicos analizados en los tres años de estudio.

En este apartado, atendiendo a los resultados del índice  $G^*$  y su representación gráfica presentada en los Gráficos 41 al 55 (evaluando los valores de desviación estándar y de probabilidad que permitieron rechazar la hipótesis de aleatoriedad), se puede afirmar que en la totalidad de los casos las aglomeraciones conformadas presentan características de altos niveles de empleo, lo que confirma nuevamente la existencia de los subcentros de empleo que se han evidenciado en el capítulo de la caracterización económica de la ciudad.

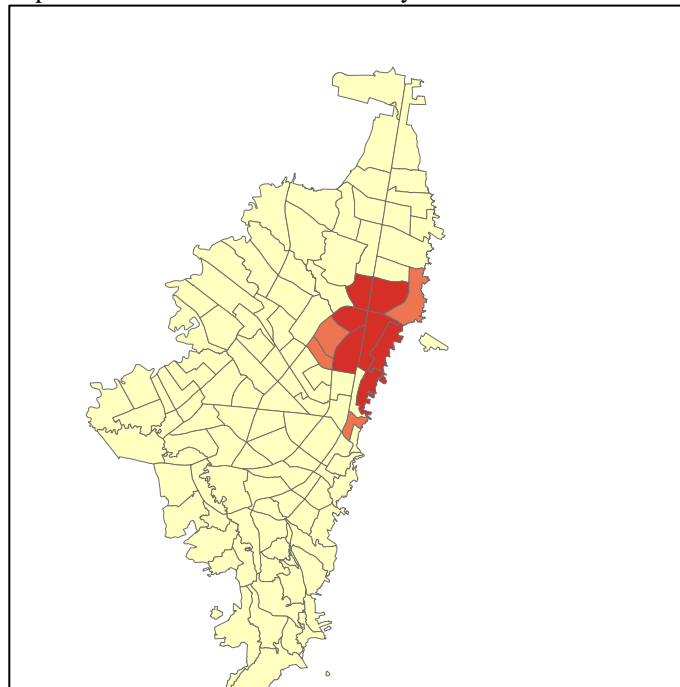
Los mapas 34, 35 y 36 representan bajo la modalidad de escalas de colores las UPZ que en cada año presentan los índices más altos de aglomeración evaluada bajo esta metodología. Los mapas 37, 38 y 39 representan, bajo esta misma metodología, el valor del índice  $G^*$  para la totalidad de la ciudad. Estas dos categorías de representación difieren en sus resultados gráficos debido a que al analizar solo los valores más altos, se genera una propia categoría de colores para esta característica mientras que al analizar la totalidad del territorio se crea otra escala propia no necesariamente igual en las tonalidades de los mapas.

Mapa 31. Evaluación de UPZ con mayores índices  $G_i^*$  Año 2005



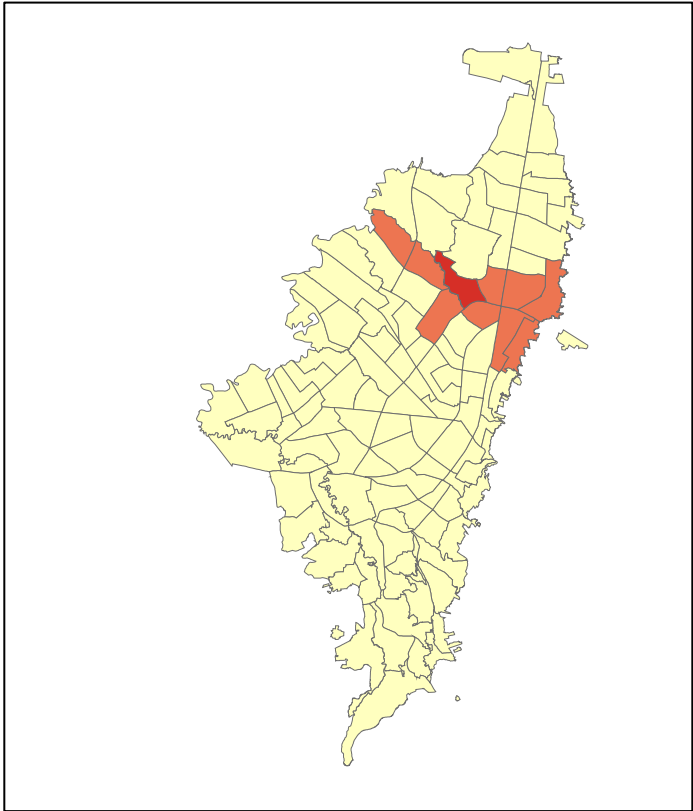
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 32. Evaluación de UPZ con mayores índices  $G_i^*$  Año 2010



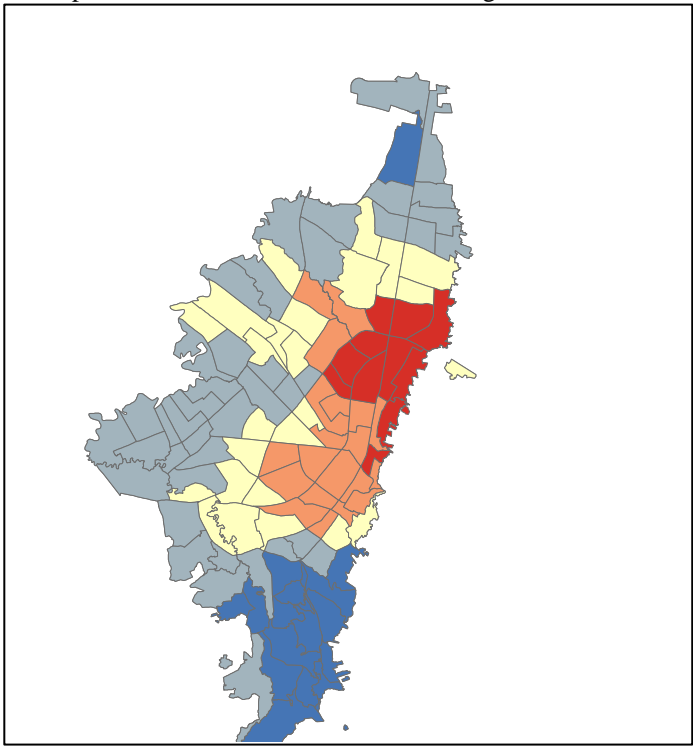
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 33. Evaluación de UPZ con mayores índices  $G_i^*$  Año 2015



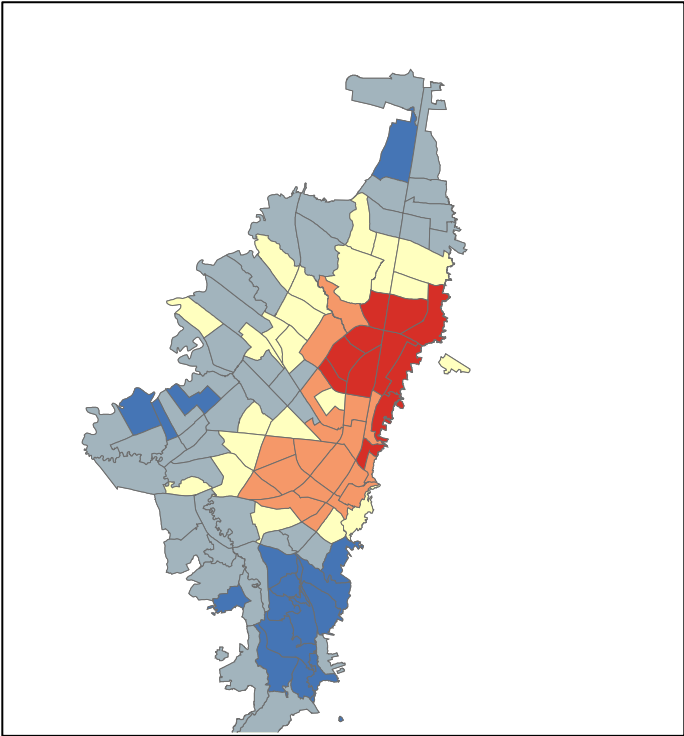
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 34. Evaluación del índice  $G^*$  en Bogotá - Año 2005



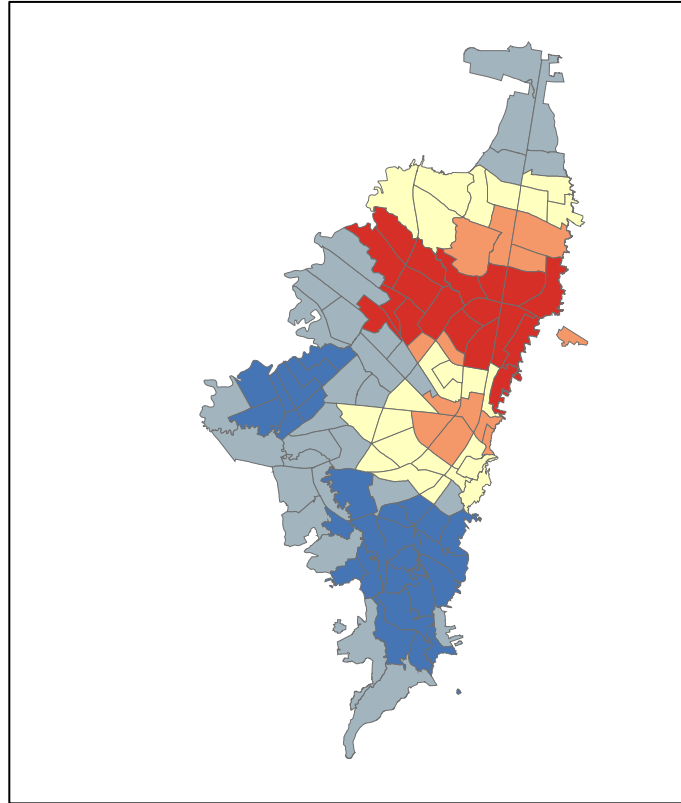
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 35. Evaluación del índice G\* en Bogotá - Año 2010



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 36. Evaluación del índice G\* en Bogotá - Año 2015



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

### 3.3.12. Función K de Ripley o Análisis clúster espacial de distancia múltiple

La función K de Ripley forma parte de los métodos no paramétricos de evaluación de la aleatoriedad espacial (Giuliani et al., 2012), que analiza cómo cambia la concentración espacial (o la dispersión de los centroides de las empresas o manzanas en términos de distancia) cuando cambia el tamaño del área donde está contenida. Se parte de la hipótesis de que si el área crece, la concentración espacial debe aumentar proporcionalmente para conservar la relación espacial de manera similar a como debería comportarse si el área disminuye.

El índice se expresa de la siguiente manera:

$$(18) \quad L(d) = \sqrt{\frac{A \sum_{a=1} \sum_{b=1, j \neq i} W_{a,b}}{\pi n(n-1)}}$$

Siendo:

$w_{ij}$ , el peso espacial entre las empresas (a) y (b)

$d$ , la distancia entre los centroides

$n$ , el número de empresas analizadas

$A$ , el área de cada manzana o de cada UPZ

Dada la anterior fórmula, con la transformación  $L(d)$ , el valor  $K$  esperado es igual a la distancia. Si no existe corrección de borde, el peso será igual a aquel que existiría cuando la distancia entre (a) y (b) sea menor a  $d$ , es igual a cero en cualquier otro caso.

En la representación gráfica cuando el valor  $K$  observado (en Rojo) es mayor que el valor esperado (en azul) para una distancia determinada, la distribución presenta características de agrupación para esa distancia. Cuando el valor  $K$  observado (en Rojo) es menor que el valor esperado (en azul) para una distancia determinada, la distribución presenta características de dispersión para esa distancia.

La aplicación de este índice para este trabajo, correspondiente a los años 2005, 2010 y 2015 puede observarse en los Gráficos 566, 57 y 58.

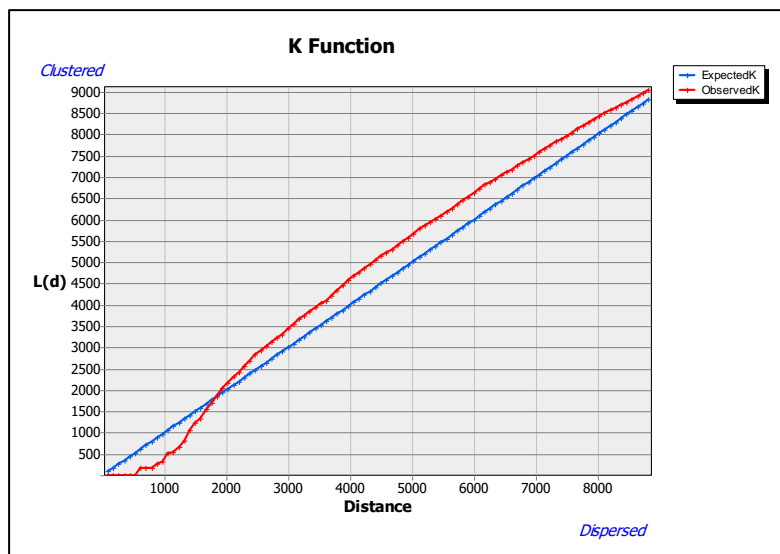


Gráfico 56. Índice K de Ripley en Bogotá – año 2005

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

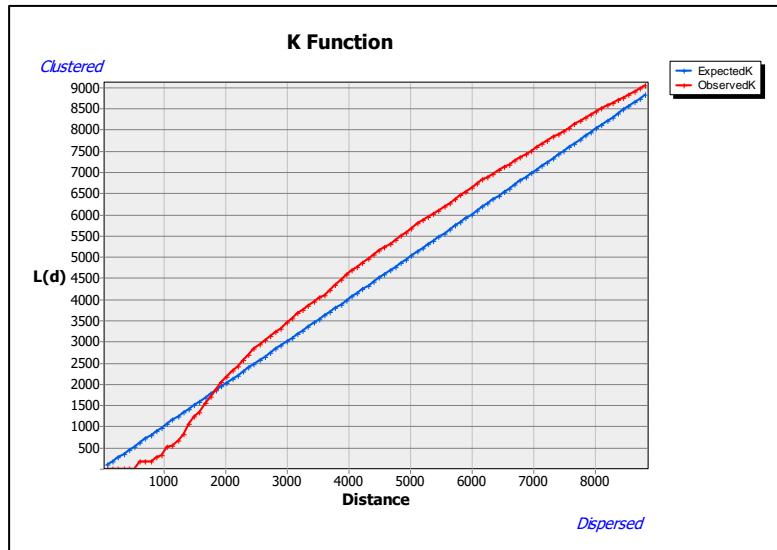


Gráfico 57. Índice K de Ripley en Bogotá – año 2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

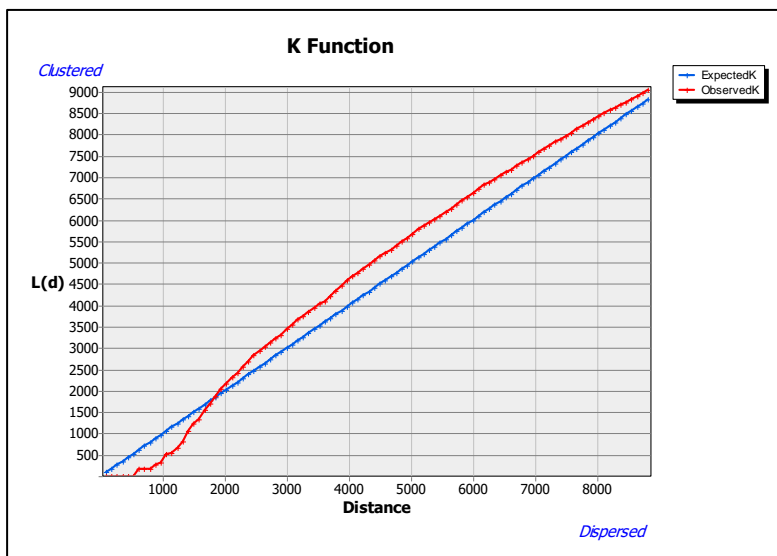


Gráfico 58. Índice K de Ripley en Bogotá – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En los tres gráficos puede evaluarse que, para distancias menores a los aproximadamente 2.000 metros, las empresas presentan características de dispersión que son estadísticamente significativas. En contraposición, para distancias comprendidas entre los 2.000 y los 10.000 metros las empresas presentan características de aglomeración que son estadísticamente significativas.

Complementando lo observado anteriormente, estos resultados permiten afirmar que el tamaño de los subcentros de empleo (presencia de aglomeración) no dependen directamente de la distancia entre las empresas que los conforman.

Como una manera de consolidar los resultados presentados anteriormente, sobre la evolución de la densidad económica de la ciudad, la evolución del aumento de la cobertura de Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones y asociado al incremento en los niveles de ingreso promedio de pasajeros y sobre la dinámica de posicionamiento y especialización de empresas y empleo en la ciudad, se propone un análisis simultáneo de algunos de estos resultados a fin de caracterizar estas dinámicas.

El análisis conjunto de la distancia existente entre un área en estudio hacia el epicentro de la clase de actividad en la ciudad, la posibilidad de que existan áreas con similares características en sus cercanías, permite una aproximación a la identificación de subcentros de negocio o empleo.

Y esta identificación, sumada a aquellas que permiten clasificar la geografía en función de los niveles de densidad de empresas y empleo por subárea y en función de los flujos de ciudadanos que para el caso de esta investigación son señalados por medio del nivel de uso de Transmilenio servirán como sustento para formalizar la dinámica de posicionamiento geográfico de la economía de Bogotá en los períodos 2005, 2010 y 2015, tal y como se anuncia en el presente capítulo.

Dado que la clasificación en cuanto a la densidad de empresas y empleo, en cuanto al uso del sistema de transporte analizado se presentaron de manera estadística comparativa y de manera gráfica al inicio de este segmento, se presenta a continuación la clasificación propuesta por Giuliano y Small (1991) para la caracterización de la estructura metropolitana de las ciudades. Esta metodología que posibilita la identificación de subcentros de empleo también es utilizada por García López (2006) y por Roca Cladera et al. (2011) en lo que se denomina en sus propuestas como *umbrales geográficos de densidad y empleo*.

Índice de contigüidad
-----------------------

Distancia estándar		Menor a la mediana	Mayor a la mediana
	Menor a la mediana	Concentrada	Monocentrismo
	Mayor a la mediana	Dispersa	Policentrismo

Cuadro 7. Clasificación comparativa de medidas de concentración y dispersión  
Fuente: Giuliano y Small (1991)

En las Tablas 4, 5, 6, 7 y 8 se presentan los resultados consolidados de la Distancia Estándar, el Índice de proximidad o Contigüidad por UPZ de acuerdo con la fórmula 9, los niveles de densidad según se calculó en apartados anteriores y la clasificación de concentración o dispersión de acuerdo con lo explicado en el Cuadro 7. Esta clasificación se presenta tanto para aquellas áreas que presentan altos índices de contigüidad (se toma el 10% superior para cada clase de actividad) como para la ciudad como un todo. Se han elegido estos segmentos para complementar la caracterización de este capítulo, sin embargo, estudios complementarios pueden elaborar un mapeo completo de todas las UPZ y sus contiguas.

La metodología utilizada, denominada *umbrales de densidad y empleo*, para la cual en esta investigación se escogió el 10% superior (diferentes autores señalan que deben escogerse elementos por encima de la mediana para garantizar representatividad) de los índices de contigüidad por clase de actividad, se complementa con la elección de los “picos” estadísticamente relevantes en el conjunto de densidades de empleo de la ciudad en función o de la distancia al centro geográfico de la ciudad o al centro geográfico del área contigua candidata a subcentro.

Estos elementos forman el conjunto de análisis de las Tablas 4, 5, 6, 7 y 8. Para esta condición de evaluación densidad/distancia también confirma la existencia de subcentros de empleo en un área determinada (J. F. McDonald & P. J. Prather, 1994). Es así que los Mapas 31, 32 y 33 que representan las unidades resaltadas en la Tabla 4, presentan un alto nivel de coincidencia con los elementos y mapas resaltados anteriormente.

Como conclusión de este primer apartado sobre la caracterización de la distribución empresarial en Bogotá entre los años 2005 y 2015, es posible afirmar que los resultados hasta ahora obtenidos permiten la identificación de áreas específicas que son destacadas en la revisión de la

literatura como subcentros de negocios o empleo, de acuerdo con diferentes denominaciones por autor.

Se resalta que para la metodología propuesta por el autor de la presenta investigación en este capítulo, también se han seguido otros trabajos como los de D. L. Greene (1980), Shukla y Waddell (1991), McDonald (1997), (Muñiz et al., 2006) y Jiang (2012).

.Estos resultados, a su vez, permiten en los próximos segmentos la utilización complementaria de técnicas estadísticas refinadas y probadas empíricamente para la caracterización de estos subcentros de empleo tal y como las propuestas por Craig y Ng (2001), McMillen (2001a, 2003, 2004), D. McMillen y Lester (2003), Redfearn (2007), Jiang (2012), Craig et al. (2016) o Higgins y Kanaroglou (2016).

<b>Clase económica General</b>				
<b>2005</b>				
<b>UPZ</b>	<b>Distancia Estándar (km)</b>	<b>Índice de Contigüidad</b>	<b>Densidad</b>	<b>Categoría</b>
26	3,93	0,05	2,4%	Monocentrismo
38	6,38	0,07	2,3%	Monocentrismo
91	4,31	0,05	0,5%	Monocentrismo
93	5,11	0,12	3,6%	Monocentrismo
94	6,01	0,05	1,9%	Monocentrismo
97	5,29	0,20	3,9%	Monocentrismo
98	3,45	0,08	2,9%	Monocentrismo
99	3,46	0,07	1,8%	Monocentrismo
101	3,08	0,08	1,0%	Monocentrismo
102	4,07	0,10	4,4%	Monocentrismo
Ciudad	7,17	0,02	0,9%	Monocentrismo

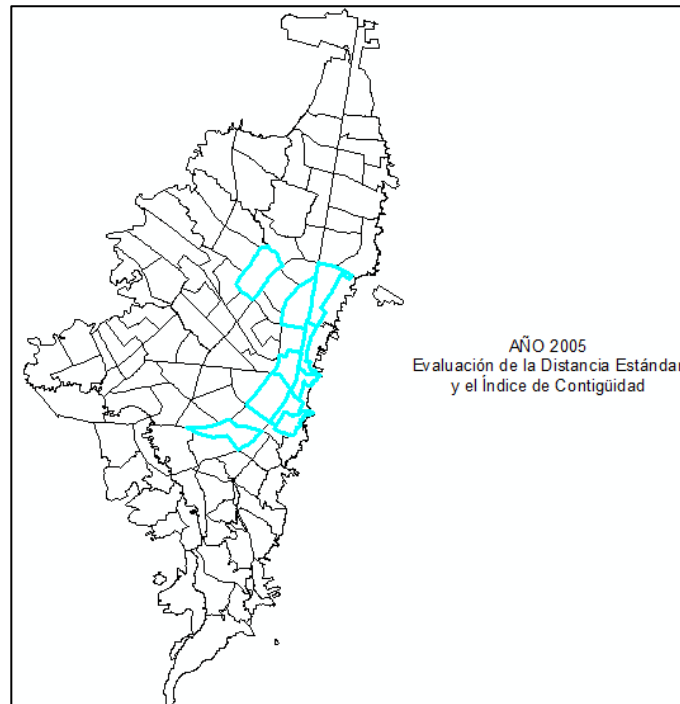
<b>2010</b>				
<b>UPZ</b>	<b>Distancia Estándar (km)</b>	<b>Índice de Contigüidad</b>	<b>Densidad</b>	<b>Categoría</b>
16	7,74	0,04	1,3%	Monocentrismo
26	3,93	0,04	2,5%	Monocentrismo
38	6,38	0,06	2,4%	Monocentrismo
93	5,11	0,11	3,7%	Monocentrismo
94	6,01	0,04	2,0%	Monocentrismo
97	5,29	0,19	3,6%	Monocentrismo
98	3,45	0,06	2,9%	Monocentrismo
99	3,46	0,06	1,8%	Monocentrismo
101	3,08	0,06	1,0%	Monocentrismo
102	4,07	0,09	4,5%	Monocentrismo
Ciudad	7,07	0,02	0,9%	Monocentrismo

<b>2015</b>				
<b>UPZ</b>	<b>Distancia Estándar (km)</b>	<b>Índice de Contigüidad</b>	<b>Densidad</b>	<b>Categoría</b>
16	7,74	0,17	5,1%	Monocentrismo
22	3,30	0,10	1,7%	Monocentrismo
30	5,45	0,73	1,6%	Monocentrismo
40	4,76	0,15	1,4%	Monocentrismo
93	5,11	0,35	3,0%	Monocentrismo
97	5,29	0,68	9,9%	Monocentrismo
98	3,45	0,17	3,6%	Monocentrismo
99	3,46	0,11	1,7%	Monocentrismo
101	3,08	0,17	1,7%	Monocentrismo
102	4,07	0,16	2,9%	Monocentrismo
Ciudad	6,66	0,05	0,9%	Monocentrismo

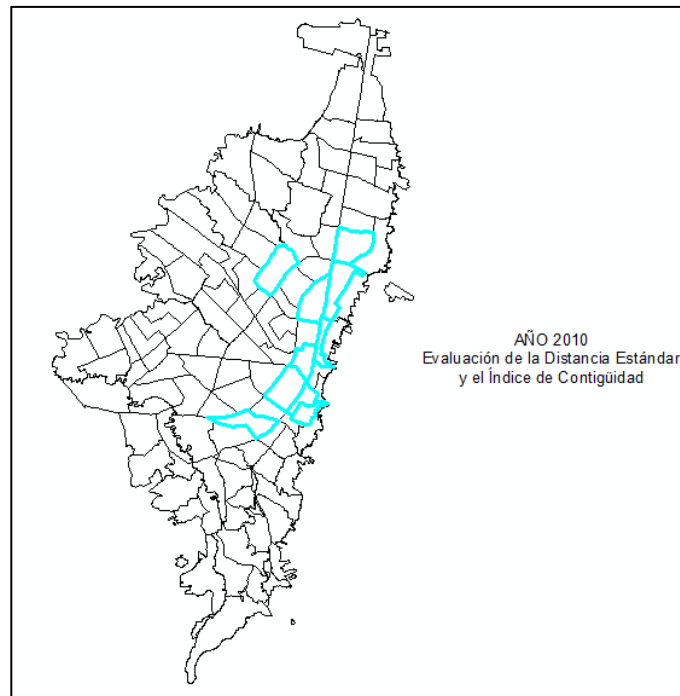
Tabla 24. Evaluación de la Distancia Estándar y el Índice de Contigüidad – Actividad económica General  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 37. Evaluación de la Distancia Estándar y el Índice de Contigüidad Año 2005 – Actividad económica General



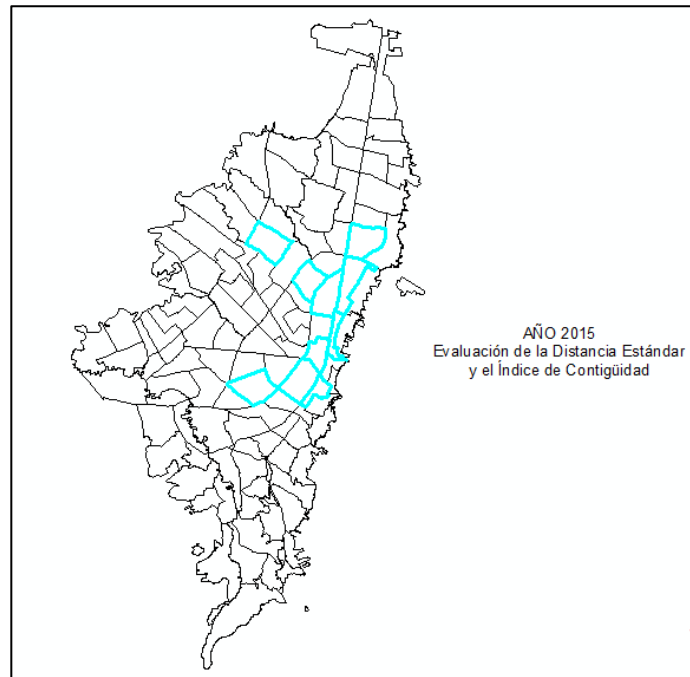
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 38. Evaluación de la Distancia Estándar y el Índice de Contigüidad Año 2010 – Actividad económica General



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Mapa 39. Evaluación de la Distancia Estándar y el Índice de Contigüidad Año 2015 – Actividad económica General



Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En la Tabla 2 y en los mapas 37, 38 y 39 pueden destacarse varias características de la evolución de la ciudad:

En general y para todas las clasificaciones económicas propuestas, la ciudad presenta características de concentración (bajos niveles de concentración y de distancia estándar).

Cuando se analiza la actividad económica General para los años 2005, 2010 y 2015, la evaluación demuestra que durante todo el período la ciudad respondió a fenómenos de monocentrismo donde las *UPZ 26 Las Ferias, 38 Restrepo, 93 Las Nieves, 97 Chicó Lago, 98 Los Alcázares y 102 La Sabana* se destacan por pertenecer durante todos los momentos de análisis dentro del 10% superior explicado anteriormente. Es de destacar la coincidencia de la mayoría de estas áreas como centros de empleo en los análisis hechos con otras técnicas al inicio del capítulo.

En cuanto a la actividad de Comercio, la mayoría de UPZ elegidas con características de monocentrismo durante todos los períodos. Esto significa que la medición revela que la distancia estándar hacia el centro local de esta actividad es pequeña al ser medida desde cada UPZ, pero los

índices de contigüidad son altos al evaluarlos por áreas. Es decir, se presentan las condiciones para definir subcentros de empleo en aquellas UPZ aledañas tales como las UPZ *93 Las Nieves*, *97 Chicó Lago*, *98 Los Alcázares* y *102 La Sabana*, que al ser analizadas colindan geográficamente con diferentes puntos en común. Las UPZ *26 Las Ferias* y *38 Restrepo* parecen conformar polos aislados de comercio. Todos los barrios pertenecientes a estas UPZ han sido destacados tradicionalmente en diferentes ámbitos por su alta actividad comercial.

En cuanto a la actividad Industria las UPZ destacadas presentan en su mayoría las mismas características de la actividad Comercial en cuanto al *monocentrismo* pero presentándose fenómenos de *concentración* por los diferentes niveles de empleo en estas zonas, incluyéndose esta vez unidades tales como las UPZ *12 Toberín*, *16 Santa Bárbara*, *45 Carvajal* y *111 Puente Aranda*. Estudios e informes complementarios consultados para este trabajo permiten identificar industrias específicas en estos sectores.

Para la clase Servicios, la situación no es diferente a las anteriores, destacándose en esta oportunidad las UPZ *16 Santa Bárbara*, *88 El Refugio*, *91 Sagrado Corazón*, *97 Chicó Lago* y *99 Chapinero* como aglomeraciones del sector de intangibles en la ciudad. Estas unidades se reconocen por su alto nivel de presencia de la economía financiera y de tecnología, lo que explica su caracterización.

En la clase de actividad económica Otras, como era de esperarse, predominan las aglomeraciones con bajos niveles de empleo lo que resulta en que las UPZ destacadas como subcentros de empleo para esta actividad presentan características de *concentración*. En esta clase no se destaca ninguna UPZ que no haya sido incluida en las anteriores clases, lo que verifica la presencia de esta actividad bajo una modalidad *mixta*, compartiendo escenario con las otras clases destacadas.

Las características anteriormente resaltadas, permiten caracterizar a la ciudad a través del tiempo como una urbe *concentrada* que aún centra su desarrollo en los polos económicos tradicionales que se encuentran delimitados por la Avenida Calle 6 al sur, la Avenida Calle 116 al norte, la Carrera 7 al oriente y la carrera 68 al occidente y que, precisamente, alrededor de diferentes puntos estratégicos tradicionales ha desarrollado actividades económicas específicas, ya sea

aisladas o mixtas, permitiendo la configuración de *monocentrismo* en algunas áreas específicas detalladas en esta investigación..

La evidencia también confirma el surgimiento, desarrollo y consolidación de diferentes subcentros de empleo a lo largo de la ciudad. Análisis complementarios a esta investigación pueden profundizar en este fenómeno a nivel de detalle de los barrios o avenidas, segmentando el análisis por ramas más específicas de la economía.

Como conclusión general adelantando un análisis conjunto para la ciudad, puede afirmarse que se elaboró una evaluación rigurosa adelantada por medio de al menos 14 indicadores relacionados medidas de distribución espacial divididos en tres categorías principales: (i) Caracterización de la distribución empresarial discriminada por actividad económica, (ii) Medidas de concentración y (iii) Medidas de especialización.

Esta evaluación a su vez permite destacar que en el período comprendido entre el 2005 y el 2015 la ciudad experimentó fenómenos dinámicos en la conformación de la estructura geográfica del tejido empresarial donde fenómenos en los que la diferencia entre monocentrismo y policentrismo no era tan pronunciada en toda la ciudad al inicio del estudio, pero que en el período final ya presentaba una preponderancia de policentrismo en cada una de las divisiones de la ciudad. Esta diferenciación es tan notoria que para el 2015 puede identificarse que en la gran mayoría de sectores de la ciudad existe una distribución Policéntrica donde cada vez más pueden identificarse pequeños nodos de aglomeración al interior de cada UPZ donde las firmas buscan economías de complementariedad configurándose subcentros de empresas y de empleo. Ante esta situación de complementariedad de las actividades económicas, puede afirmarse que la ciudad se ha descentralizado y en ella han cobrado importancia los niveles de contigüidad para permitir esta complementariedad.

#### 4. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Tal y como se propone en el diseño del presente estudio, las evaluaciones bajo el modelo de series de tiempo interrumpidas se evalúan por medio de modelos de regresión. En primer lugar y para contextualizar la definición propuesta, se enuncian aquellas características o resultados perseguidos con el modelo econométrico definido:

Estimar la incidencia en la generación de empleo de las empresas causada por la cercanía geográfica de estas empresas a las aglomeraciones identificadas, estimando los beneficios de la inversión en infraestructura para el transporte público (Graham, 2007b), la ponderación del peso de la industria en función del empleo (Craig & Ng, 2001; Griffith, 1981; D. McMillen, 2001a; Redfearn, 2007; Sala Rios, 2000).

La literatura revisada y presentada en la primera sección de este documento, indica que tanto la accesibilidad, la cercanía a diferentes vías de acceso a los sectores escogidos por las empresas para su emplazamiento así como la presencia de actividades urbanas que atraigan diferentes actividades económicas complementarias o que satisfagan necesidades de los ciudadanos, inciden en las decisiones estratégicas de ubicación de diferentes tipos de firmas. Basado en esta hipótesis, en esta investigación se adelantó un análisis de proximidad de las empresas de Bogotá (agrupadas por manzana) a diferentes puntos de referencia tales como el aeropuerto, la estación de Transmilenio más cercana y a los centros o subcentros de negocios y de empleo más cercanos (identificados mediante diferentes técnicas existentes en la literatura) para construir las variables correspondientes.

La aglomeración espacial de las empresas se midió por medio de una variable de ocupación específica de la ubicación (manzana y UPZ), que es el número de actividades económicas de cierto tipo  $k$  que se localizaron en el vecindario de una ubicación específica  $i$  (Mejía-Dorantes, Paez, & Vassallo, 2012) en cada uno de los períodos de análisis, habilitándose la construcción de una base de datos transversal que fue utilizada en la siguiente fase. Esto permitió evaluar la hipótesis planteada en el cuadro acerca de que los patrones de localización y las decisiones estratégicas de las empresas al respecto están fuertemente influenciados por la proximidad a diferentes actividades.

Se trabajó con un modelo econométrico de regresión que permitiera la estimación de la posible incidencia de la cercanía de cada empresa al área de influencia de Transmilenio (la cual

que se determinó atendiendo a la existencia de estaciones del Sistema a lo largo de las troncales que lo conforman) en la productividad y en la oferta de empleo en la ciudad de Bogotá, como resultado del posicionamiento geográfico de las empresas.

Este modelo tuvo en cuenta la posible correlación espacial de la ubicación geográfica de las organizaciones objeto de estudio y el empleo generado por las mismas en un modelo de regresión (Aroca, 2000; Baronio, Vianco, & Rabanal, 2012; Bohórquez & Ceballos, 2008; Moreno & Vayá, 2000, 2002; Serrano & Valcarce, 2002).

Este modelo combina información mixta de series de tiempo (2005 - 2010 - 2015) y secciones transversales de los grupos de interés definidos en el apartado de bases de datos a consultar. Este diseño permitirá analizar simultáneamente el comportamiento dinámico del fenómeno y la heterogeneidad entre las organizaciones, permitiendo realizar un análisis dinámico al analizar también la dimensión temporal de los datos durante una década. Como se mencionó al definir el diseño y alcance de la investigación este tipo de modelos de información mixta recibe el nombre de series de tiempo interrumpidas (Arnau, 2001; Bono Cabré, 1994). Las características, limitaciones y medidas elegidas para minimizarlos riesgos de validez interna y externa de este tipo de diseños se detallaron en el apartado sobre el Diseño de la Investigación.

Este planteamiento permite analizar dos aspectos de manera simultánea: i) los efectos propios específicos que afectan de manera individual a cada organización de manera invariable en el tiempo y que condicionaron las decisiones estratégicas de estas unidades, y ii) los efectos temporales que afectan por igual a todas las unidades de observación en determinado momento y que corresponderán por lo general, a fenómenos macroeconómicos o de política social.

La estructura básica del modelo que se propondrá seguirá la siguiente ecuación:

$$(19) \quad Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_p X_{pit} + \mu_{it}$$

Siendo:

$i = 1 \dots N$  se refiere a la unidad de estudio,  $t = 1 \dots T$  a la dimensión tiempo

$k$  regresores en  $X_{pit}$  sin incluir constante

- la heterogeneidad o efectos individuales es capturada por  $Z' \alpha_i$ , pero como  $Z'$  no cambia en el tiempo, esto es equivalente a  $\alpha_i$ .
- Como se estima que este experimento se comporte como un modelo de efectos aleatorios, el componente  $\alpha_i$  se considera como una variable aleatoria y las observaciones se diferencian debido a un error aleatorio ( $\mu_{it}$ ), donde estas diferencias entre los individuos se deben a una característica no observable.

Como principales consecuencias de la elección del modelo de series de tiempo interrumpidas elegido se debe tener en cuenta la posible existencia de posibles correlaciones entre los errores, lo que en su momento debe ser considerado y tratado de acuerdo con los postulados teóricos de este tipo de diseños. En principio, se consideran como limitaciones del modelo.

Si estos efectos individuales ya sean fijos o aleatorios presentan correlaciones entre los errores del modelo tal y como se acaba de enunciar, estos errores contienen variables no observables. Si estas características no observables son muy cambiantes entre los individuos observados, su efecto será aleatorio. Sin embargo, dado el diseño y los componentes del presente estudio, se espera que estas características sean fijas al ser analizadas por unidades geográficas relativamente homogéneas tales como las UPZ y por tanto, el efecto individual de los mismos podría ser más determinístico.

La propuesta inicial de este modelo correspondería a las ecuaciones que se presentan a continuación y que plantean las 4 hipótesis definidas. Tal y como se explicó en el capítulo 3 donde se detallan los tres grupos de variables a utilizar (14 variables iniciales, 21 variables incluyendo las transformadas y 24 variables incluyendo las cuadráticas) los cuales son evaluados para cada una de las cuatro hipótesis elegidas. Adicionalmente esta combinatoria es evaluada para los años 2005, 2010 y 2015.

Como ya se ha sustentado a lo largo de este documento, es posible afirmar que existen postulados teóricos y planteamientos empíricos que comprueban que las decisiones de ubicación geográfica de las empresas y los fenómenos que con estas se correlacionan involucran tanto

variables tanto externas como con variables internas a las organizaciones y demuestran también que estas decisiones de ubicación impactan los resultados económicos tanto de las mismas empresas como del territorio al que pertenecen. Este fenómeno de correlación es el objeto de estudio de las denominadas economías de aglomeración.

En la ecuación 20 se presenta la estructura general a utilizar para cada uno de los cuatro modelos que se plantean atendiendo a cada hipótesis a evaluar, donde  $Y_{it}$  es la variable endógena o dependiente del modelo que expresa cada una de las hipótesis,  $\beta$  es el parámetro a estimar cuyo valor se calcula para cada una de las variables independientes o regresores,  $X_i$  el elemento  $i$ -ésimo de la matriz de variables exógenas o independientes y donde  $\varepsilon_{it}$  representa el error no observable o perturbación aleatoria del modelo.

$$(20) \quad Y_{it} = \alpha_i + \beta X_i + \mu_{it}$$

A continuación y presentando su planteamiento en las ecuaciones 21, 22, 23 y 24 se proponen las hipótesis definidas en los aspectos metodológicos definidos para el modelo anunciado y el objetivo inicial de cada uno de los modelos derivados de ellas.

La primera hipótesis plantea que las decisiones de posicionamiento estratégico que toman las empresas están condicionadas por diferentes variables externas e internas y se convierten en determinantes de las aglomeraciones organizacionales y por tanto en determinantes de la generación de empleo el cual también puede asociarse a un territorio, en concordancia con planteamientos como los de Henneberry (1998) o Combes y Gobillon (2014).

$$(21) \quad \text{EmpresasMza} = \alpha_i + \beta X_i + \mu_{it}$$

La segunda hipótesis atiende al planteamiento de Ottaviano y Puga (1998) en el cual sustentan que los resultados organizacionales se ven condicionados por diferentes características de la ubicación y aglomeración de las organizaciones, ya sea como resultado directo tal y como en el caso de la cantidad de empleados asignados a un área específica, o indirectos relacionados con la microeconomía del territorio. De allí que se plantea que la evaluación de la cantidad de

empleados por unidad territorial (manzana censal) está condicionada por la cantidad de empresas en ese territorio y por otras variables conexas.

$$(22) \quad \text{EmpleadosMza} = \alpha_i + \beta X_i + \mu_{it}$$

En tercer lugar este trabajo pretende evaluar la incidencia de las variables escogidas en relación con el fenómeno de la localización de las empresas en función a la cercanía al componente troncal del sistema de transporte público evaluado. Estudios como los de Cervero (2013), Duranton y Overman (2005), Duranton y Puga (2000) o Easterling (1999) han demostrado que la relación ubicación de la empresa / inversión y desarrollo del sistema de transporte presenta una fuerte intensidad. Observan que el caso de la ciudad de Bogotá no es la excepción y que esta relación se formaliza en las dos vías constituyéndose en tema de política pública del Distrito. En este caso, el trabajo pretende medir la intensidad de este fenómeno planteando que existe un condicionamiento en la elección en del lugar en que una empresa se emplaza y que a su vez, existe un condicionamiento en los encargados del diseño de nuevas troncales y nuevas rutas acerca de estas condiciones. Lo anterior quiere evaluarse en la variable dependiente que mide la distancia entre el centro geográfico del territorio que abarca cada grupo de empresas (manzana) y la estación más cercana del sistema Transmilenio.

$$(23) \quad \text{Dist\_Mza\_Estac} = \alpha_i + \beta X_i + \mu_{it}$$

Finalmente y para involucrar en el componente de comprobación empírico la demostración de variables relacionadas directamente con las inversiones y el desarrollo de los sistemas de transporte que para el caso de este trabajo se enfoca directamente en Transmilenio, se ha querido evaluar la incidencia que las variables escogidas en los ámbitos de las organizaciones, de la geografía urbana y del sistema de transporte BRT, tienen en los diseños de inicio y desarrollo del sistema para la toma de decisiones, evaluado en cuanto a la ubicación y a la cantidad de estaciones presentes en el territorio. Al respecto se recuerda lo anotado acerca de esta relación en el capítulo 2 a propósito de los planteamientos de Graham (2007b), Graham y Van Dender (2011).

$$(24) \quad \text{EstacionesUPZ} = \alpha_i + \beta X_i + \mu_{it}$$

Variable	Label
EmpresasMza	Empresas/Mza
EmpleadosMza	Empleados/Mza
Dist_Mza_E~c	Dist_Mza_Estac
Dist_Mza_A~p	Dist_Mza_Aerop
Área_Mza	Área_Mza
Área_UPZ	Área_UPZ
Estaciones~Z	Estaciones/UPZ
PoblaciónUPZ	Población/UPZ
Valor_m2	Valor m2
Ingresos_d~Z	Ingresos_diarios/UPZ
Industria	%Industria
Comercio	%Comercio
Servicios	%Servicios
OtrasActEc~s	%Otras Act Economicas

Tabla 25. Variables para el modelo de regresión  
Fuente: El autor

#### 4.1. MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL BAJO LA METODOLOGÍA DE MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS (MCO)

Como se propuso inicialmente en el documento origen de esta investigación, el planteamiento, evaluación y comprobación empírica inicialmente se adelantó por medio del método más común de regresión lineal y que tiene que ver con la comprobación de Mínimos Cuadrados Ordinarios MCO.

Con este método, la expresión matemática de la relación entre la variable dependiente y las variables independientes busca minimizar la suma de los cuadrados de los errores o diferencias entre cada observación y una recta o línea de estimación definida por la ecuación de la regresión, al asignarle pesos a cada uno de los regresores.

Atendiendo al modelamiento y a las hipótesis propuestas, este método permite correr las regresiones para los 4 supuestos en los períodos de estudio, obteniéndose 12 resultados. Las Tablas 26 a la 37 presentan los resultados de estas estimaciones para los modelos de las 4 hipótesis propuestas en cada uno de los 3 años de análisis. En los resultados presentados luego de correr los modelos en el paquete econométrico, se obtienen no solo el peso o coeficiente de regresión para cada regresor que permiten definir la recta reseñada en el párrafo anterior, sino también algunos otros datos estadísticos y de ajuste del modelo que, en cada caso permiten su evaluación y análisis. Estas se presentan a continuación.

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	29.095
Model	4057795,91	13	312138,147	F(13, 29081)	=	954,12
Residual	9513735,1	29.081	327,146078	Prob > F	=	0,0000
				R-squared	=	0,2990
				Adj R-squared	=	0,2987
Total	13571531	29.094	466,471816	Root MSE	=	18,087

EmpresasMza	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
EmpleadosMza	,0671002	,0007295	91,98	0,000	,0656704 ,06853
Dist_Mza_Estac	-,0002639	,0001033	-2,56	0,011	-,0004663 -,0000615
Dist_Mza_Aerop	,0000353	,0000232	1,52	0,128	-,0000102 ,0000807
Área_Mza	,000027	8,09e-06	3,34	0,001	,0000112 ,0000429
Área_UPZ	-1,86e-07	9,56e-08	-1,95	0,052	-3,73e-07 1,25e-09
EstacionesUPZ	,8580346	,1279686	6,71	0,000	,6072103 1,108859
PoblaciónUPZ	-1,83e-06	2,84e-06	-0,65	0,518	-7,40e-06 3,73e-06
Valor_m2	-1,49e-06	3,40e-07	-4,38	0,000	-2,15e-06 -8,23e-07
Ingresos_diariosUPZ	,000137	,0000113	12,17	0,000	,000115 ,0001591
Industria	-,1401139	,6463733	-0,22	0,828	-1,407035 1,126807
Comercio	,4790787	,4192077	1,14	0,253	-,3425875 1,300745
Servicios	,190524	,4412165	0,43	0,666	-,6742804 1,055328
OtrasActEconomicas	-,1460085	,6166013	-0,24	0,813	-1,354575 1,062558
_cons	6,860652	,6697133	10,24	0,000	5,547983 8,17332

Tabla 26. Regresión MCO para hipótesis 1 (y: X1\_EmpresasMza) – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

```
. reg $ylist $xlist
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	29.095
Model	208111325	13	16008563,4	F(13, 29081)	=	977,60
Residual	476212511	29.081	16375,3829	Prob > F	=	0,0000
				R-squared	=	0,3041
				Adj R-squared	=	0,3038
Total	684323836	29.094	23521,1327	Root MSE	=	127,97

EmpleadosMza	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
EmpresasMza	3,358719	,0365146	91,98	0,000	3,287149 3,43029
Dist_Mza_Estac	-,0023701	,0007305	-3,24	0,001	-,0038019 -,0009384
Dist_Mza_Aerop	-,0012755	,0001639	-7,78	0,000	-,0015967 -,0009543
Área_Mza	,0013872	,0000566	24,49	0,000	,0012762 ,0014982
Área_UPZ	1,78e-06	6,76e-07	2,63	0,009	4,50e-07 3,10e-06
EstacionesUPZ	-2,377043	,905967	-2,62	0,009	-4,152779 -,6013061
PoblaciónUPZ	-,000234	,00002	-11,67	0,000	-,0002733 -,0001947
Valor_m2	3,92e-06	2,40e-06	1,63	0,102	-7,86e-07 8,63e-06
Ingresos_diariosUPZ	,0007098	,0000797	8,90	0,000	,0005536 ,0008661
Industria	16,41132	4,572066	3,59	0,000	7,449865 25,37278
Comercio	3,769796	2,965868	1,27	0,204	-2,043441 9,583032
Servicios	3,779935	3,121527	1,21	0,226	-2,3384 9,898269
OtrasActEconomicas	4,242457	4,362372	0,97	0,331	-4,307991 12,7929
_cons	23,37172	4,744767	4,93	0,000	14,07176 32,67168

Tabla 27. Regresión MCO para hipótesis 2 (y: X2\_EmpleadosMza) – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	29.095
Model	1,0875e+10	13	836571351	F(13, 29081)	=	792,99
Residual	3,0679e+10	29.081	1054953,5	Prob > F	=	0,0000
				R-squared	=	0,2617
				Adj R-squared	=	0,2614
Total	4,1555e+10	29.094	1428285,22	Root MSE	=	1027,1

Dist_Mza_Estac	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
EmpresasMza	-,8510981	,3329602	-2,56	0,011	-1,503715 - ,1984809
EmpleadosMza	-,1526924	,0470585	-3,24	0,001	-,2449291 - ,0604557
Dist_Mza_Aerop	,0492464	,0012845	38,34	0,000	,0467287 ,0517642
Área_Mza	-,0023888	,000459	-5,20	0,000	-,0032885 - ,0014891
Área_UPZ	,0001663	5,34e-06	31,15	0,000	,0001558 ,0001767
EstacionesUPZ	-322,488	7,022345	-45,92	0,000	-336,2521 -308,7239
PoblaciónUPZ	-,0021235	,0001608	-13,21	0,000	-,0024387 - ,0018084
Valor_m2	,0002404	,0000192	12,49	0,000	,0002027 ,0002781
Ingresos_diaricosUPZ	,0021113	,0006407	3,30	0,001	,0008556 ,0033671
Industria	376,3726	36,63895	10,27	0,000	304,5586 448,1866
Comercio	39,43895	23,80479	1,66	0,098	-7,219518 86,09742
Servicios	212,7651	25,02418	8,50	0,000	163,7166 261,8136
OtrasActEconomicas	72,42763	35,01215	2,07	0,039	3,802227 141,053
_cons	603,4245	37,93462	15,91	0,000	529,0709 677,7781

Tabla 28. Regresión MCO para hipótesis 3 (y: X3\_Dist\_Mza\_Estac) – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	29.095
Model	53429,9714	13	4109,9978	F(13, 29081)	=	5992,21
Residual	19946,3721	29.081	,685890174	Prob > F	=	0,0000
				R-squared	=	0,7282
				Adj R-squared	=	0,7280
Total	73376,3436	29.094	2,52204384	Root MSE	=	,82818

EstacionesUPZ	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
EmpresasMza	,0017989	,0002683	6,71	0,000	,0012731 ,0023248
EmpleadosMza	-,0000996	,0000379	-2,62	0,009	-,0001739 - ,0000252
Dist_Mza_Estac	-,0002097	4,57e-06	-45,92	0,000	-,0002186 - ,0002007
Dist_Mza_Aerop	-,0000228	1,05e-06	-21,66	0,000	-,0000249 - ,0000208
Área_Mza	-1,91e-06	3,70e-07	-5,15	0,000	-2,63e-06 -1,18e-06
Área_UPZ	9,20e-09	4,38e-09	2,10	0,035	6,25e-10 1,78e-08
PoblaciónUPZ	-2,42e-06	1,29e-07	-18,70	0,000	-2,67e-06 -2,16e-06
Valor_m2	-2,39e-07	1,55e-08	-15,45	0,000	-2,70e-07 -2,09e-07
Ingresos_diaricosUPZ	,0000694	3,19e-07	217,74	0,000	,0000687 ,00007
Industria	,0039421	,0295965	0,13	0,894	-,0540683 ,0619526
Comercio	-,022765	,0191949	-1,19	0,236	-,0603878 ,0148578
Servicios	-,0475368	,0202008	-2,35	0,019	-,0871312 - ,0079423
OtrasActEconomicas	,0695421	,0282303	2,46	0,014	,0142094 ,1248749
_cons	1,339274	,0296996	45,09	0,000	1,281061 1,397486

Tabla 29. Regresión MCO para hipótesis 4 (y: X7\_Estaciones\_UPZ) – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	27,718
Model	4057784.15	13	312137.242	F(13, 27704)	=	919.90
Residual	9400456.6	27,704	339.317665	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.3015
				Adj R-squared	=	0.3012
Total	13458240.7	27,717	485.55907	Root MSE	=	18.421

EmpresasMza	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
EmpleadosMza	.0795762	.0008742	91.03	0.000	.0778627	.0812896
Dist_Mza_Estac	-.0000709	.0001148	-0.62	0.537	-.000296	.0001542
Dist_Mza_Aerop	9.72e-06	.0000261	0.37	0.709	-.0000413	.0000608
Área_Mza	.00004	8.34e-06	4.80	0.000	.0000237	.0000564
Área_UPZ	-1.72e-07	1.06e-07	-1.61	0.107	-3.80e-07	3.68e-08
EstacionesUPZ	.9019757	.1186174	7.60	0.000	.6694797	1.134472
PoblaciónUPZ	-.0000124	2.89e-06	-4.30	0.000	-.0000181	-6.76e-06
Valor_m2	-7.47e-08	1.45e-07	-0.52	0.606	-3.58e-07	2.09e-07
Ingresos_diariosUPZ	.0000732	8.80e-06	8.32	0.000	.000056	.0000905
Industria	2.66771	.6710989	3.98	0.000	1.352323	3.983097
Comercio	8.225614	.4177685	19.69	0.000	7.406767	9.044461
Servicios	4.499439	.4413385	10.19	0.000	3.634394	5.364485
OtrasActEconomicas	4.588681	.6359153	7.22	0.000	3.342256	5.835107
_cons	2.007067	.6766681	2.97	0.003	.6807644	3.33337

Tabla 30. Regresión MCO para hipótesis 1 (y: X1\_EmpresasMza) – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	27,718
Model	150493992	13	11576460.9	F(13, 27704)	=	938.32
Residual	341797588	27,704	12337.4815	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.3057
				Adj R-squared	=	0.3054
Total	492291580	27,717	17761.3587	Root MSE	=	111.07

EmpleadosMza	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
EmpresasMza	2.893364	.0317845	91.03	0.000	2.831065	2.955663
Dist_Mza_Estac	.0000853	.0006925	0.12	0.902	-.0012721	.0014426
Dist_Mza_Aerop	-.0007469	.000157	-4.76	0.000	-.0010547	-.000439
Área_Mza	.0007133	.0000501	14.23	0.000	.0006151	.0008115
Área_UPZ	2.06e-06	6.41e-07	3.21	0.001	8.03e-07	3.32e-06
EstacionesUPZ	-.6777104	.7159852	-0.95	0.344	-2.081077	.7256563
PoblaciónUPZ	-.0002364	.0000174	-13.60	0.000	-.0002705	-.0002024
Valor_m2	3.04e-06	8.72e-07	3.49	0.000	1.33e-06	4.75e-06
Ingresos_diariosUPZ	.0006497	.000053	12.26	0.000	.0005459	.0007536
Industria	8.693557	4.047475	2.15	0.032	.7603046	16.62681
Comercio	-6.780812	2.536339	-2.67	0.008	-11.75216	-1.809462
Servicios	19.27796	2.663697	7.24	0.000	14.05698	24.49894
OtrasActEconomicas	-7.633751	3.837833	-1.99	0.047	-15.15609	-.1114086
_cons	13.22853	4.080114	3.24	0.001	5.231301	21.22575

Tabla 31. Regresión MCO para hipótesis 2 (y: X2\_EmpleadosMza) – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	27,718
Model	1.3867e+10	13	1.0667e+09	F(13, 27704)	=	1148.79
Residual	2.5725e+10	27,704	928566.49	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.3503
				Adj R-squared	=	0.3500
Total	3.9592e+10	27,717	1428454.63	Root MSE	=	963.62

Dist_Mza_Estac	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
EmpresasMza	-.1939326	.3142889	-0.62	0.537	-.8099544	.4220893
EmpleadosMza	.0064164	.0521221	0.12	0.902	-.0957455	.1085783
Dist_Mza_Aerop	.0324963	.001349	24.09	0.000	.0298522	.0351403
Área_Mza	-.0017574	.0004362	-4.03	0.000	-.0026124	-.0009024
Área_UPZ	.0002401	5.38e-06	44.66	0.000	.0002295	.0002506
EstacionesUPZ	-363.97	5.81398	-62.60	0.000	-375.3657	-352.5743
PoblaciónUPZ	-.0030139	.0001503	-20.06	0.000	-.0033084	-.0027193
Valor_m2	.0000518	7.56e-06	6.85	0.000	.000037	.0000666
Ingresos_diariosUPZ	-.0012539	.0004608	-2.72	0.007	-.0021571	-.0003506
Industria	-244.4704	35.08596	-6.97	0.000	-313.2406	-175.7002
Comercio	21.90319	22.00639	1.00	0.320	-21.23042	65.0368
Servicios	-202.1551	23.09876	-8.75	0.000	-247.4299	-156.8804
OtrasActEconomicas	-16.7591	33.29724	-0.50	0.615	-82.02335	48.50515
_cons	1066.641	34.81883	30.63	0.000	998.3948	1134.888

Tabla 32. Regresión MCO para hipótesis 3 (y: X3\_Dist\_Mza\_Estac) – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	27,718
Model	52487.1561	13	4037.47354	F(13, 27704)	=	4647.80
Residual	24066.0226	27,704	.868684037	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.6856
				Adj R-squared	=	0.6855
Total	76553.1786	27,717	2.76195759	Root MSE	=	.93203

EstacionesUPZ	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
EmpresasMza	.0023091	.0003037	7.60	0.000	.0017139	.0029044
EmpleadosMza	-.0000477	.0000504	-0.95	0.344	-.0001465	.0000511
Dist_Mza_Estac	-.0003405	5.44e-06	-62.60	0.000	-.0003512	-.0003298
Dist_Mza_Aerop	-.000048	1.29e-06	-37.29	0.000	-.0000505	-.0000455
Área_Mza	-1.66e-06	4.22e-07	-3.92	0.000	-2.48e-06	-8.28e-07
Área_UPZ	2.46e-07	5.18e-09	47.42	0.000	2.35e-07	2.56e-07
PoblaciónUPZ	-.0000102	1.33e-07	-76.62	0.000	-.0000104	-9.93e-06
Valor_m2	-1.35e-07	7.28e-09	-18.49	0.000	-1.49e-07	-1.20e-07
Ingresos_diariosUPZ	.0000517	3.20e-07	161.90	0.000	.0000511	.0000524
Industria	.2273835	.033938	6.70	0.000	.1608633	.2939037
Comercio	.0721316	.0212809	3.39	0.001	.0304199	.1138433
Servicios	-.0375799	.0223713	-1.68	0.093	-.0814287	.0062689
OtrasActEconomicas	.0127826	.0322058	0.40	0.691	-.0503423	.0759074
_cons	1.854822	.0323791	57.28	0.000	1.791357	1.918286

Tabla 33. Regresión MCO para hipótesis 4 (y: X7\_Estaciones\_UPZ) – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

Source	SS	df	MS	Number of obs = 32,268		
Model	9771544.26	13	751657.251	F(13, 32254) = 908.84		
Residual	26675663.4	32,254	827.049773	Prob > F = 0.0000		
				R-squared = 0.2681		
				Adj R-squared = 0.2678		
Total	36447207.7	32,267	1129.55055	Root MSE = 28.758		

EmpresasMza	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
EmpleadosMza	.000698	.0000556	12.56	0.000	.0005891	.0008069
Dist_Mza_Estac	-.0004515	.0002113	-2.14	0.033	-.0008657	-.0000373
Dist_Mza_Aerop	.0001752	.0000428	4.09	0.000	.0000912	.0002592
Área_Mza	.000476	.0000103	46.43	0.000	.0004559	.000496
Área_UPZ	1.26e-06	1.51e-07	8.37	0.000	9.68e-07	1.56e-06
EstacionesUPZ	.850648	.1511706	5.63	0.000	.5543479	1.146948
PoblaciónUPZ	-.0000801	3.58e-06	-22.33	0.000	-.0000871	-.000073
Valor_m2	5.62e-06	2.06e-07	27.26	0.000	5.22e-06	6.03e-06
Ingresos_diariosUPZ	.0002111	7.50e-06	28.16	0.000	.0001964	.0002257
Industria	4.286114	.5785197	7.41	0.000	3.152194	5.420034
Comercio	7.127068	.6697606	10.64	0.000	5.814312	8.439824
Servicios	11.36244	.5412853	20.99	0.000	10.3015	12.42338
OtrasActEconomicas	6.023898	1.030353	5.85	0.000	4.004366	8.043429
_cons	-12.16854	1.03094	-11.80	0.000	-14.18922	-10.14786

Tabla 34. Regresión MCO para hipótesis 1 (y: X1\_EmpresasMza) – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

Source	SS	df	MS	Number of obs = 32,268		
Model	1.8655e+09	13	143500223	F(13, 32254) = 17.36		
Residual	2.6664e+11	32,254	8266894.81	Prob > F = 0.0000		
				R-squared = 0.0069		
				Adj R-squared = 0.0065		
Total	2.6851e+11	32,267	8321378.75	Root MSE = 2875.2		

EmpleadosMza	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
EmpresasMza	6.976706	.5553331	12.56	0.000	5.888232	8.06518
Dist_Mza_Estac	.0397815	.0211287	1.88	0.060	-.0016316	.0811945
Dist_Mza_Aerop	-.0065281	.0042845	-1.52	0.128	-.0149258	.0018696
Área_Mza	-.0014571	.0010585	-1.38	0.169	-.0035318	.0006176
Área_UPZ	-.0000144	.0000151	-0.95	0.341	-.0000044	.0000152
EstacionesUPZ	32.60515	15.1201	2.16	0.031	2.969189	62.24111
PoblaciónUPZ	.0001536	.0003611	0.43	0.671	-.0005543	.0008614
Valor_m2	-.0000125	.0000209	-0.60	0.549	-.0000534	.0000284
Ingresos_diariosUPZ	-.0005608	.0007585	-0.74	0.460	-.0020476	.0009259
Industria	-21.78274	57.88844	-0.38	0.707	-135.2463	91.68077
Comercio	-19.46151	67.07882	-0.29	0.772	-150.9385	112.0155
Servicios	20.14569	54.48504	0.37	0.712	-86.64703	126.9384
OtrasActEconomicas	65.56672	103.0668	0.64	0.525	-136.4481	267.5815
_cons	71.91956	103.2931	0.70	0.486	-130.5388	274.3779

Tabla 35. Regresión MCO para hipótesis 2 (y: X2\_EmpleadosMza) – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

Source	SS	df	MS	Number of obs = 32,268		
Model	1.4600e+10	13	1.1231e+09	F(13, 32254)	=	1956.39
Residual	1.8516e+10	32,254	574070.537	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.4409
				Adj R-squared	=	0.4407
Total	3.3116e+10	32,267	1026325.53	Root MSE	=	757.67

Dist_Mza_Estac	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
EmpresasMza	-.3133811	.1466879	-2.14	0.033	-.6008949	-.0258674
EmpleadosMza	.0027625	.0014672	1.88	0.060	-.0001133	.0056383
Dist_Mza_Aerop	.0715847	.0010564	67.76	0.000	.0695141	.0736552
Área_Mza	-.0001645	.0002789	-0.59	0.555	-.00007112	.0003822
Área_UPZ	.0001939	3.83e-06	50.60	0.000	.0001864	.0002014
EstacionesUPZ	-250.1465	3.733355	-67.00	0.000	-257.464	-242.8289
PoblaciónUPZ	-.0008894	.000095	-9.36	0.000	-.0010756	-.0007031
Valor_m2	.0000577	5.49e-06	10.50	0.000	.0000469	.0000684
Ingresos_diariosUPZ	.0010421	.0001998	5.22	0.000	.0006505	.0014337
Industria	-129.8444	15.23758	-8.52	0.000	-159.7106	-99.97813
Comercio	-218.1526	17.63476	-12.37	0.000	-252.7174	-183.5878
Servicios	-268.1204	14.28003	-18.78	0.000	-296.1098	-240.131
OtrasActEconomicas	-227.9464	27.13053	-8.40	0.000	-281.1232	-174.7695
_cons	192.7243	27.19871	7.09	0.000	139.4138	246.0348

Tabla 36. Regresión MCO para hipótesis 3 (y: X3\_Dist\_Mza\_Estac) – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

Source	SS	df	MS	Number of obs = 32,268		
Model	73981.9004	13	5690.91542	F(13, 32254)	=	5076.86
Residual	36155.1895	32,254	1.12095212	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.6717
				Adj R-squared	=	0.6716
Total	110137.09	32,267	3.4133043	Root MSE	=	1.0588

EstacionesUPZ	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
EmpresasMza	.0011529	.0002049	5.63	0.000	.0007513	.0015545
EmpleadosMza	4.42e-06	2.05e-06	2.16	0.031	4.03e-07	8.44e-06
Dist_Mza_Estac	-.0004884	7.29e-06	-67.00	0.000	-.0005027	-.0004742
Dist_Mza_Aerop	-5.11e-06	1.58e-06	-3.24	0.001	-8.20e-06	-2.02e-06
Área_Mza	-2.14e-06	3.90e-07	-5.50	0.000	-2.91e-06	-1.38e-06
Área_UPZ	3.25e-07	5.26e-09	61.69	0.000	3.14e-07	3.35e-07
PoblaciónUPZ	-9.87e-06	1.21e-07	-81.51	0.000	-.0000101	-9.63e-06
Valor_m2	7.74e-08	7.67e-09	10.09	0.000	6.24e-08	9.24e-08
Ingresos_diariosUPZ	.0000337	2.07e-07	162.87	0.000	.0000333	.0000341
Industria	.164802	.0212967	7.74	0.000	.1230596	.2065443
Comercio	.2905486	.0246476	11.79	0.000	.2422384	.3388589
Servicios	.0787539	.0200584	3.93	0.000	.0394386	.1180691
OtrasActEconomicas	.102067	.0379486	2.69	0.007	.0276864	.1764476
_cons	.9898957	.0376347	26.30	0.000	.9161303	1.063661

Tabla 37. Regresión MCO para hipótesis 4 (y: X7\_Estaciones\_UPZ) – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

Los modelos evaluados bajo la óptica de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) son considerados como el mejor estimador para un modelo de estas características, pero así mismo su desarrollo teórico afirma que esta estimación se garantiza y es válida en el caso de que se cumplan algunos supuestos, que precisamente forman el soporte de esta metodología (Dempster, Schatzoff,

& Wermuth, 1977; Durbin, 1970; W. H. Greene, 2017; Morris, Sherman, & Mansfield, 1986; Srivastava, Dube, & Singh, 1996). Estos son:

- i. **El valor esperado de los errores.** El error debe obedecer a una distribución normal, con media cero y varianza constante. El incumplimiento de este supuesto afecta no solo la exactitud de la ecuación respecto a los valores esperados sino el intercepto con el eje expresado en el valor  $\alpha_i$ .

$$(25) \quad E(X_i | \varepsilon_i) = 0$$

- ii. **No hay autocorrelación entre los errores.** Esto implica que para cada valor de  $X_i$ , los errores respecto al valor promedio no presentan ningún patrón sistemático. La detección de autocorrelación puede realizarse mediante las pruebas de Durbin-Watson, de Breusch-Godfrey o de Ljung-Box.

$$(26) \quad cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = E(\varepsilon_i \cdot \varepsilon_j) = 0, i \neq j$$

- iii. **Homocedasticidad de la varianza.** Esto implica que la varianza del error condicional a las variables explicativas es constante a lo largo de las observaciones. Ante el incumplimiento de este supuesto los estimadores no son eficientes para ningún tamaño de muestra y su varianza ya no es mínima. Esto disminuye el nivel de confianza de las pruebas de hipótesis y el componente de error es desconocido. Una de las pruebas disponibles para esta evaluación y que evalúa el supuesto planteado a continuación es la de Breusch-Pagan.

$$(27) \quad var(\varepsilon_i | X_i) = \sigma^2$$

Adicionalmente existen algunas propiedades de los coeficientes por MCO que deben ser validadas para optimizar la propuesta (J. Wooldridge, 2006). Estas características son:

- i. Supuesto de linealidad.

- ii. Supuesto del valor esperado del error.
- iii. Supuesto de comportamiento del error.
- iv. Supuesto de ortogonalidad.

Dado que las regresiones estimadas por MCO y sus coeficientes deben cumplir las cuatro propiedades definidas por el teorema de Gauss Markov (linealidad, insesgamiento, eficiencia y consistencia) como parte de los supuestos teóricos para garantizar su validez (Cai & Hayes, 2008; Cragg, 1983; Epps & Epps, 1977; Robinson, 1987) y dado que la posible existencia de heterocedasticidad (falta de consistencia de la varianza de los errores a lo largo de la distribución) en la muestra se presenta a menudo como una característica normal de las poblaciones empresariales que también se componen de seres humanos y que forman parte de los fenómenos sociales en las ciudades (Fingleton, 2004; Niebuhr, 2001), el riesgo de ineficiencia presenta una posibilidad de ocurrencia alta lo que resulta que en algunos casos esta modalidad de regresión no defina el estimador más eficiente de la distribución objeto de estudio.

Los planteamientos de Anselin (2001) y de Gujarati (2010) permiten identificar que en aquellos experimentos donde se involucran agentes económicos que conllevan a que en estos modelos el término de error no sea constante y se incumpla frecuentemente tanto el supuesto de homocedasticidad de la varianza, como el de no normalidad de los errores pueden identificarse siete razones principales por las cuales se presentan estos incumplimientos. Así mismo se señala que la presencia de estas razones y sus consecuentes resultados en relación a los supuestos de las regresiones por MCO han generado que en la literatura se destaquen diferentes métodos que podrían ser utilizados de manera eficiente para estimar y predecir valores en experimentos de este tipo. Las razones son:

- i. Modelos de aprendizaje de los errores
- ii. Comportamiento aleatorio de los agentes económicos
- iii. Características de las técnicas de recopilación de la información y falencias en el acceso a estos datos
- iv. Presencia de datos atípicos (outliers)**
- v. Omisión de variables
- vi. Asimetría de la distribución de uno o más regresores del modelo**
- vii. Incorrecta transformación de datos

En ese sentido y a continuación se presentará la evaluación y resultados de diferentes métodos de evaluación de los anteriores supuestos y propiedades sobre las que se basa la validez de las regresiones MCO.

Esta evaluación se basa en el comportamiento esperado de los datos según se explicó, o en el valor del indicador correspondiente o del *p-value* para cada prueba. La conclusión se presenta con cada resultado.

La evaluación en cada una de las cuatro hipótesis planteadas (cada hipótesis corresponde a la elección de una variable dependiente de acuerdo con las ecuaciones 21, 22, 23 y 24 presentadas al inicio de este capítulo) se registran los resultados en los años 2005, 2010 y 2015 de la siguiente forma:

- i. El comportamiento esperado de la normalidad de los residuos se evalúa de acuerdo con su representación gráfica. también se aplica una evaluación de la normalidad de la distribución de los errores por medio de la prueba conjunta, de la curtosis y de la oblicuidad para evaluar el comportamiento de la distribución. En este caso si *p-value* es mayor que *alfa* esta prueba indica una distribución normal.
- ii. La evaluación de la homocedasticidad de la varianza se realiza mediante la prueba de Breusch-Pagan-Godfrey. En ella se establece como hipótesis nula la homocedasticidad. Si el *p-value* es menor que *alfa* (por lo general *alfa* = 0,05) se rechaza esta hipótesis y por tanto existen indicios de heterocedasticidad.
- iii. El comportamiento de la distribución de los regresores y de datos atípicos se evalúa de acuerdo con su representación gráfica.
- iv. El análisis de la forma funcional se adelanta con el test de Ramsey el cual evalúa la posibilidad de especificación con variables omitidas. Si *F* es menor que *alfa* entonces se rechaza la hipótesis nula que plantea que no hay variables omitidas y por lo tanto el modelo SI tiene variables omitidas.
- v. Para el análisis de multicolinealidad se calcula el Factor de Inflación de la Varianza (VIF). Para este estudio se adoptará un criterio común en la literatura que indica que si este factor es mayor a 3 puede indicar multicolinealidad y si es mayor a 10 debe evaluarse la posibilidad de excluir a la variable. Esta

multicolinealidad ocurre cuando existe una correlación entre varias variables predictoras, lo que ocasiona inestabilidad de los coeficientes incrementando su varianza (Gujarati, 2010).

- vi. La evaluación de la normalidad se hará por medio de la prueba conjunta, de la curtosis y de la oblicuidad para evaluar el comportamiento de la distribución. En este caso si *p-value* es mayor que *alfa* esta prueba indica una distribución normal.

Frente a los resultados de las estimaciones presentadas para la regresión propuesta bajo el método de MCO, su análisis frente a los postulados teóricos del mismo y de acuerdo con los resultados obtenidos en las 12 tablas presentadas al inicio de este capítulo, se plantea que el grado en que las estimaciones y los valores de las variables explican el modelo planteado y por tanto el grado en que el modelo se aproxima al ajuste lineal perfecto que se busca, se encuentra representado en el “R cuadrado”. En los resultados obtenidos para los 4 modelos evaluados en 2005, 2010 y 2015 resultantes en 12 regresiones, se pueden encontrar varios rangos para este ajuste. En cuanto al valor para las 4 hipótesis en el 2005 estos rangos se encuentran entre 0,2614 y 0,7280. Para el 2010 se encuentran entre 0,3015 y 0,6855. Para el 2015 se encuentran entre 0,0069 (menos del 1%) y 0,6717. Es la hipótesis 4 la que encuentra niveles mayores de ajuste al presentar valores entre 0,6717 y 0,7280. Es de destacar que el valor máximo de 1 para este indicador significa un ajuste lineal perfecto y la explicación máxima del fenómeno explicado por medio de los valores contenidos en la recta propuesta.

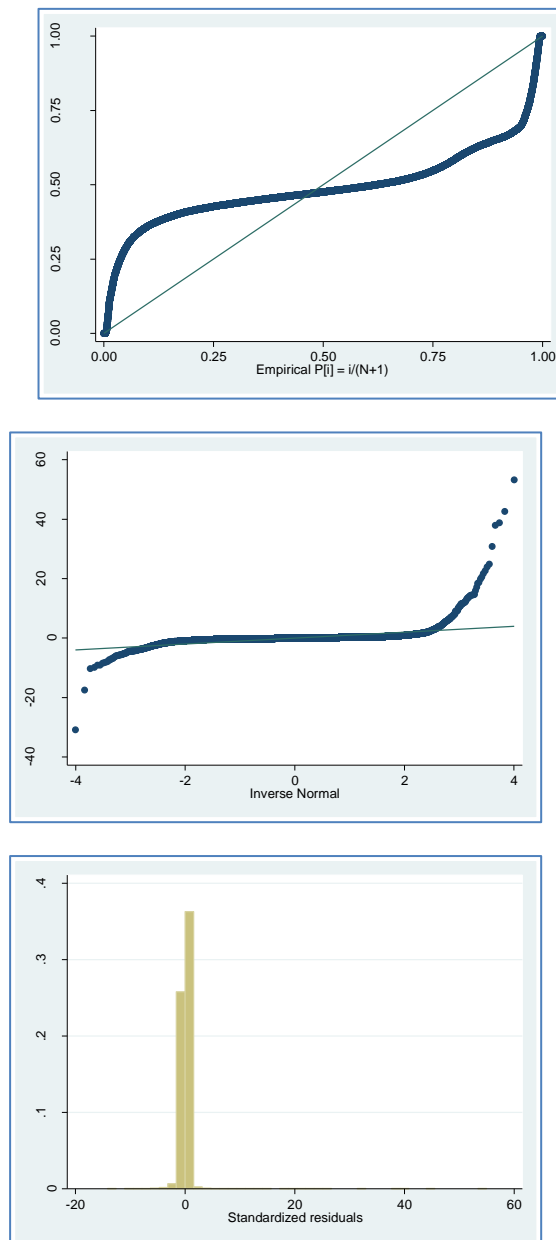
La evaluación del cumplimiento de los supuestos básicos y de los supuestos secundarios necesarios para garantizar el uso del método MCO como adecuado para esta investigación de acuerdo con la explicación planteada para cada uno de ellos en este capítulo, se abordará en los siguientes apartados.

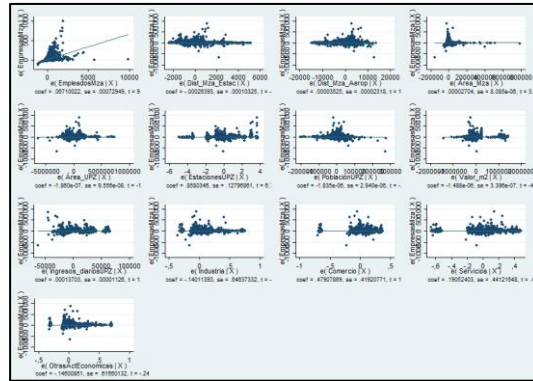
#### **4.1.1. Prueba de normalidad del valor esperado de los errores**

Como se expuso anteriormente, el comportamiento esperado de la normalidad de los residuos se evalúa de acuerdo con su representación gráfica, en la que se esperaría un comportamiento de la gráfica semejante a la evolución acampanada de

los mismos. También se aplica una evaluación de la normalidad de la distribución de los errores por medio de la prueba conjunta, de la curtosis y de la oblicuidad para evaluar el comportamiento de la distribución, atendiendo al criterio de que en este caso si *p-value* es mayor que *alfa* esta prueba indica una distribución normal. El análisis de resultados se presenta al final de la sección.

- **Hipótesis 1 – año 2005 (y= EmpresasMza)**



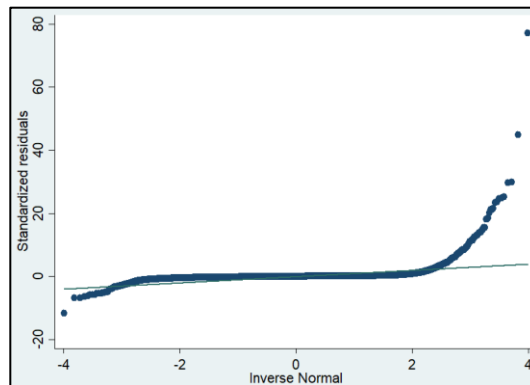
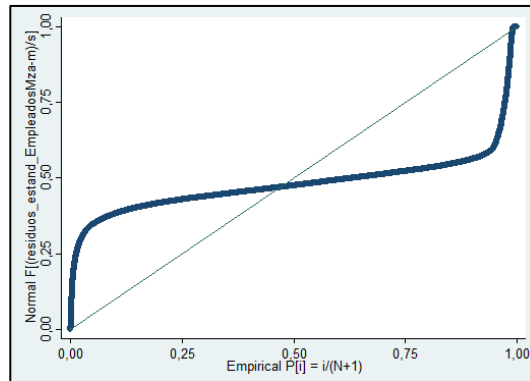


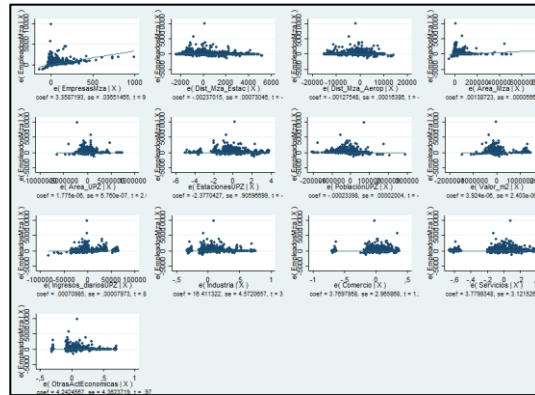
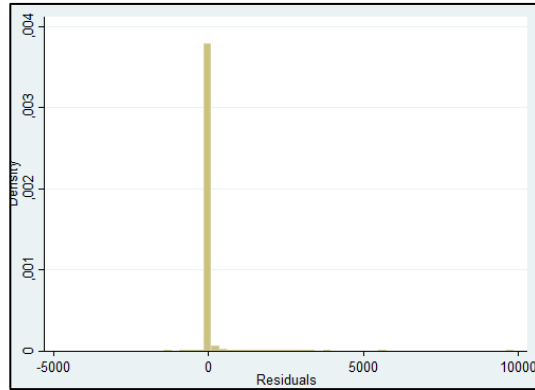
Skewness/Kurtosis tests for Normality

Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2
residuos_e=a	29.095	0,0000	0,0000	.	.

joint

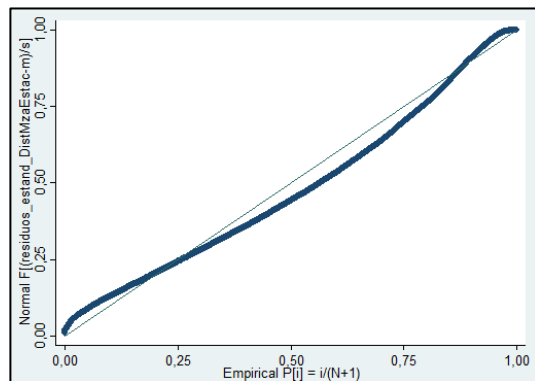
- Hipótesis 2 – año 2005 (y= EmpleadosMza)

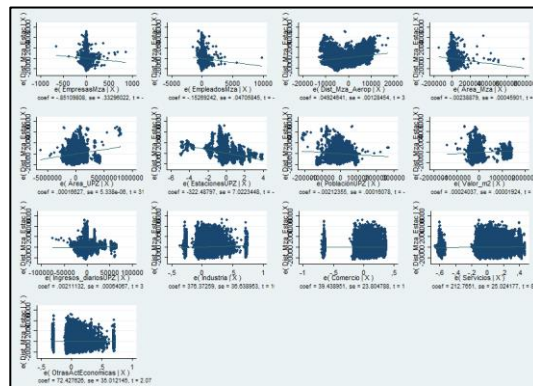
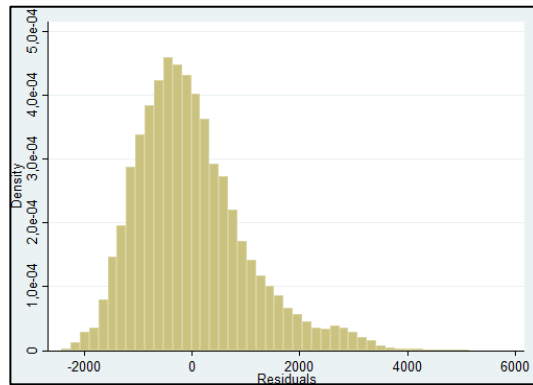
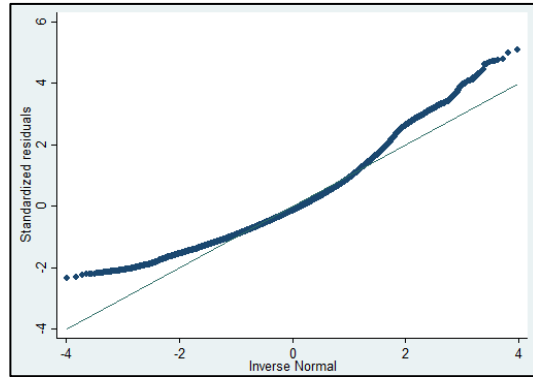




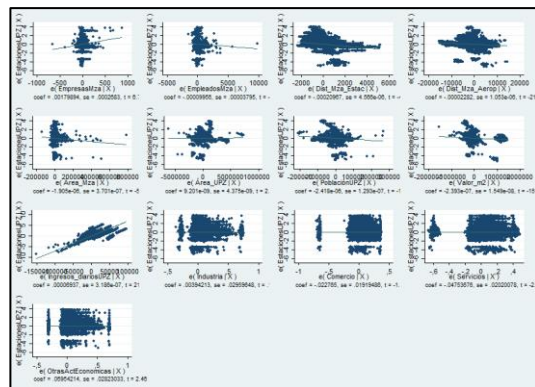
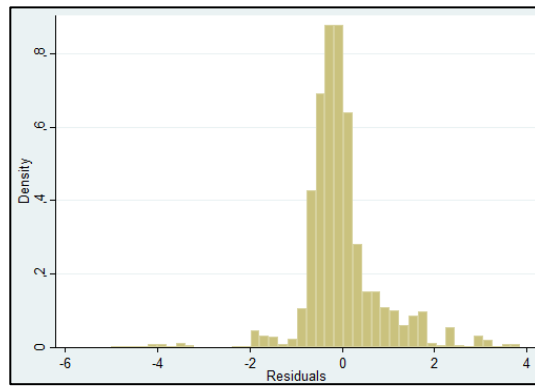
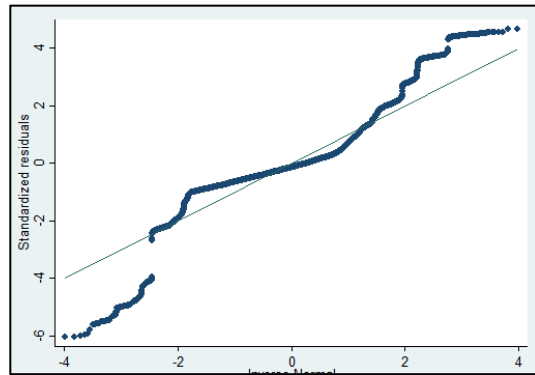
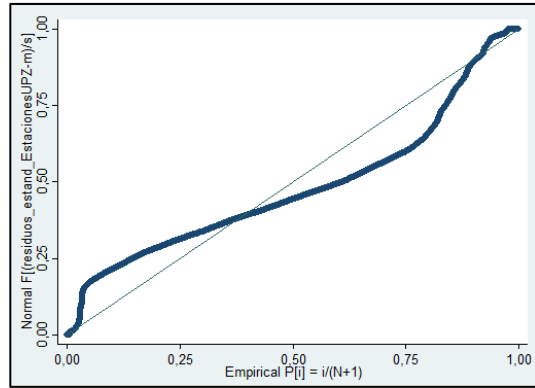
Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2
residuos_e~a	29.095	0,0000	0,0000	.	.

- Hipótesis 3 – año 2005 (y= Dist\_Mza\_Estac)



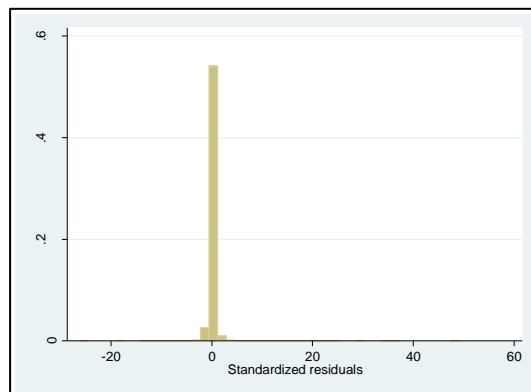
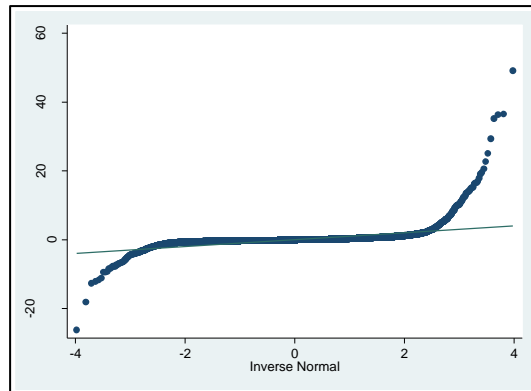
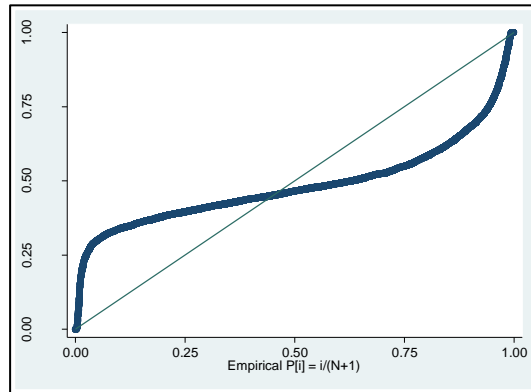


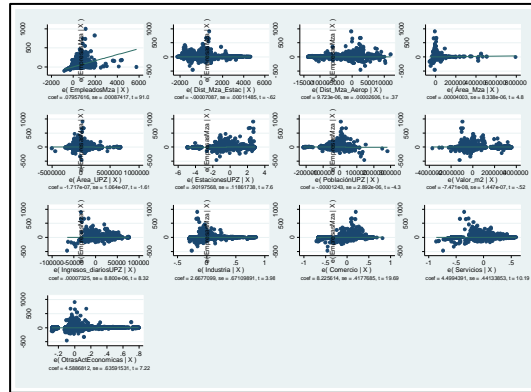
- **Hipótesis 4 – año 2005 (y= EstacionesUPZ)**



Skewness/Kurtosis tests for Normality						
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint	Prob>chi2
residuos_e~Z	29.095	0,0000	0,0000	.	.	.

- Hipótesis 1- año 2010 (y= EmpresasMza)

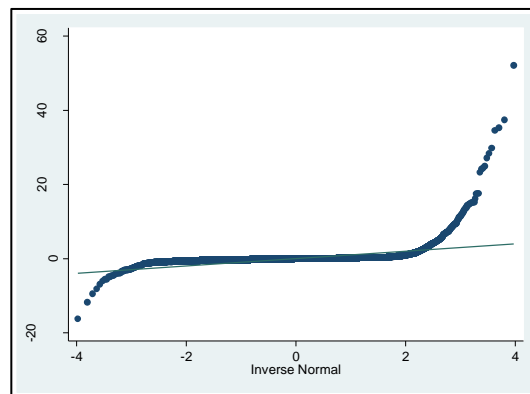
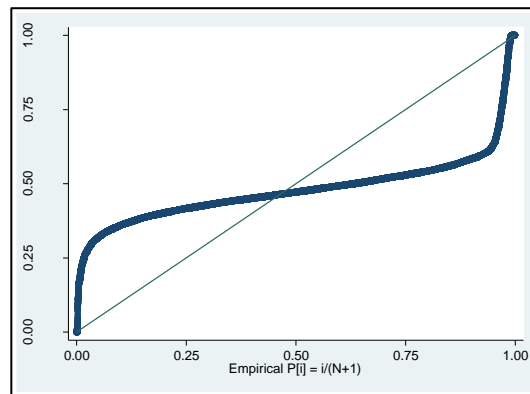


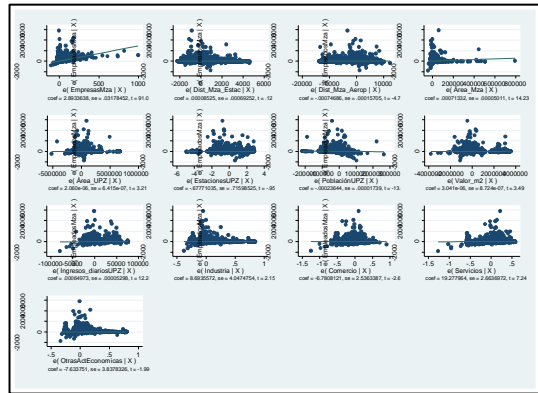
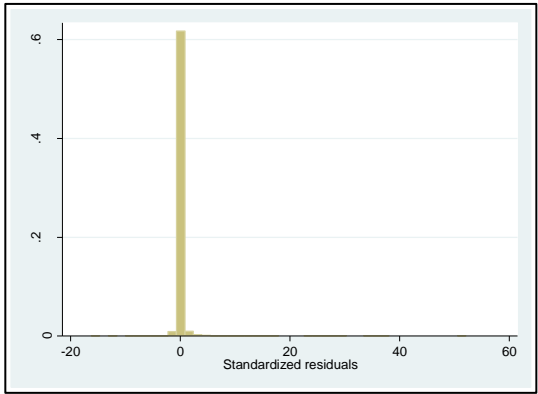


Skewness/Kurtosis tests for Normality

Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2
residuos_e~a	27,718	0.0000	0.0000	.	.

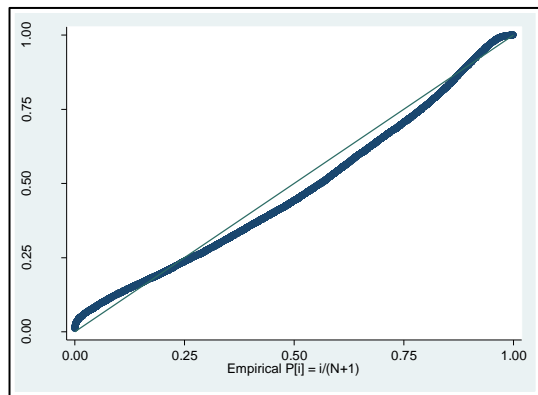
- Hipótesis 2- año 2010 (y= EmpleadosMza)

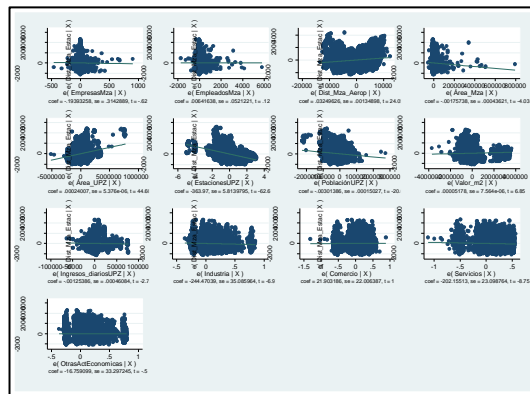
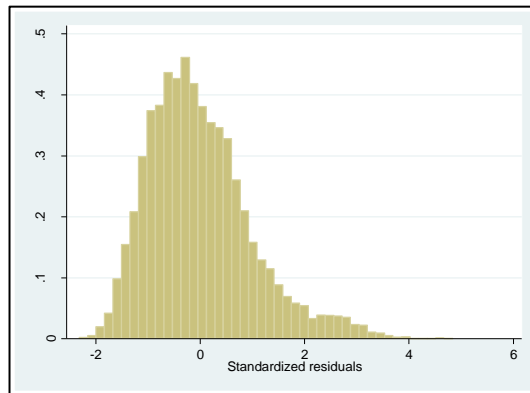
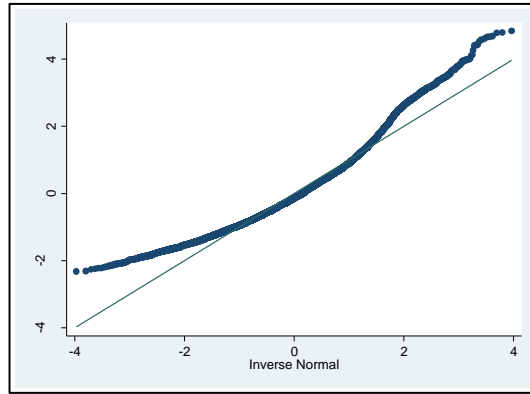




Skewness/Kurtosis tests for Normality						
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2 (2)	joint Prob>chi2	
residuos_e=a	27,718	0.0000	0.0000	.	.	

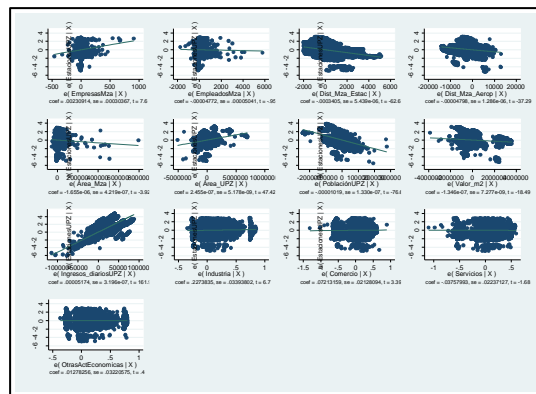
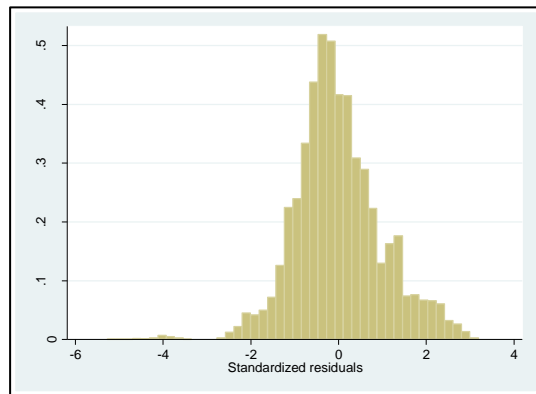
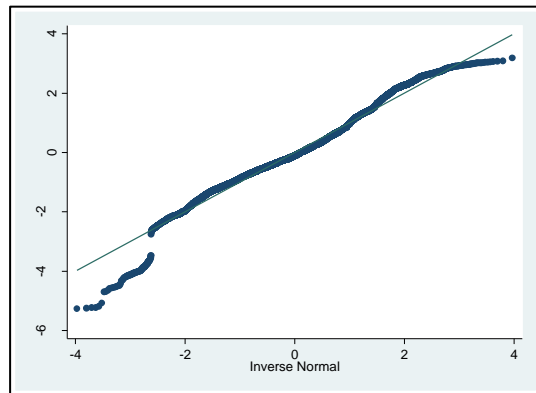
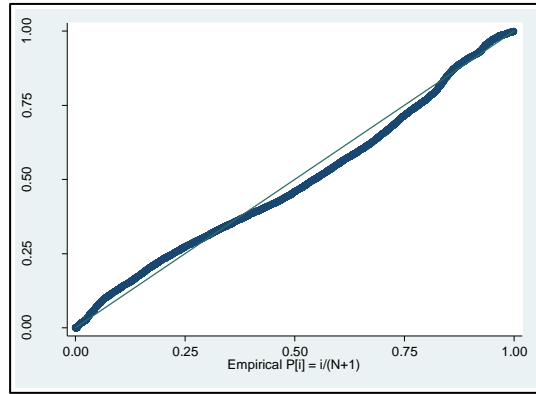
- Hipótesis 3 ( $y = \text{Dist\_Mza\_Estac}$ )





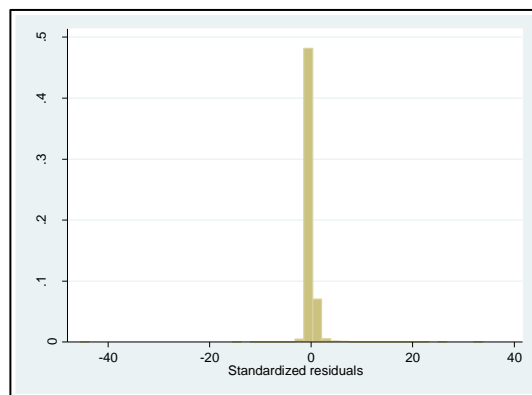
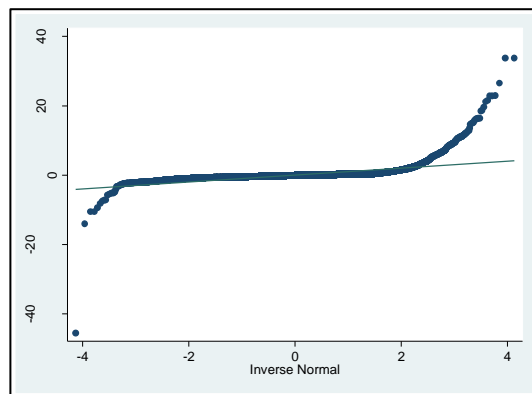
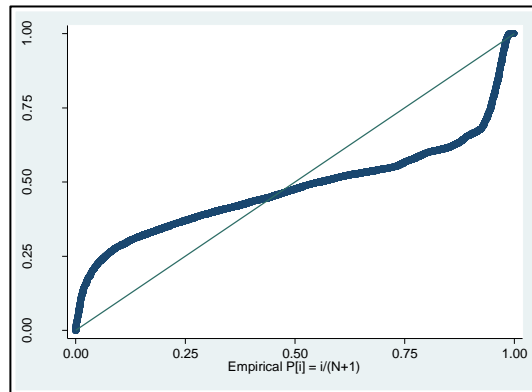
Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2 (2)	Prob>chi2
residuos_e~c	27,718	0.0000	0.0000	.	.

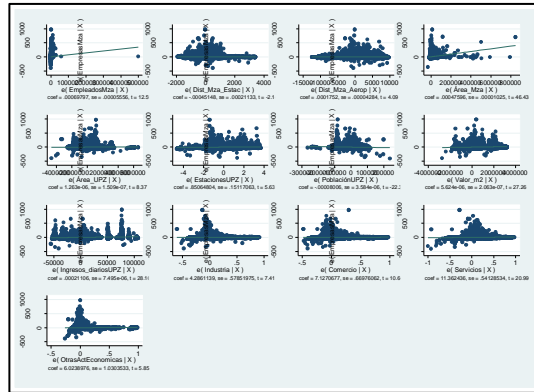
- Hipótesis 4- año 2010 (y= EstacionesUPZ)



Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2
residuos_e~Z	27,718	0.0000	0.0000	.	0.0000

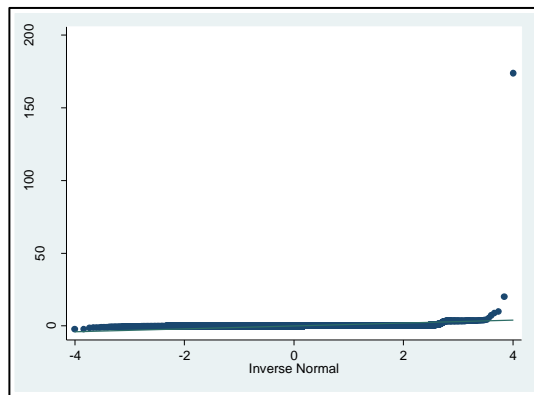
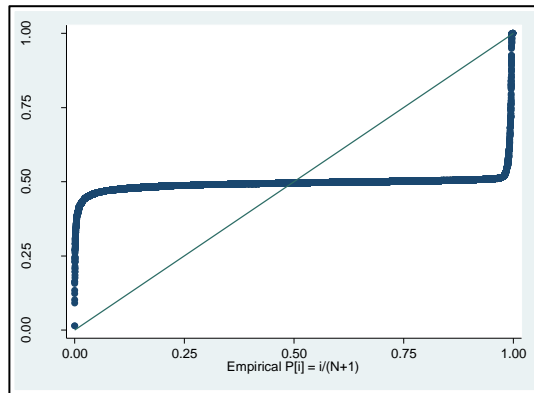
- Hipótesis 1- año 2015 ( $y = \text{EmpresasMza}$ )

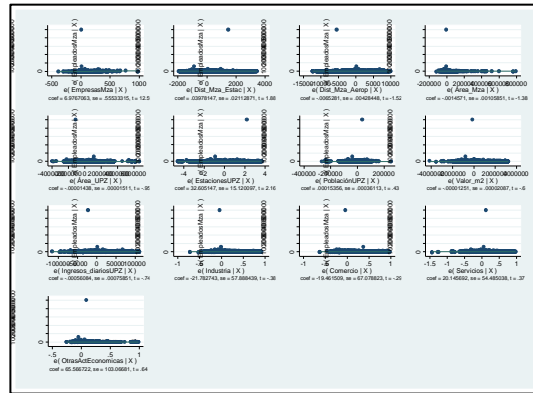
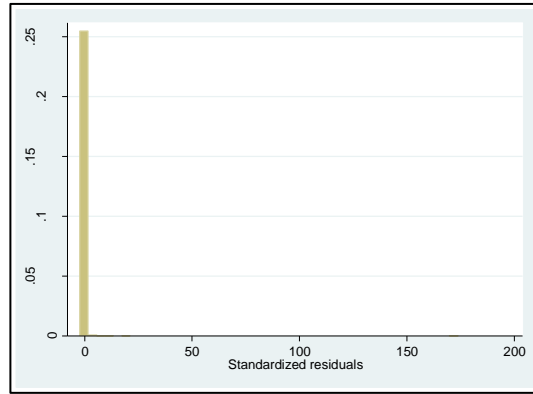




Skewness/Kurtosis tests for Normality						
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint	Prob>chi2
residuos_e~a	32,268	0.0000	0.0000	.	.	.

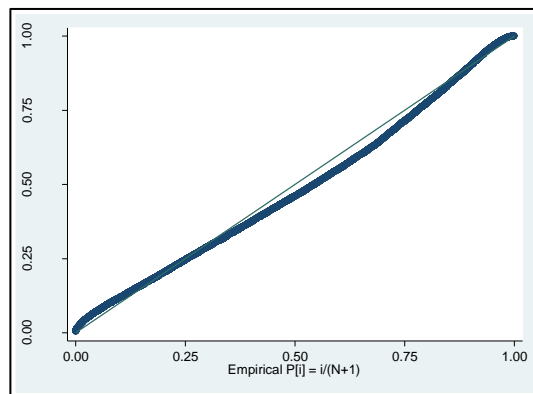
- Hipótesis 2- año 2015 (y= EmpleadosMza)

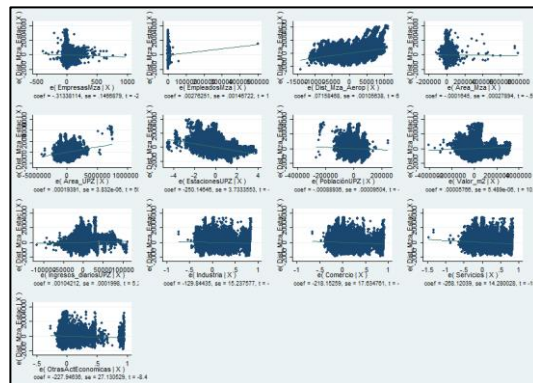
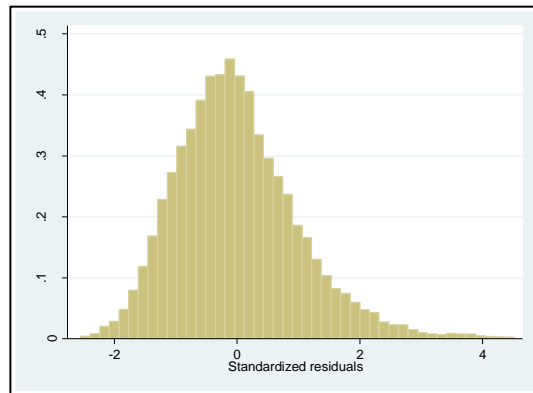
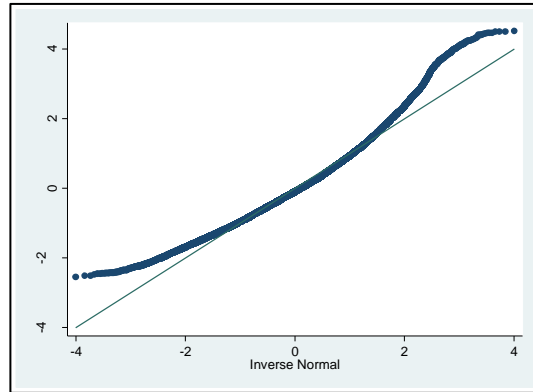




Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2 (2)	Prob>chi2
residuos_e~a	32,268	0.0000	0.0000	.	.

- Hipótesis 3- año 2015 (y= Dist\_Mza\_Estac)



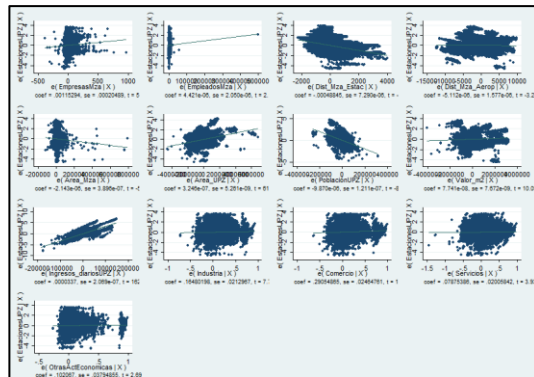
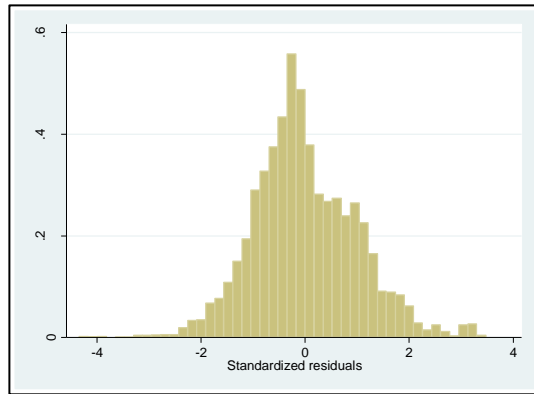
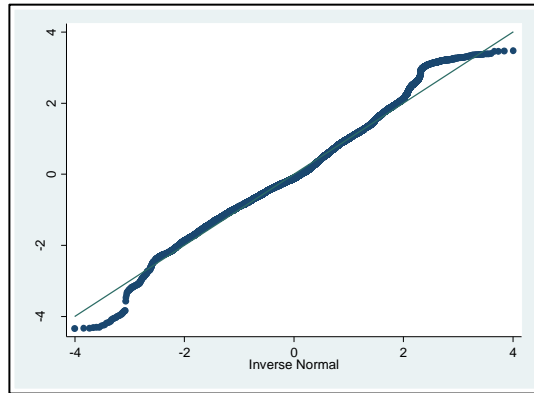
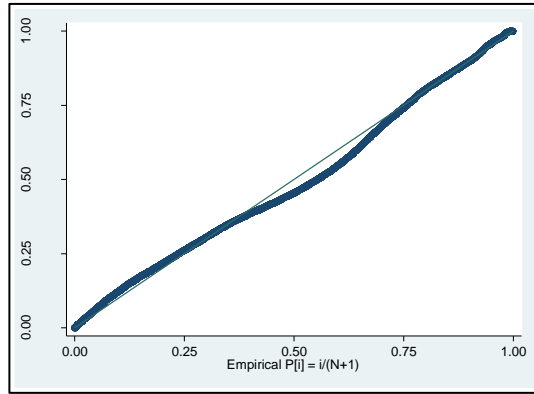


```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpresasMza EmpleadosMza Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ EstacionesUPZ
PoblaciónUPZ Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios
OtrasActEconomicas

chi2(13)      = 3963.65
Prob > chi2  = 0.0000
    
```

- Hipótesis 4- año 2015 (y= EstacionesUPZ)



Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
residuos_e~2	32,268	0.0000	0.0000	.	0.0000

La evaluación de la distribución de los errores para los años analizados por medio de métodos gráficos y por medio de la prueba conjunta permite puntualizar los siguientes resultados:

Las gráficas XY de distribución de los errores, tanto en su forma estandarizada como en su evaluación inversa en comparación con las rectas de tendencia normalizada, en la mayoría de los casos presentan desviaciones significativas que no permiten asumir normalidad del recorrido de las variables.

El anterior análisis se complementa con la gráfica de histogramas de la densidad de los errores (residuos) que en los dos primeros casos de hipótesis evidencian la ausencia de normalidad y para las hipótesis 3 y 4 pueden asociarse a un comportamiento con tendencia a la normalidad (unimodal, simétrica y acampanada).

Teniendo en cuenta que estos análisis no son concluyentes dados los resultados diferenciales en su evaluación, se complementó con la comparación de la distribución de los errores de cada regresor con la distribución de los errores de cada una de las cuatro variables dependientes que conforman las hipótesis. Estos resultados permiten evidenciar un comportamiento irregular de la distribución obteniéndose en algunos casos recorridos que se alejan bastante del supuesto inicial. En resumen, estos comportamientos pueden ser catalogados como indicativos de distribuciones no normales.

A este respecto vale la pena anotar que el comportamiento de los errores en su recorrido y en el histograma adelantados para las hipótesis 3 y 4 en los años 2005, 2010 y 2015 muestran mayor tendencia de distribución semejante a la que podría representar normalidad, pero los mismos no son concluyentes.

Por esta razón se complementó este análisis con la prueba Jarque-Bera conjunta de oblicuidad/achatamiento (skewness/kurtosis) para los residuos que permite identificar que tan

concentrada se presenta la distribución y en ese sentido qué tan próxima puede estar de un comportamiento adecuado para cumplir los supuestos de MCO. Sin embargo, los resultados mixtos o inexistentes reportados en la mayoría de los casos donde el *p-valor* presenta mayores indicios de comportamientos no-normales permiten afirmar con cierto nivel de certeza que, en algunos casos existen indicios de que los valores esperados de los errores no obedecen a una distribución normal.

Lo anterior permite inferir de manera inicial que existen elementos para considerar el incumplimiento del primer supuesto de los MCO.

#### 4.1.2. Pruebas conjuntas de normalidad. Curtosis - oblicuidad

La evaluación de la normalidad se hará por medio de la prueba conjunta, de la curtosis y de la oblicuidad para evaluar el comportamiento de la distribución. En este caso si *p-value* es mayor que *alfa* esta prueba indica una distribución normal. El análisis de estos resultados se presenta al final de la sección.

- **Hipótesis 1 - año 2005 (y= EmpresasMza)**

Variable	Skewness/Kurtosis tests for Normality				
	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	joint Prob>chi2
EmpresasMza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
EmpleadosMza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Dist_Mza_E~c	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Dist_Mza_A~p	29.095	0,0000	0,0000	.	0,0000
Área_Mza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Área_UPZ	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Estaciones~Z	29.095	0,0000	0,0000	.	.
PoblaciónUPZ	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Valor_m2	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Ingresos_d~Z	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Industria	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Comercio	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Servicios	29.095	0,0000	0,0000	.	.
OtrasActEc~s	29.095	0,0000	0,0000	.	.

- **Hipótesis 2 - año 2005 (y= EmpleadosMza)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	joint	
				adj chi2(2)	Prob>chi2
EmpleadosMza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
EmpresasMza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Dist_Mza_E~c	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Dist_Mza_A~p	29.095	0,0000	0,0000	.	0,0000
Área_Mza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Área_UPZ	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Estaciones~Z	29.095	0,0000	0,0000	.	.
PoblaciónUPZ	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Valor_m2	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Ingresos_d~Z	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Industria	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Comercio	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Servicios	29.095	0,0000	0,0000	.	.
OtrasActEc~s	29.095	0,0000	0,0000	.	.

- **Hipótesis 3 - año 2005 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	joint	
				adj chi2(2)	Prob>chi2
Dist_Mza_E~c	29.095	0,0000	0,0000	.	.
EmpresasMza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
EmpleadosMza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Dist_Mza_A~p	29.095	0,0000	0,0000	.	0,0000
Área_Mza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Área_UPZ	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Estaciones~Z	29.095	0,0000	0,0000	.	.
PoblaciónUPZ	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Valor_m2	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Ingresos_d~Z	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Industria	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Comercio	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Servicios	29.095	0,0000	0,0000	.	.
OtrasActEc~s	29.095	0,0000	0,0000	.	.

- **Hipótesis 4 - año 2005 (y= EstacionesUPZ)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	joint	
				adj chi2(2)	Prob>chi2
Estaciones~Z	29.095	0,0000	0,0000	.	.
EmpresasMza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
EmpleadosMza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Dist_Mza_E~c	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Dist_Mza_A~p	29.095	0,0000	0,0000	.	0,0000
Área_Mza	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Área_UPZ	29.095	0,0000	0,0000	.	.
PoblaciónUPZ	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Valor_m2	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Ingresos_d~Z	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Industria	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Comercio	29.095	0,0000	0,0000	.	.
Servicios	29.095	0,0000	0,0000	.	.
OtrasActEc~s	29.095	0,0000	0,0000	.	.

- **Hipótesis 1 - año 2010 (y= EmpresasMza)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	joint	
				adj chi2(2)	Prob>chi2
EmpresasMza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
EmpleadosMza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_E~c	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_A~p	27,718	0.0000	0.0000	.	0.0000
Área_Mza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Área_UPZ	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Estaciones~Z	27,718	0.0000	0.0000	.	.
PoblaciónUPZ	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Valor_m2	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Ingresos_d~Z	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Industria	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Comercio	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Servicios	27,718	0.0000	0.0001	.	.
OtrasActEc~s	27,718	0.0000	0.0000	.	.

- **Hipótesis 2 - año 2010 (y= EmpleadosMza)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	joint	
				adj chi2(2)	Prob>chi2
EmpleadosMza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
EmpresasMza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_E~c	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_A~p	27,718	0.0000	0.0000	.	0.0000
Área_Mza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Área_UPZ	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Estaciones~Z	27,718	0.0000	0.0000	.	.
PoblaciónUPZ	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Valor_m2	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Ingresos_d~Z	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Industria	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Comercio	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Servicios	27,718	0.0000	0.0001	.	.
OtrasActEc~s	27,718	0.0000	0.0000	.	.

- **Hipótesis 3 - año 2010 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	joint	
				adj chi2(2)	Prob>chi2
Dist_Mza_E~c	27,718	0.0000	0.0000	.	.
EmpresasMza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
EmpleadosMza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_A~p	27,718	0.0000	0.0000	.	0.0000
Área_Mza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Área_UPZ	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Estaciones~Z	27,718	0.0000	0.0000	.	.
PoblaciónUPZ	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Valor_m2	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Ingresos_d~Z	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Industria	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Comercio	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Servicios	27,718	0.0000	0.0001	.	.
OtrasActEc~s	27,718	0.0000	0.0000	.	.

- **Hipótesis 4 - año 2010 (y= EstacionesUPZ)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis) adj	joint	
				chi2(2)	Prob>chi2
Estaciones~Z	27,718	0.0000	0.0000	.	.
EmpresasMza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
EmpleadosMza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_E~c	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_A~p	27,718	0.0000	0.0000	.	0.0000
Área_Mza	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Área_UPZ	27,718	0.0000	0.0000	.	.
PoblaciónUPZ	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Valor_m2	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Ingresos_d~Z	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Industria	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Comercio	27,718	0.0000	0.0000	.	.
Servicios	27,718	0.0000	0.0001	.	.
OtrasActEc~s	27,718	0.0000	0.0000	.	.

- **Hipótesis 1 - año 2015 (y= EmpresasMza)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis) adj	joint	
				chi2(2)	Prob>chi2
EmpresasMza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
EmpleadosMza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_E~c	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_A~p	32,268	0.0000	0.0000	.	0.0000
Área_Mza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Área_UPZ	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Estaciones~Z	32,268	0.0000	0.0000	.	.
PoblaciónUPZ	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Valor_m2	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Ingresos_d~Z	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Industria	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Comercio	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Servicios	32,268	0.0000	0.0000	.	.
OtrasActEc~s	32,268	0.0000	0.0000	.	.

- **Hipótesis 2 - año 2015 (y= EmpleadosMza)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis) adj	joint	
				chi2(2)	Prob>chi2
EmpleadosMza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
EmpresasMza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_E~c	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_A~p	32,268	0.0000	0.0000	.	0.0000
Área_Mza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Área_UPZ	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Estaciones~Z	32,268	0.0000	0.0000	.	.
PoblaciónUPZ	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Valor_m2	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Ingresos_d~Z	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Industria	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Comercio	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Servicios	32,268	0.0000	0.0000	.	.
OtrasActEc~s	32,268	0.0000	0.0000	.	.

- **Hipótesis 3 - año 2015 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	joint	
				adj chi2(2)	Prob>chi2
Dist_Mza_E~c	32,268	0.0000	0.0000	.	.
EmpresasMza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
EmpleadosMza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_A~p	32,268	0.0000	0.0000	.	0.0000
Área_Mza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Área_UPZ	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Estaciones~Z	32,268	0.0000	0.0000	.	.
PoblaciónUPZ	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Valor_m2	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Ingresos_d~Z	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Industria	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Comercio	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Servicios	32,268	0.0000	0.0000	.	.
OtrasActEc~s	32,268	0.0000	0.0000	.	.

- **Hipótesis 4 - año 2015 (y= EstacionesUPZ)**

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	joint	
				adj chi2(2)	Prob>chi2
Estaciones~Z	32,268	0.0000	0.0000	.	.
EmpresasMza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
EmpleadosMza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_E~c	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Dist_Mza_A~p	32,268	0.0000	0.0000	.	0.0000
Área_Mza	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Área_UPZ	32,268	0.0000	0.0000	.	.
PoblaciónUPZ	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Valor_m2	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Ingresos_d~Z	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Industria	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Comercio	32,268	0.0000	0.0000	.	.
Servicios	32,268	0.0000	0.0000	.	.
OtrasActEc~s	32,268	0.0000	0.0000	.	.

Complementando las pruebas de normalidad de los errores, en el presente apartado se quiso medir el grado de normalidad de la distribución de cada variable por medio de la prueba conjunta de oblicuidad/achatación para cada regresor, en cada una de las hipótesis, a fin de comparar sus resultados con el valor esperado para definir si la hipótesis nula referente a la distribución normal se acepta o se rechaza.

Sin embargo y como se evidencia en las tablas anteriores, la prueba no presenta resultados en el *p-valor*; esta situación no permite definir de forma concluyente el comportamiento de las variables.

En cuanto al supuesto de la exactitud de la ecuación tanto en los valores como en el intercepto definida como una representación del fenómeno, expresada en el valor esperado de los

errores en la representación de una distribución “normal” y con varianza constante, puede afirmarse que en la mayoría de los 12 casos analizados (4 hipótesis en cada uno de los tres períodos analizados) no puede identificarse este comportamiento. Para demostrar ello, se presentan gráficas de la distribución de los errores estandarizados frente al valor esperado de la normal, gráfico del inverso de estos valores, el histograma de la distribución de los errores, gráficas de la distribución de los errores de la variable dependiente frente a los errores de cada regresor, los cuales permiten observar la anormalidad de su comportamiento, el resultado de las pruebas de curtosis, de oblicuidad y conjunta las cuales permiten definir la no normalidad a partir del *p valor*.

Así mismo, al analizar la presencia de datos atípicos u *outliers* y el comportamiento de la simetría de los datos de la distribución de los regresores frente a cada variable independiente, se presentan gráficos de estas correlaciones en los cuales puede evidenciarse el comportamiento heterogéneo de esta información.

En ese sentido, la decisión de no aceptación de una distribución normal tomada en el anterior segmento se mantiene.

#### 4.1.3. Evaluación de la homocedasticidad de la varianza y autocorrelación de los errores

La evaluación de la homocedasticidad de la varianza se realiza mediante la prueba de Breusch-Pagan-Godfrey. En ella se establece como hipótesis nula la homocedasticidad. Si el *p-value* es menor que *alfa* (por lo general *alfa* = 0,05) se rechaza esta hipótesis y por tanto existen indicios de heterocedasticidad. El comportamiento de la distribución de los regresores y de datos atípicos se evalúa de acuerdo con su representación gráfica.

El análisis de los resultados se presenta al final de la sección.

- **Hipótesis 1 - año 2005 (y= EmpresasMza)**

```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpleadosMza Dist_Mza_Estac Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ EstacionesUPZ PoblaciónUPZ
          Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios OtrasActEconomicas

chi2(13)      = 5578,69
Prob > chi2   = 0,0000
  
```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 29095) = 1.765287
```

- **Hipótesis 2 - año 2005 (y= EmpleadosMza)**

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpresasMza Dist_Mza_Estac Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ EstacionesUPZ PoblaciónUPZ
          Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios OtrasActEconomicas

chi2(13)      = 176,34
Prob > chi2   = 0,0000
```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 29095) = .4965651
```

- **Hipótesis 3 - año 2005 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpresasMza EmpleadosMza Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ EstacionesUPZ PoblaciónUPZ
          Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios OtrasActEconomicas

chi2(13)      = 4181,45
Prob > chi2   = 0,0000
```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 29095) = 1.97555
```

- **Hipótesis 4 - año 2005 (y= EstacionesUPZ)**

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpresasMza EmpleadosMza Dist_Mza_Estac Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ PoblaciónUPZ
          Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios OtrasActEconomicas

chi2(13)      = 8126,11
Prob > chi2   = 0,0000
```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 29095) = 1.968759
```

- **Hipótesis 1 - año 2010 (y= EmpresasMza)**

```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpleadosMza Dist_Mza_Estac Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ EstacionesUPZ
          PoblaciónUPZ Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios
          OtrasActEconomicas

chi2(13)      = 3177.81
Prob > chi2   = 0.0000

```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 27718) = 1.962175
```

- **Hipótesis 2 - año 2010 (y= EmpleadosMza)**

```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpresasMza Dist_Mza_Estac Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ EstacionesUPZ
          PoblaciónUPZ Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios
          OtrasActEconomicas

chi2(13)      = 582.53
Prob > chi2   = 0.0000

```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 27718) = 1.981516
```

- **Hipótesis 3 - año 2010 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpresasMza EmpleadosMza Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ EstacionesUPZ
          PoblaciónUPZ Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios
          OtrasActEconomicas

chi2(13)      = 3033.56
Prob > chi2   = 0.0000

```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 27718) = 1.836735
```

- **Hipótesis 4 - año 2010 (y= EstacionesUPZ)**

```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpresasMza EmpleadosMza Dist_Mza_Estac Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ
PoblaciónUPZ Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios
OtrasActEconomicas

chi2(13)      =  8372.13
Prob > chi2   =  0.0000

```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 27718) = .9405432
```

- **Hipótesis 1 - año 2015 (y= EmpresasMza)**

```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpleadosMza Dist_Mza_Estac Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ EstacionesUPZ
PoblaciónUPZ Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios
OtrasActEconomicas

chi2(13)      =  1726.98
Prob > chi2   =  0.0000

```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 32268) = 1.579073
```

- **Hipótesis 2 - año 2015 (y= EmpleadosMza)**

```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpresasMza Dist_Mza_Estac Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ EstacionesUPZ
PoblaciónUPZ Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios
OtrasActEconomicas

chi2(13)      =    9.09
Prob > chi2   =  0.7662

```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 32268) = 1.997174
```

- **Hipótesis 3 - año 2015 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpresasMza EmpleadosMza Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ EstacionesUPZ
          PoblaciónUPZ Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios
          OtrasActEconomicas

chi2(13)      = 3963.65
Prob > chi2   = 0.0000

```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 32268) = .8516693
```

- **Hipótesis 4 - año 2015 (y= EstacionesUPZ)**

```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: EmpresasMza EmpleadosMza Dist_Mza_Estac Dist_Mza_Aerop Área_Mza Área_UPZ
          PoblaciónUPZ Valor_m2 Ingresos_diariosUPZ Industria Comercio Servicios
          OtrasActEconomicas

chi2(13)      = 7263.53
Prob > chi2   = 0.0000

```

```
Durbin-Watson d-statistic( 14, 32268) = 1.149699
```

Otro supuesto evaluado se refiere a la homocedasticidad de la varianza de los errores como representación del comportamiento constante de esta diferencia a lo largo del recorrido de los valores de la muestra. Así mismo, el resultado obtenido para esta condición permite definir el grado de confianza de las pruebas de hipótesis planteadas y la eficiencia del modelo. La prueba de Breusch-Pagan diseñada para este fin, plantea que un resultado del *p valor* menor que el nivel de significancia escogido y que para este caso es 0,05 representa un rechazo de la hipótesis nula que define la homocedasticidad y ante ello explicita la heterocedasticidad del modelo y sus datos (Breusch & Pagan, 1979; Garson, 2012; Koenker, 1981; Waldman, 1983), violándose en este caso uno de los supuestos básicos de los MCO. A excepción de la evaluación de la hipótesis 2 para el 2015 donde se registra un comportamiento homocedástico de los errores, se registran comportamientos heterocedásticos en los 11 modelos restantes.

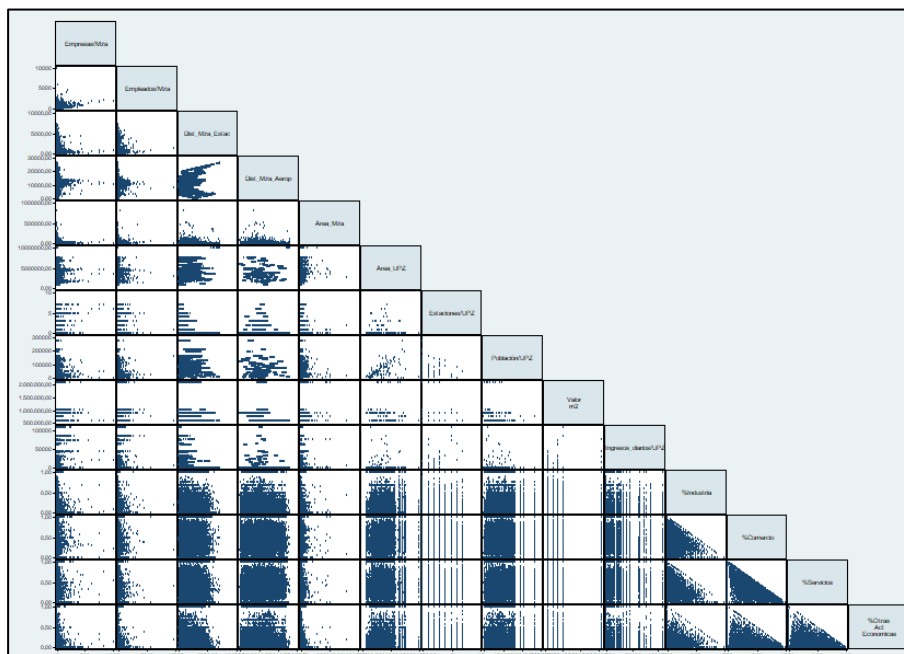
La utilización del estimador Durbin-Watson permite evaluar la presencia de autocorrelación entre los errores y por tanto el posible incumplimiento de este supuesto. De esta forma se evalúa si los errores presentan algún comportamiento sistemático y por esa razón pueden ocasionar que la

regresión subestime el error estándar de los coeficientes y que en consecuencia evidencian los regresores parezcan significativos sin serlo (Durbin & Watson, 1951; Savin & White, 1977; Watson, 1967). En las 12 pruebas evidencia resultados mixtos donde en algunos casos los valores menores que 1 pueden significar la autocorrelación o relación entre variables separadas por cortos períodos de tiempo lo que permitiría el riesgo de procesos autorregresivos que causen errores y bajen los niveles de eficiencia de la estimación.

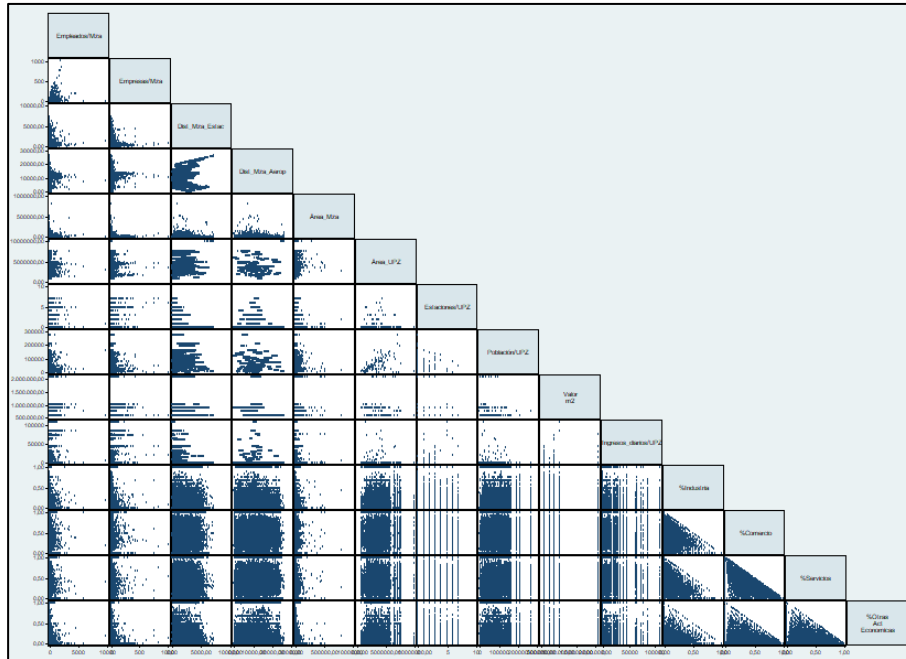
#### 4.1.4. Evaluación de la presencia de datos atípicos y de la posible asimetría de la distribución de uno o más regresores del modelo

El comportamiento de la distribución de los regresores y de datos atípicos se evalúa de acuerdo con su representación gráfica. Durante esta evaluación gráfica es posible determinar el comportamiento del recorrido de cada una de las variables independientes y de esta manera evaluar su comportamiento. El análisis de resultados se presenta al final de la sección.

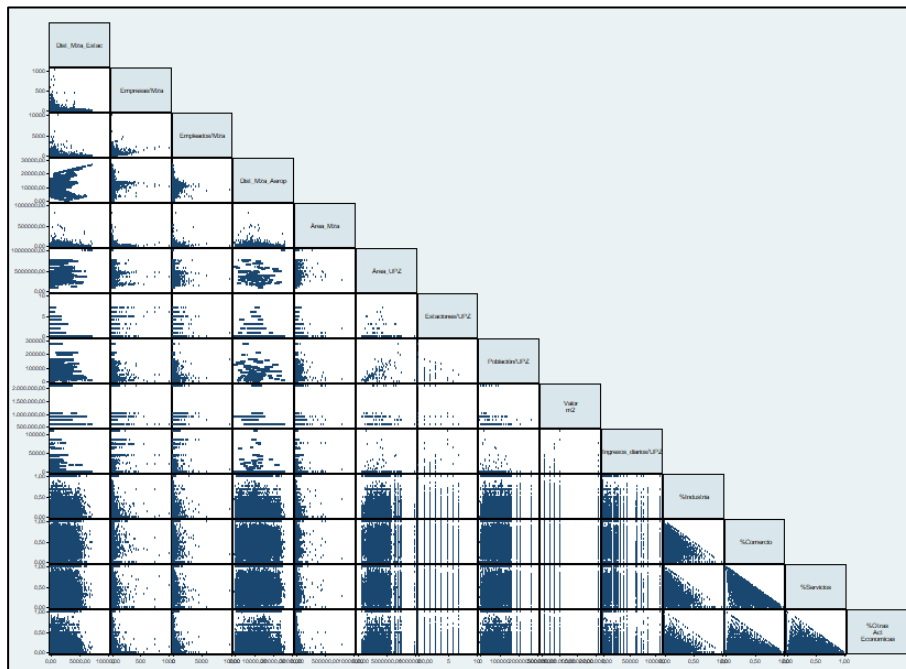
- **Hipótesis 1 - año 2005 (y= EmpresasMza)**



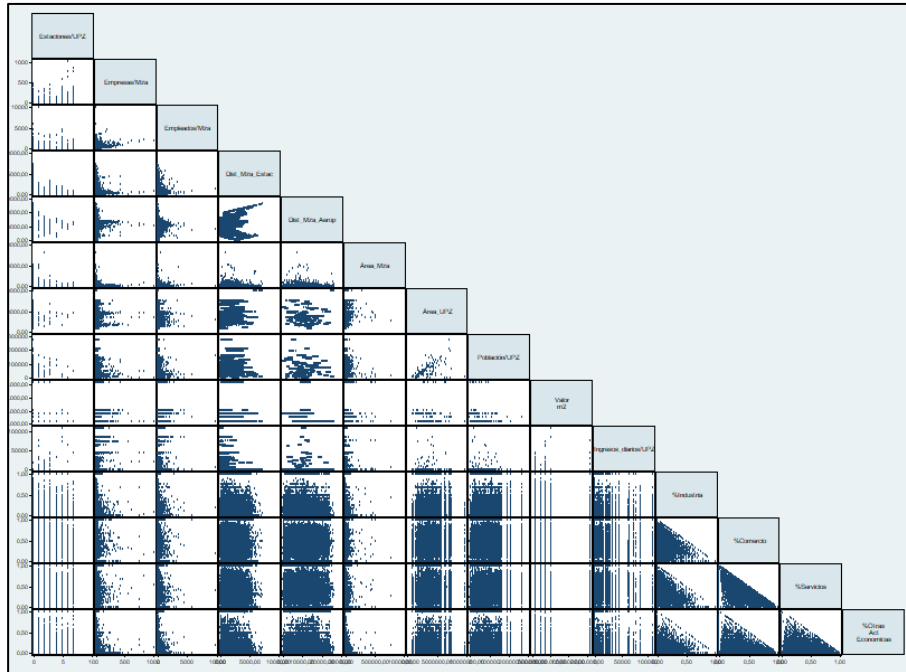
- **Hipótesis 2 - año 2005 (y= EmpleadosMza)**



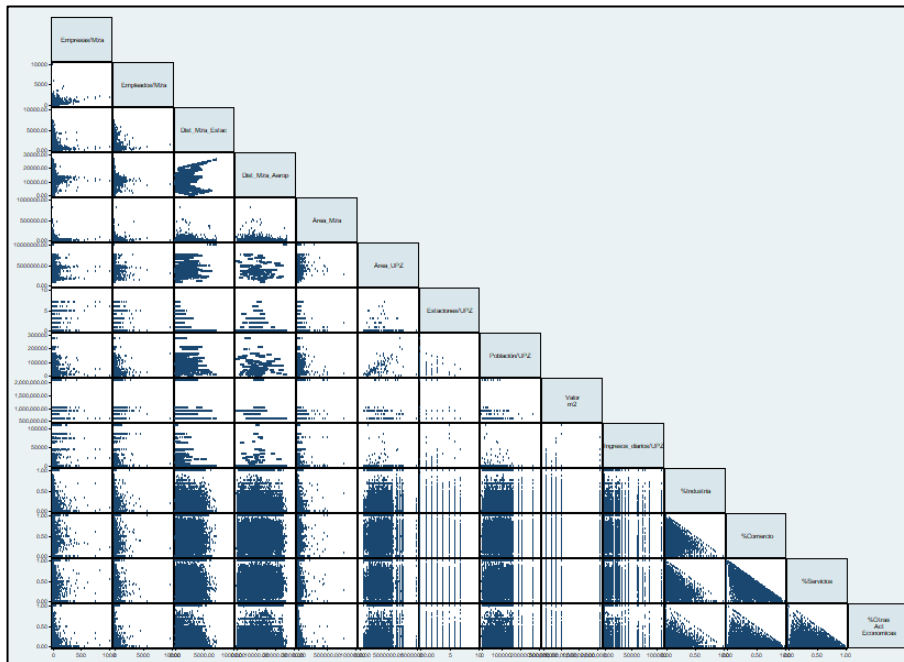
- **Hipótesis 3 - año 2005 ( $y = \text{Dist\_Mza\_Estac}$ )**



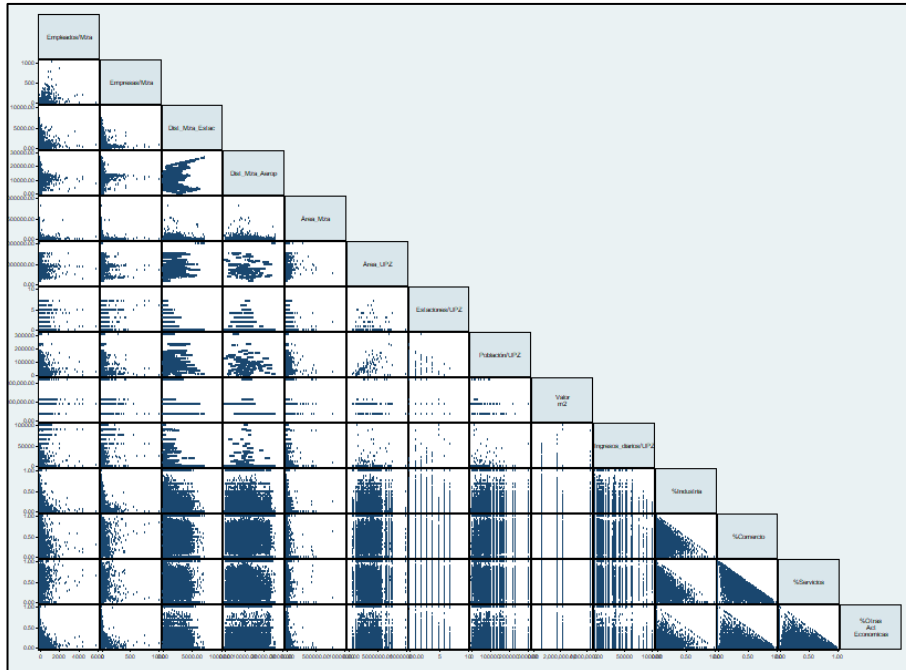
- **Hipótesis 4 - año 2005 ( $y = \text{EstacionesUPZ}$ )**



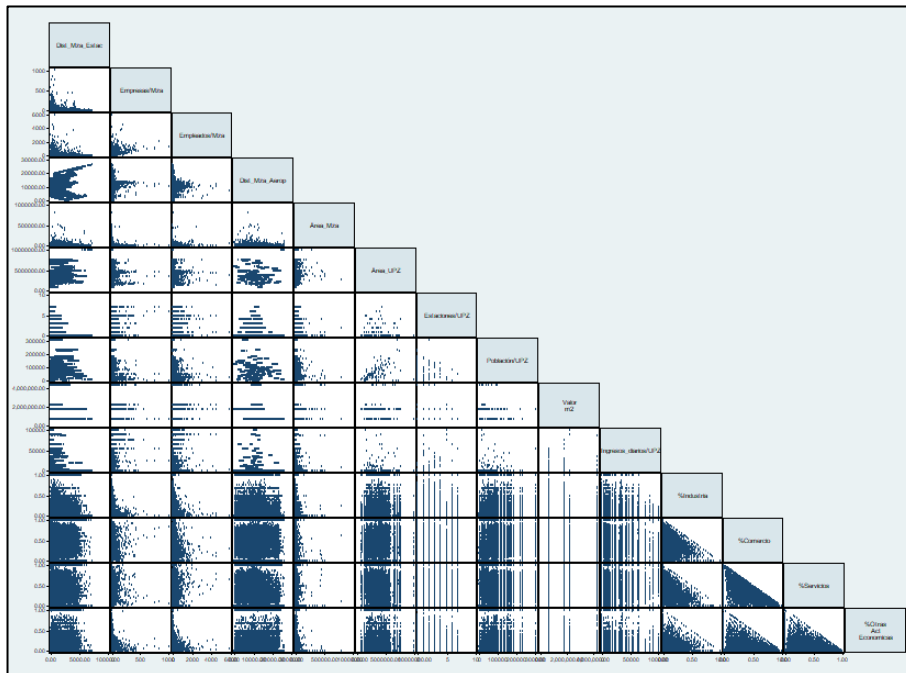
- **Hipótesis 1 - año 2010 ( $y = \text{EmpresasMza}$ )**



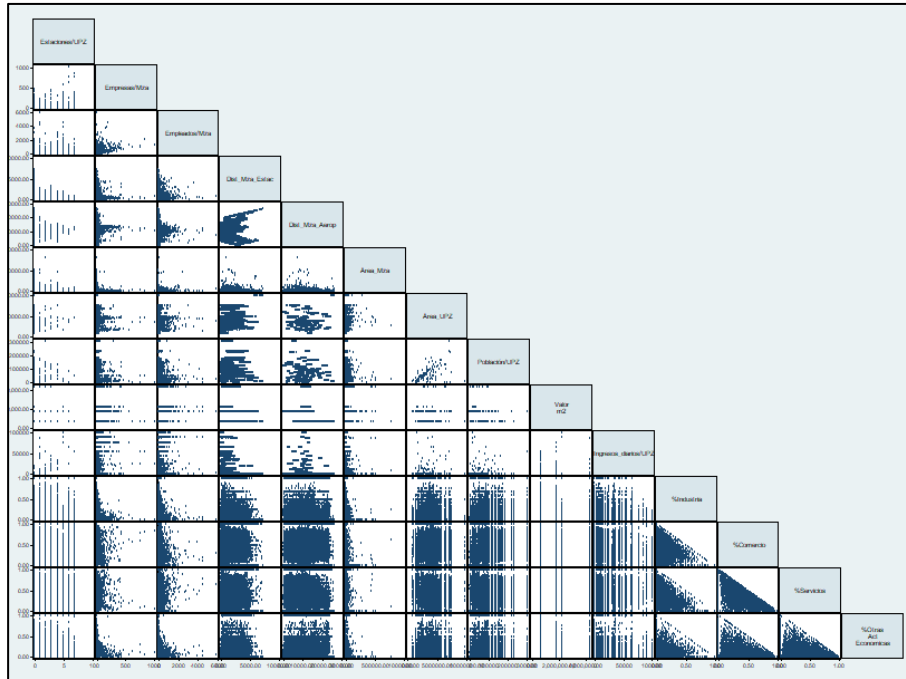
- **Hipótesis 2 - año 2010 ( $y = \text{EmpleadosMza}$ )**



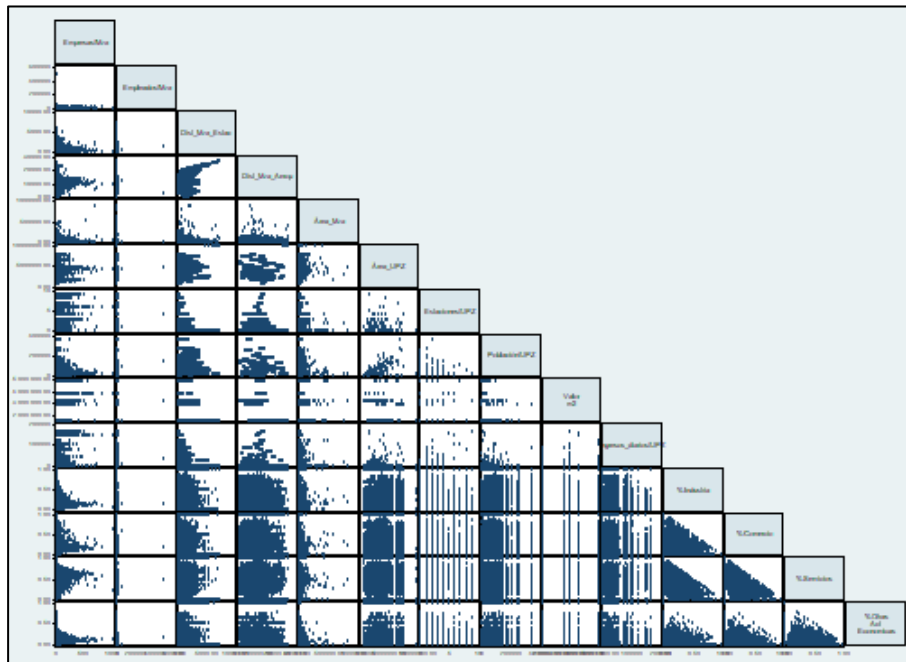
- **Hipótesis 3 - año 2010 ( $y = \text{Dist\_Mza\_Estac}$ )**



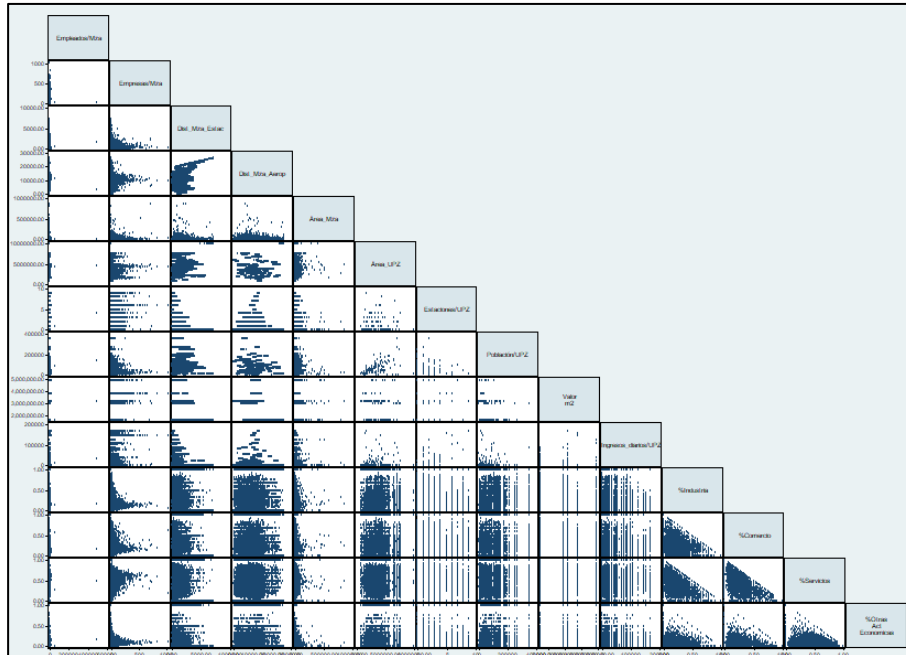
- **Hipótesis 4 - año 2010 ( $y = \text{EstacionesUPZ}$ )**



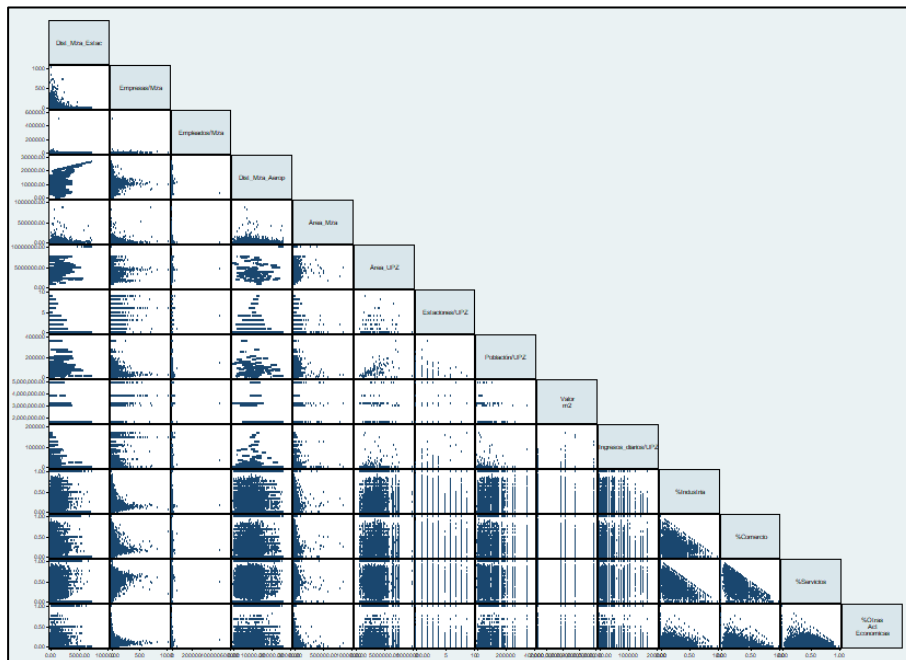
- **Hipótesis 1 - año 2015 (y= EmpresasMza)**



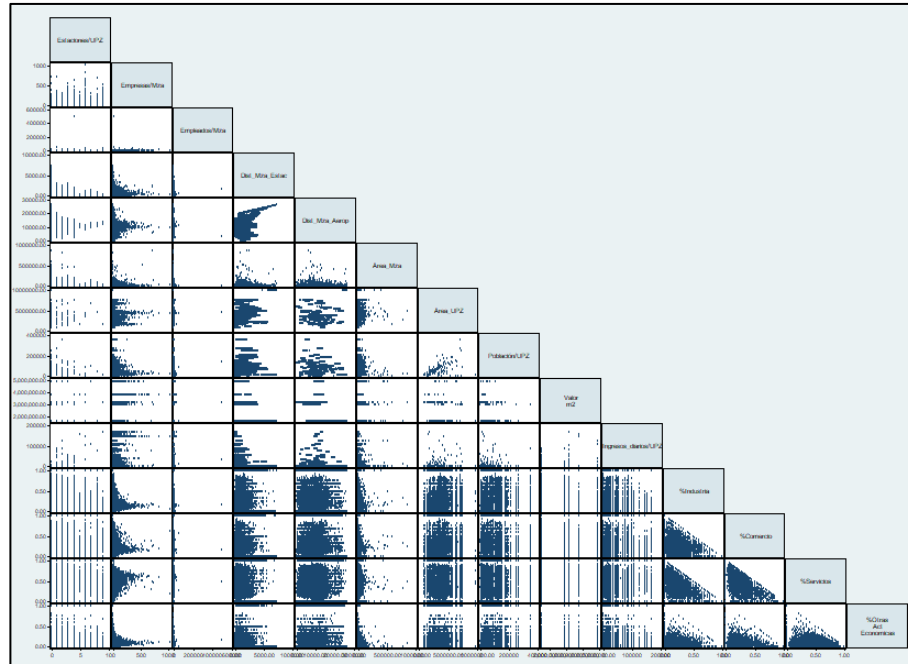
- **Hipótesis 2 - año 2015 (y= EmpleadosMza)**



- **Hipótesis 3 - año 2015 ( $y = \text{Dist\_Mza\_Estac}$ )**



- **Hipótesis 4 - año 2015 ( $y = \text{EstacionesUPZ}$ )**



Como ha podido evidenciarse en este análisis gráfico, cada una de las variables se distribuye de forma irregular encontrándose, entre otras características, la conformación de subgrupos, comportamientos heterogéneos de manera horizontal, vertical u oblicua, la identificación de grupos numerosos de datos atípicos comunes en bases de datos de gran tamaño y comportamientos cíclicos de algunas de ellas.

#### 4.1.5. Evaluación de la correcta definición de la forma funcional de la regresión

La evaluación de la forma funcional se adelanta con el test de Ramsey, la cual evalúa la posibilidad de especificación con variables omitidas. Si  $F$  es menor que  $\alpha$  entonces se rechaza la hipótesis nula que plantea que no hay variables omitidas y por lo tanto el modelo SI tiene variables omitidas. En este sentido y complementando el análisis de significancia adelantado mediante la evaluación del valor t-Student, en la cual se eligieron aquellas variables que no aportan estadísticamente, esta prueba permite definir si esta decisión afectaría la cantidad de regresores elegidos. Los resultados de este análisis se presentan al final de la sección.

- **Hipótesis 1- año 2005 ( $y = \text{EmpresasMza}$ )**

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of EmpresasMza
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 29078) =   1701,98
      Prob > F =     0,0000
```

- **Hipótesis 2- año 2005 (y= EmpleadosMza)**

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of EmpleadosMza
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 29078) =    223,14
      Prob > F =     0,0000
```

- **Hipótesis 3- año 2005 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of Dist_Mza_Estac
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 29078) =    738,61
      Prob > F =     0,0000
```

- **Hipótesis 4- año 2005 (y= EstacionesUPZ)**

```
. estat ovtest

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of EstacionesUPZ
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 29078) =   2279,43
      Prob > F =     0,0000
```

- **Hipótesis 1- año 2010 (y= EmpresasMza)**

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of EmpresasMza
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 27701) =   1108,14
      Prob > F =     0.0000
```

- **Hipótesis 2- año 2010 (y= EmpleadosMza)**

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of EmpleadosMza
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 27701) =    380,14
      Prob > F =     0.0000
```

- **Hipótesis 3- año 2010 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of Dist_Mza_Estac
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 27701) =    860.97
      Prob > F =      0.0000
```

- **Hipótesis 4- año 2010 (y= EstacionesUPZ)**

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of EstacionesUPZ
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 27701) =   1471.84
      Prob > F =      0.0000
```

- **Hipótesis 1- año 2015 (y= EmpresasMza)**

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of EmpresasMza
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 32251) =   1290.52
      Prob > F =      0.0000
```

- **Hipótesis 2- año 2015 (y= EmpleadosMza)**

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of EmpleadosMza
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 32251) =      3.60
      Prob > F =     0.0129
```

- **Hipótesis 3- año 2015 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of Dist_Mza_Estac
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 32251) =   2010.88
      Prob > F =      0.0000
```

- **Hipótesis 4- año 2015 (y= EstacionesUPZ)**

```
Ramsey RESET test using powers of the fitted values of EstacionesUPZ
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 32251) =   1201.43
      Prob > F =      0.0000
```

La prueba de Ramsey, sobre correcta especificación y existencia de variables omitidas, pretende evaluar el nivel de correspondencia entre los regresores propuestos y la significancia del modelo propuesto.

La teoría al respecto propone que los valores  $F$  menores al valor  $\alpha$ , que en este caso se encuentra en 0,05 se constituyen en un indicador de probabilidad de este riesgo (Gärdenfors, 1987; Hansson, 1992; Lindström & Rabinowicz, 1995). En la presente investigación, es el caso de las 12 evaluaciones adelantadas.

Como una de las posibles causas de los resultados anteriores se analiza la correcta definición de la forma funcional presentada para los 12 casos. En este caso, mediante la prueba Ramsey-RESET se analizan los  $p$  valores, obteniéndose resultados inferiores al valor de significancia definidos en 0,05. Este resultado permite rechazar la hipótesis nula evaluada y afirmar que sí existen posibles variables omitidas no consideradas en el experimento y por tanto una expresión funcional incorrecta.

#### 4.1.6. Análisis de multicolinealidad

Para el análisis de multicolinealidad se calcula el Factor de Inflación de la Varianza (VIF). Para este estudio se adoptará un criterio común en la literatura que indica que si este factor es mayor a 3 puede indicar multicolinealidad y si es mayor a 10 debe evaluarse la posibilidad de excluir a la variable. Esta multicolinealidad ocurre cuando existe una correlación entre varias variables predictoras, lo que ocasiona inestabilidad de los coeficientes incrementando su varianza (Gujarati, 2010). Los resultados de este análisis se presentan al final de esta sección.

- **Hipótesis 1- año 2005 ( $y = \text{EmpresasMza}$ )**

Variable	VIF	1/VIF
Estaciones~Z	3,67	0,272257
Ingresos_d~Z	3,42	0,292600
PoblaciónUPZ	2,47	0,404917
Área_UPZ	2,21	0,451966
Comercio	1,45	0,688153
Servicios	1,43	0,699885
Dist_Mza_E~c	1,35	0,738451
Dist_Mza_A~p	1,31	0,762185
Valor_m2	1,21	0,825275
OtrasActEc~s	1,20	0,831511
Industria	1,18	0,847748
EmpleadosMza	1,11	0,898349
Área_Mza	1,09	0,920860
Mean VIF	1,78	

- **Hipótesis 2- año 2005 (y= EmpleadosMza)**

Variable	VIF	1/VIF
Estaciones~Z	3,68	0,271901
Ingresos_d~Z	3,43	0,291910
PoblaciónUPZ	2,46	0,406808
Área_UPZ	2,21	0,452015
Comercio	1,45	0,688160
Servicios	1,43	0,699916
Dist_Mza_E~c	1,35	0,738553
Dist_Mza_A~p	1,31	0,763712
Valor_m2	1,21	0,824806
OtrasActEc~s	1,20	0,831536
Industria	1,18	0,848122
EmpresasMza	1,11	0,904958
Área_Mza	1,06	0,939497
Mean VIF	1,78	

- **Hipótesis 3- año 2005 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

Variable	VIF	1/VIF
Ingresos_d~Z	3,43	0,291225
Estaciones~Z	3,43	0,291550
PoblaciónUPZ	2,45	0,407340
Área_UPZ	2,14	0,466982
Comercio	1,45	0,688187
EmpleadosMza	1,44	0,696140
EmpresasMza	1,43	0,701164
Servicios	1,43	0,701620
Dist_Mza_A~p	1,25	0,800643
Valor_m2	1,21	0,829158
OtrasActEc~s	1,20	0,831632
Industria	1,18	0,850823
Área_Mza	1,09	0,921363
Mean VIF	1,78	

- **Hipótesis 4- año 2005 (y= EstacionesUPZ)**

Variable	VIF	1/VIF
PoblaciónUPZ	2,44	0,409782
Área_UPZ	2,21	0,451976
Comercio	1,45	0,688155
EmpleadosMza	1,44	0,696052
Servicios	1,43	0,700014
EmpresasMza	1,42	0,702090
Ingresos_d~Z	1,31	0,765737
Dist_Mza_A~p	1,29	0,774425
Dist_Mza_E~c	1,26	0,791825
Valor_m2	1,20	0,831497
OtrasActEc~s	1,20	0,831683
Industria	1,18	0,847747
Área_Mza	1,09	0,921345
Mean VIF	1,46	

- **Hipótesis 1- año 2010 (y= EmpresasMza)**

Variable	VIF	1/VIF
Estaciones~Z	3.17	0.315026
PoblaciónUPZ	3.05	0.327839
Ingresos_d~Z	2.58	0.386879
Área_UPZ	2.50	0.399623
Dist_Mza_E~c	1.54	0.649754
Dist_Mza_A~p	1.53	0.653321
Valor_m2	1.41	0.707105
Comercio	1.33	0.749727
Servicios	1.30	0.768683
OtrasActEc~s	1.14	0.876786
Industria	1.13	0.884703
EmpleadosMza	1.11	0.901971
Área_Mza	1.07	0.934098
Mean VIF	1.76	

- **Hipótesis 2- año 2010 (y= EmpleadosMza)**

Variable	VIF	1/VIF
Estaciones~Z	3.18	0.314380
PoblaciónUPZ	3.03	0.329807
Ingresos_d~Z	2.58	0.388008
Área_UPZ	2.50	0.399734
Dist_Mza_E~c	1.54	0.649745
Dist_Mza_A~p	1.53	0.653852
Valor_m2	1.41	0.707408
Comercio	1.35	0.739572
Servicios	1.30	0.767258
OtrasActEc~s	1.14	0.875266
Industria	1.13	0.884346
EmpresasMza	1.10	0.907417
Área_Mza	1.06	0.940147
Mean VIF	1.76	

- **Hipótesis 3- año 2010 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

Variable	VIF	1/VIF
PoblaciónUPZ	3.01	0.332377
Estaciones~Z	2.79	0.358842
Ingresos_d~Z	2.59	0.386017
Área_UPZ	2.33	0.428349
Dist_Mza_A~p	1.50	0.667003
EmpleadosMza	1.44	0.694299
EmpresasMza	1.43	0.698500
Valor_m2	1.41	0.708294
Comercio	1.35	0.739407
Servicios	1.30	0.767928
OtrasActEc~s	1.14	0.875149
Industria	1.13	0.885748
Área_Mza	1.07	0.933868
Mean VIF	1.73	

- **Hipótesis 4- año 2010 (y= EstacionesUPZ)**

Variable	VIF	1/VIF
PoblaciónUPZ	2.52	0.397046
Área_UPZ	2.31	0.432014
Dist_Mza_A~p	1.46	0.686115
EmpleadosMza	1.44	0.694322
EmpresasMza	1.43	0.699949
Valor_m2	1.40	0.715828
Comercio	1.35	0.739687
Dist_Mza_E~c	1.35	0.741659
Ingresos_d~Z	1.33	0.751042
Servicios	1.31	0.765888
OtrasActEc~s	1.14	0.875146
Industria	1.13	0.885632
Área_Mza	1.07	0.933840
Mean VIF	1.48	

- **Hipótesis 1- año 2015 (y= EmpresasMza)**

Variable	VIF	1/VIF
Estaciones~Z	3.04	0.328597
PoblaciónUPZ	3.01	0.332129
Área_UPZ	2.42	0.412526
Ingresos_d~Z	2.29	0.437522
Dist_Mza_A~p	1.97	0.506633
Dist_Mza_E~c	1.79	0.559199
Valor_m2	1.61	0.622634
Servicios	1.21	0.828111
Comercio	1.10	0.906450
Industria	1.08	0.925483
Área_Mza	1.05	0.954493
OtrasActEc~s	1.04	0.965229
EmpleadosMza	1.00	0.997912
Mean VIF	1.74	

- **Hipótesis 2- año 2015 (y= EmpleadosMza)**

Variable	VIF	1/VIF
PoblaciónUPZ	3.06	0.327073
Estaciones~Z	3.05	0.328322
Área_UPZ	2.43	0.411643
Ingresos_d~Z	2.34	0.427031
Dist_Mza_A~p	1.97	0.506407
Dist_Mza_E~c	1.79	0.559182
Valor_m2	1.64	0.608623
EmpresasMza	1.36	0.735480
Servicios	1.22	0.816954
Área_Mza	1.12	0.894744
Comercio	1.11	0.903281
Industria	1.08	0.923915
OtrasActEc~s	1.04	0.964219
Mean VIF	1.79	

- **Hipótesis 3- año 2015 (y= Dist\_Mza\_Estac)**

Variable	VIF	1/VIF
PoblaciónUPZ	3.05	0.327959
Estaciones~Z	2.67	0.373967
Ingresos_d~Z	2.34	0.427384
Área_UPZ	2.25	0.444313
Dist_Mza_A~p	1.73	0.578462
Valor_m2	1.64	0.610699
EmpresasMza	1.37	0.732002
Servicios	1.21	0.825880
Área_Mza	1.12	0.894701
Comercio	1.10	0.907565
Industria	1.08	0.925991
OtrasActEc~s	1.03	0.966317
EmpleadosMza	1.01	0.993161
Mean VIF	1.66	

- **Hipótesis 4- año 2015 (y= EstacionesUPZ)**

Variable	VIF	1/VIF
PoblaciónUPZ	2.54	0.394438
Área_UPZ	2.17	0.460198
Dist_Mza_A~p	1.97	0.506536
Valor_m2	1.64	0.610538
Dist_Mza_E~c	1.57	0.636944
EmpresasMza	1.36	0.732617
Ingresos_d~Z	1.28	0.778227
Servicios	1.22	0.817341
Área_Mza	1.12	0.895530
Comercio	1.10	0.907171
Industria	1.08	0.925626
OtrasActEc~s	1.04	0.964423
EmpleadosMza	1.01	0.993195
Mean VIF	1.47	

La verificación del factor de inflación de la varianza (VIF) permite verificar que, tanto el valor VIF promedio calculado para cada uno de los modelos propuestos para las hipótesis en cada uno de los años, como el valor VIF calculado para cada una de las variables de manera independiente, podrían denotar un riesgo de la posible existencia de multicolinealidad o de niveles altos de correlación entre las variables explicativas del modelo. La teoría indica que valores superiores a 1 pueden indicar este fenómeno, que niveles cercanos o superiores a 3 son indicativos de la existencia del mismo y que valores cercanos o superiores a 10 demuestran la necesidad de no incluir la variable que causa esta inflación en el modelo (del Valle Moreno & Guerra Bustillo, 2012; O'brien, 2007; Stine, 1995). Las pruebas presentadas en los 12 casos superan el valor de 1 en promedio en todos los casos y en algunos las variables evaluadas de forma individual los valores se encuentran en el rango entre 1 y 2,5. Esta situación puede considerarse como propicia para la violación del supuesto de no multicolinealidad, lo que se constituye en otro argumento para definir la regresión MCO como no apropiada para este experimento.

En consecuencia y a manera de conclusión, podría decirse que los resultados obtenidos con estimadores y pruebas de eficiencia, NO demuestran con suficiente precisión y total certeza el cumplimiento de los supuestos categóricos de los MCO o lo que es lo mismo, que existen ciertos niveles de probabilidad de incumplimiento de los supuestos adyacentes a los postulados que definen las regresiones tipo MCO y que podrían avalar su grado de exactitud, bondad y confianza en caso de que se cumplieran. Estos riesgos demostrados en este capítulo pueden derivar en el uso de formas funcionales incorrectas, variables omitidas que no se han capturado, redundancia, irrelevancia, simultaneidad, autocorrelación, pérdida de eficiencia de los estimadores o sesgos implícitos, situación que permite definir que en este caso es válida la búsqueda de modelos y tipologías de estimación que, dadas sus características y postulados, ofrezcan menos riesgos de inexactitud que los modelos MCO. El cuadro 8 presenta una síntesis de estos hallazgos.

<b>Supuesto / Prueba</b>	<b>Cumple, se presenta, es válida</b>
Normalidad de los errores	En general NO se presenta
Curtosis – Oblicuidad	No es concluyente al observar el comportamiento
Homocedasticidad de la varianza	NO existe un comportamiento homocedástico en los errores
Autocorrelación de errores	Se evidencia parcialmente en algunos casos
Presencia de datos atípicos	Gran cantidad de atípicos en la base de datos
Asimetría en la distribución de regresores	Distribución irregular en el comportamiento
Correcta forma funcional	Riesgo de bajos niveles de significancia
Multicolinealidad	Evidencia de multicolinealidad en algunos modelos
VARIABLES OMITIDAS	Riesgo de existencia

Cuadro 8. Estado del cumplimiento de los supuestos básicos para modelos MCO

Fuente: El autor a partir de las pruebas adelantadas

#### **4.2. MODELOS DE REGRESIÓN BAJO LA METODOLOGÍA DE REGRESIÓN CUANTÍLICA (RC)**

Precisamente la estrictez de los supuestos de las regresiones MCO y el posible incumplimiento de los mismos debido a la heterogeneidad de los datos que se involucraron en este trabajo, planteó la necesidad de encontrar modelos alternativos adecuados para los fenómenos de las Ciencias Sociales que en muchos casos, pueden brindar muestras grandes provenientes de diferentes agentes económicos, geográficos y espaciales pero con características que podrían no corresponder a los supuestos de los modelos tradicionales o que brindan información poco homogénea con presencia de un número importante de observaciones alejadas de los rango medios de la muestra y que por la misma razón necesitan de métodos alternativos para su tratamiento, definición y estimación (Yu, Lu, & Stander, 2003).

A finales de los años setenta, Koenker y Basset (1978) desarrollaron un método semiparamétrico con supuestos menos restrictivos que permitía el tratamiento de bases de datos en las cuales la heterogeneidad de la muestra y la consecuente distribución de los errores no permitían la obtención de una varianza constante y por tanto no hacían válidos los resultados utilizando métodos que buscan regresiones de tendencia central que minimizaran el cuadrado de los errores.

Como estos autores lo explican, el desarrollo de su metodología data de esta fecha, pero basa sus supuestos en los estudios de diferentes estadísticos y astrónomos que intentaban prever los cambios en los movimientos elípticos de la Tierra por medio de la evaluación del valor absoluto de los errores por medio de diferentes planteamientos matemáticos que datan del siglo XVIII.

Este método fue designado con el nombre de Regresión Cuantílica debido al hecho de que en la búsqueda de minimizar el impacto de no tener en cuenta los datos atípicos o en otros casos de eliminarlos y no tenerlos en cuenta como un condicionamiento de los métodos de regresión MCO, planteaba la posibilidad de dividir esta muestra en segmentos o estratos –los llamados cuantiles- y tener en cuenta toda la población, considerando o “penalizando” de manera diferente aquellos datos que se encontraran en una u otra de estas divisiones. Es decir, permite modelos que caracterizan la distribución total de los datos teniendo en cuenta incluso los extremos de las colas de la distribución, dando un tratamiento diferencial a cada segmento.

La aceptación de esta propuesta dada su utilidad en casos de heterogeneidad en los cuales los errores no distribuyen normal y que tratados por medio de regresiones cuantílicas resultan en modelos más robustos y confiables, permiten su consideración para el presente estudio al evaluar las ventajas de obtener mejores estimadores que la media, donde los datos atípicos y extremos no se eliminan. En la mayoría de los casos, la simple regresión mediana como caso de la regresión para el cuartil 50 es suficiente para mejorar la efectividad de las estimaciones. Pero los posteriores desarrollos de este tipo de modelamiento lo cuales son destacados por Koenker (2005), evidencian que el uso de medidas de posición complementarias a la mediana fortalecen aún más las estimaciones de este tipo de experimentos. Esta es la razón por la cual se ha adoptado la regresión cuantílica en esta investigación para la cual se ha demostrado en el capítulo anterior la inconveniencia de sus estimaciones por MCO, razón por la cual se presentarán en los capítulos a continuación los principales postulados teóricos que la soportan y los resultados de su utilización para el presenta trabajo.

El método de regresión cuantílica no contempla en su definición el cumplimiento de las hipótesis definidas para las regresiones MCO, lo que permite ser utilizado en muestras de tamaños muy grandes o con comportamientos atípicos en sus elementos. Al no incluir la hipótesis sobre la perturbación aleatoria lo clasifica como un método semiparamétrico.

A diferencia del método MCO, el método de regresión cuantílica tiene como objetivo minimizar la suma de los errores absolutos ponderados con pesos asimétricos. Como lo anotan López y Mora (2007), los estimadores de la regresión cuantílica se encuentran por medio de la programación lineal de acuerdo con diferentes técnicas de solución tales como el método simplex o el método de punto interior.

#### **4.2.1. Definición de Cuantil**

Como se anotó anteriormente, este método se basa en la minimización de los valores absolutos de los datos contenidos en unos segmentos previamente definidos, los cuales se convierten en sub-muestras del experimento y que, al ser evaluadas en su totalidad, permiten la optimización de diferentes soluciones estratificadas.

En ese orden de ideas y según los objetivos y la conveniencia de cada investigador, el 100% de la muestra se divide o estratifica en segmentos que al final abarcarán toda la extensión de la

misma, los cuales se denominan cuantiles. La definición de los componentes de este tipo de distribución y de estos segmentos se formaliza a continuación.

Dada cualquier variable aleatoria  $X: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ , esta se encuentra definida de manera aleatoria por una función identificada por la siguiente expresión:

$$(28) \quad F(x) = \mathcal{P}(X \leq x)$$

Dada cualquier variable aleatoria  $X$ , para cada  $0 < \Phi < 1$ , se puede definir el cuantil  $\Phi$  como el valor  $x$  que deje una porción  $\Phi$  de observaciones por debajo de este y una porción  $(1 - \Phi)$  de observaciones por encima de este.

En el caso de la mediana donde ( $\Phi = 0,5$ ), quedarán un 50% de las observaciones por debajo y un 50% de las observaciones por encima. En el caso del primer cuartil (o cuantil 25) este comprende el segmento ( $\Phi = 0,25$ ) donde quedarán un 25% de las observaciones por debajo y un 75% de las observaciones por encima, el segundo cuartil (o cuantil 50) coincide con la mediana, el tercer cuartil (o cuantil 75) comprende el segmento ( $\Phi = 0,75$ ), quedarán un 75% de las observaciones por debajo y un 25% de las observaciones por encima. En el caso del primer y noveno decil (o cuantiles 10 y 90) que comprenden los segmentos ( $\Phi = 0,10$ ) y ( $\Phi = 0,90$ ) respectivamente, en el primer caso quedarán un 10% de las observaciones por debajo y un 90% de las observaciones por encima y en el segundo caso quedarán un 90% de las observaciones por debajo y un 10% de las observaciones por encima.

#### 4.2.2. Estimación cuantílica

Otra definición de cuantil, desde donde la teoría inicia su definición de la regresión cuantílica por medio de la programación lineal, se expresa en la ecuación presentada a continuación. Dado que su principal postulado propone la minimización del valor absoluto de los errores, su abordaje se hace a partir de técnicas de optimización (Buchinsky, 1998).

$$(29) \quad \min_{b \in \mathbb{R}} \left| \sum_{y_i \geq b} \Phi |y_i - b| + \sum_{y_i \leq b} (1 - \Phi) |y_i - b| \right|$$

Siendo

$\Phi$  el cuantil analizado donde  $0 < \Phi < 1$ ,

$y_i$  los valores que toma la muestra para la variable

$y$  la el vector de variables que se analiza,

$b$  el valor que minimiza la expresión definido por  $x_i\beta_\Phi$ , y

$\beta_\Phi$  el valor o peso (aporte marginal) del regresor  $x_i$

Los detalles teóricos sobre esta metodología y el soporte teórico que soportan su validez pueden consultarse en obras como las de Koenker y Basset (1978), Koenker y Hallock (2001) o Xiao (2009).

Como se demostró en el capítulo anterior y se puntualizó al inicio de este, ciertos experimentos derivan en muestras de importante tamaño que, precisamente por esa razón, sumada a las características de los objetos de estudio y a otras condiciones de las ciencias sociales registran fenómenos de heterogeneidad, heterocedasticidad, cambios estructurales, no normalidad de la distribución y multicolinealidad de las variables entre otros, que derivan en que la recta y la respuesta del modelo MCO no resulte siendo siempre la más representativa, la más eficiente ni aquella con el mayor nivel de bondad de la regresión.

Ante estos escenarios la regresión cuantílica permite el planteamiento de diferentes rectas de regresión para cada uno de los cuantiles elegidos, por medio de la optimización planteada en la ecuación anterior, la cual ante las diferentes condiciones de la regresión cuantílica se ve menos afectada por estas situaciones, así como también permite capturar el efecto de los posibles datos atípicos u *outliers*.

Es así que estas rectas se construyen a partir de la ponderación diferencial de la totalidad de las observaciones pertenecientes a cada cuartil capturando de manera simultánea el efecto de la heterogeneidad de cada variable.

La expresión general del modelo de regresión cuantílica responde a la siguiente estructura:

$$(30) \quad y_i = \beta_\Phi X_i + \mu_{\Phi i} ;$$

$$(31) \quad Quant_{\Phi}(y_i | X_i) = \beta_{\Phi} X_i;$$

$$(32) \quad Quant_{\Phi}(\mu_{\Phi i} | X_i) = 0$$

Siendo

$\Phi$ , el cuantil analizado donde  $0 < \Phi < 1$ ,

$X_i$ , la matriz de variables explicativas o exógenas

$y_i$ , la variable explicada o endógena,

$\beta_{\Phi}$ , el parámetro a estimar para el cuantil  $\Phi$  para cada  $X_i$

$\mu_{\Phi i}$ , la perturbación aleatoria o error de cada observación

Lo anterior permite que la regresión cuantílica modelice la relación existente entre el vector  $X_i$  de variables independientes y el aporte de cada una de ellas al resultado de la variable dependiente  $y_i$ , todo ello para cada uno de los  $\Phi$  cuantiles definidos. En este orden de ideas se obtienen  $\Phi$  ecuaciones en este análisis.

Los coeficientes ( $\beta_{\Phi}$ ) calculados para el  $\Phi$ -ésimo cuartil recogen el aporte marginal o cambio de la respuesta de la distribución de  $y_i$  ante un cambio en la variable explicativa en ese cuartil. Al especificarse que lo anterior se cumple en cada cuartil, es posible entonces obtener diferentes coeficientes  $\beta$  para la misma  $X_i$  en los diferentes cuantiles.

En el caso de elección del cuantil 50 o mediana, esta técnica obtiene una distribución con la misma cantidad de observaciones para los dos segmentos lo que resulta en la misma cantidad de **errores** negativos y de errores positivos siendo posible dar el mismo valor o peso tanto a unos como a otros. Al elegir cuantiles diferentes al 50%, la función planteada anteriormente se vuelve asimétrica siendo necesario asignar pesos diferentes a los errores positivos en comparación con los negativos de acuerdo con la distribución resultante del cuantil analizado.

### 4.3. MODELAMIENTO PROPUESTO

Los resultados alcanzados en el inicio del presente capítulo evidenciaron no solo la necesidad de encontrar métodos alternativos a las regresiones MCO dados los inconvenientes de la muestra frente a los supuestos básicos de estos, sino también la necesidad de evaluar los posibles inconvenientes en el cumplimiento de las hipótesis de acuerdo con la estructura funcional propuesta y ante la detección de posibles variables omitidas.

En el primer caso y tal como se acaba de plantear, el uso de modelos de regresión cuantílica ofrece una alternativa para el tratamiento de datos con las características de heterogeneidad y los inconvenientes asociados tales como los que se confirmaron en el presente experimento.

En segundo lugar y ante la necesidad de evaluar la estructura funcional de las hipótesis y de las regresiones propuestas además de la conveniencia de las variables que en ellas se involucran, se partió como al inicio del estudio de los planteamientos de Griffith (1981), Sala Rios (2000), Craig y Ng (2001), D. McMillen (2001a), Graham (2007b) y Redfearn (2007), en los que han demostrado que variables como las que se encuentran disponibles en las bases de datos utilizadas son adecuadas para estimar la relación entre el desarrollo de los sistemas de transporte público masivo y aspectos tales como la generación de empleo de las empresas o las decisiones de posicionamiento geográfico que las mismas toman, estimando los beneficios de la inversión en infraestructura para el transporte público, son adecuadas..

Para tal efecto y en la búsqueda de la optimización de la estructura funcional de la propuesta, se aprovechó la depuración de la regresión paso a paso –RPP- (*stepwise method*) incorporando variables al modelo (*forward selection*) o eliminándolas conforme se avanza en las iteraciones (*backward selection*). Este procedimiento se trata de un método habitual en el proceso de optimización de las regresiones para simplificar el modelo y consiste en ejecutar la regresión paso a paso (hacia atrás y hacia adelante). En cada paso de la regresión, se añaden o eliminan variables de la regresión una cada vez, con la finalidad de obtener un modelo que contiene sólo predictores significativos (Ayçaguer & Utra, 2001). En esta investigación se optó por adicionar a las variables iniciales planteadas en el cuadro 6 aquellas variables sugeridas por este método las cuales se obtienen a partir de las existentes. Para efectos de la investigación denominaremos “variables transformadas” a estas nuevas 7 variables. Estas variables transformadas se obtuvieron a partir de las variables originales por medio de operadores matemáticos tales como la raíz cuadrada ( $\sqrt{X}$ )

denotada en esta investigación como RAÍZ, la raíz cuarta ( $\sqrt[4]{X}$ ) denotada como RAÍZ 4 o el logaritmo natural ( $\ln X$ ) denotado como LOG.

Tanto las variables iniciales denotadas con (X1: X14) como las transformadas se presentan en el cuadro 9.

ETIQUETA	CATEGORÍA	NOMBRE
X1	Organizaciones	EmpresasMza
X2	Organizaciones	EmpleadosMza RAÍZEmpleadosMza RAÍZ4EmpleadosMza
X3	Organizaciones	Dist_Mza_Estac LOGDist_Mza_Estac
X4	Geográfica	Dist_Mza_Aerop
X5	Geográfica	Área_Mza LOGÁrea_Mza
X6	Geográfica	Área_UPZ
X7	Sistema BRT	EstacionesUPZ
X8	Geográfica	PoblaciónUPZ
X9	Geográfica	Valor_m2
X10	Sistema BRT	Ingresos_diariosUPZ RAIZIngresos_diariosUPZ
X11	Organizaciones	Industria
X12	Organizaciones	Comercio RAÍZ4Comercio
X13	Organizaciones	Servicios RAÍZ4Servicios
X14	Organizaciones	OtrasActEconomicas
	Cuadrática	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza
	Cuadrática	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza
	Cuadrática	RAÍZ4OtrasActLOGÁreaMza

Cuadro 9. Variables para el experimento incluyendo las “transformadas”

Fuente: El autor con base en el desarrollo de la investigación

Adicionalmente dentro de la búsqueda de opciones para optimizar la especificación y también para tener la oportunidad de estudiar el comportamiento de fenómenos cuadráticos en el experimento mejorando el alcance del experimento, se crearon tres variables adicionales denominadas en adelante “variables cuadráticas” surgidas del producto de algunas variables transformadas calculadas para ello. La primera de ellas se obtuvo de multiplicar el logaritmo natural de X3 ( $\ln X3$ ) por el logaritmo natural de X5 ( $\ln X5$ ) denotándose como

“LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza”. La segunda se obtuvo de multiplicar la raíz dieciséis de X11 ( $\sqrt[16]{X11}$ ) por el logaritmo natural de X5 ( $\ln X5$ ) denotándose como “RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza”. Finalmente la tercera variable de efectos cruzados se obtuvo de multiplicar la raíz cuarta de X14 ( $\sqrt[4]{X14}$ ) por el logaritmo natural de X5 ( $\ln X5$ ) denotándose como “RAÍZ4OtrasActLOGÁreaMza”.

En el cuadro 10 se presentan las variables iniciales, las variables transformadas y las variables cuadráticas.

ETIQUETA	CATEGORÍA	NOMBRE
X1	Organizaciones	EmpresasMza
X2	Organizaciones	EmpleadosMza
$\sqrt[2]{X2}$		RAÍZEmpleadosMza
$\sqrt[4]{X2}$		RAÍZ4EmpleadosMza
X3	Geográfica	Dist_Mza_Estac
LOGX3		LOGDist_Mza_Estac
X4	Geográfica	Dist_Mza_Aerop
X5	Geográfica	Área_Mza
LOGX5		LOGÁrea_Mza
X6	Geográfica	Área_UPZ
X7	Sistema BRT	EstacionesUPZ
X8	Geográfica	PoblaciónUPZ
X9	Geográfica	Valor_m2
X10	Sistema BRT	Ingresos_diariosUPZ
$\sqrt[2]{X10}$		RAÍZIngresos_diariosUPZ
X11	Organizaciones	Industria
X12	Organizaciones	Comercio
$\sqrt[4]{X12}$		RAÍZ4Comercio
X13	Organizaciones	Servicios
$\sqrt[4]{X13}$		RAÍZ4Servicios
X14	Organizaciones	OtrasActEconomicas
LOGX3LOGX5	Cuadrática	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza
$\sqrt[16]{X11}$ LOGX5	Cuadrática	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza
$\sqrt[4]{X14}$ LOGX5	Cuadrática	RAÍZ4OtrasActLOGÁreaMza

Cuadro 10. Variables para el experimento incluyendo las “transformadas” y las “cuadráticas”  
Fuente: El autor con base en el desarrollo de la investigación

En definitiva, la evolución presentada hasta el momento definir el modelamiento definitivo de esta investigación. Esta propuesta se conforma de varias dimensiones que a su vez crean una combinación de posibilidades. Para cada una de estas posibilidades se adelantan las regresiones necesarias bajo el modelo de regresión cuantílica y se analizan sus resultados.

La primera dimensión está definida por la temporalidad del experimento el cual configura un modelo de series temporales interrumpidas y se compone de las bases de datos para los años 2005, 2010 y 2015. Los componentes de esta dimensión se denotan como “2005”, “2010” y “2015”.

La segunda dimensión está configurada por las 4 hipótesis planteadas las cuales se proponen en las ecuaciones 21, 22, 23 y 24. Los componentes de esta dimensión se denotan como “hipótesis 1”, “hipótesis 2”, “hipótesis 3” y “hipótesis 4”.

La tercera dimensión está configurada por las tres tipologías de variables definidas y las cuales son explicadas para los cuadros 6, 9 y 10. Los componentes de esta dimensión se denotan como “modelo 1”, “modelo 2” y “modelo 3”.

Lo anteriormente explicado significa que las 3 categorías de la dimensión 1 (años 2005, 2010 y 2015), las 4 categorías de la dimensión 2 (hipótesis 1, hipótesis 2, hipótesis 3 e hipótesis 4) y las 3 categorías de la dimensión 3 (modelo 1, modelo 2 y modelo 3) resultan en la posibilidad de proponer 36 planteamientos diferentes que permitirán el análisis en profundidad del fenómeno. Adicionalmente y a fin de mapear y analizar de manera adecuada el espectro de la distribución, esta investigación adelantará las regresiones para 5 cuantiles en cada caso: q10, q25, q50, q75 y q90.

$$(33) \quad \text{EmpresasMza}_i = \alpha_i + \beta_{\Phi} X_i + \mu_{\Phi i}$$

$$(34) \quad \text{EmpleadosMza}_i = \alpha_i + \beta_{\Phi} X_i + \mu_{\Phi i}$$

$$(35) \quad \text{Dist\_Mza\_Estac}_i = \alpha_i + \beta_{\Phi} X_i + \mu_{\Phi i}$$

$$(36) \quad \text{EstacionesUPZ}_i = \alpha_i + \beta_{\Phi} X_i + \mu_{\Phi i}$$

Donde,

$X_i$ , es la matriz de regresores correspondiente a los cuadros 7, 9 o 10 según sea el caso.

Finalmente y para culminar la especificación del modelamiento propuesto, se recuerda la dimensión de la información extractada de las bases de datos de la siguiente manera, la cual se especificó en el capítulo 3 de este documento:

Para el año 2005 se incluyeron 287.625 empresas ubicadas geográficamente en 29.095 manzanas en las cuales se registraron 1.239.189 empleados.

Para el año 2010 se incluyeron 277.677 empresas ubicadas geográficamente en 27.717 manzanas en las cuales se registraron 1.007.986 empleados.

Para el año 2015 se incluyeron 406.254 empresas ubicadas geográficamente en 32.268 manzanas en las cuales se registraron 3.116.410 empleados.

Los resultados de los mencionados análisis se presentan en el siguiente capítulo.

## 5. CARACTERIZACIÓN DE EVIDENCIAS EMPÍRICAS

### 5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVOS INICIALES

#### 5.1.1. Análisis descriptivos año 2005

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	29,095	9.885719	21.59796	0	1020
EmpleadosMza	29,095	42.59113	153.366	0	9889
RAÍZEmplea~a	29,095	4.574016	4.655132	0	99.44345
RAÍZDOBLEE~a	29,095	1.895279	.9909423	0	9.972134
Dist_Mza_E~c	29,095	1653.075	1195.109	20.55465	7286.857
LOGDist_Mz~c	29,095	3.08371	.3738409	1.31291	3.86254
Dist_Mza_A~p	29,095	11276.54	5238.997	195.7053	26340.54
Área_Mza	29,095	6591.16	13666.99	150.1067	800903
LOGÁrea_Mza	29,095	3.638076	.3503844	2.1764	5.90358
Área_UPZ	29,095	4248859	1650659	798322.2	9923308
Estaciones~Z	29,095	.9155181	1.588094	0	7
PoblaciónUPZ	29,095	102594.5	58680.62	413	271223
Valor_m2	29,095	772718.3	343747.1	599123.8	2111994
Ingresos_d~Z	29,095	8480.408	17416.57	0	110112
RAÍZIngres~Z	29,095	49.61038	95.9472	0	1039.685
Industria	29,095	.103387	.1781773	0	1
Comercio	29,095	.3761474	.304928	0	1
RAÍZ4Comer~o	29,095	.6159648	.3674664	0	1
Servicios	29,095	.3114905	.2872791	0	1
RAÍZ4Servi~s	29,095	.5553713	.3758606	0	1
OtrasActEcs	29,095	.1100921	.1885952	0	1
LOGDistMza~a	29,095	11.18718	1.542999	4.579354	20.96124
RAÍZ16Indu~a	29,095	1.416348	1.635889	0	5.602951
RAÍZ4Otras~a	29,095	1.077631	1.25558	0	5.012301

Tabla 38. Estadísticas descriptivas – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor usando Stata ®

En la Tabla 38 se presentan los principales descriptores de las 24 variables (iniciales, transformadas y cuadráticas) utilizadas en el análisis para el año 2005.

En la Tabla 39 se presentan las correlaciones correspondientes al año 2005 entre las 14 variables definidas inicialmente para el estudio. En ella puede observarse que las relaciones son moderadas y por tanto son adecuadas para ser utilizadas en los modelos de regresión a proponer.

		2005													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	EmpresasMza	1													
2	EmpleadosMza	0,520	1												
3	Dist_Mza_E-c	0,139	-0,122	1											
4	Dist_Mza_A~p	0,039	-0,064	0,239	1										
5	Área_Mza	0,131	0,209	-0,058	-0,073	1									
6	Área_UPZ	-0,069	-0,072	0,145	-0,248	-0,008	1								
7	Estaciones~Z	0,260	0,209	-0,439	-0,162	0,080	-0,102	1							
8	PoblaciónUPZ	-0,125	-0,154	0,082	-0,265	-0,135	0,709	-0,214	1						
9	Valor_m2	0,053	0,090	-0,018	-0,214	0,136	0,003	0,139	0,191	1					
10	Ingresos_d-Z	0,276	0,233	-0,337	-0,109	0,099	-0,057	0,831	0,196	0,206	1				
11	Industria	0,013	0,027	0,027	-0,048	0,012	0,013	0,021	0,008	0,011	0,027	1			
12	Comercio	0,005	0,003	-0,005	0,013	0,007	0,036	-0,012	0,007	0,027	-0,008	-0,173	1		
13	Servicios	0,002	0,001	0,022	-0,004	-0,007	-0,052	-0,004	0,021	-0,049	0,004	-0,197	-0,374	1	
14	OtrasActEc~s	0,003	-0,001	-0,003	0,026	0,001	-0,013	0,007	0,009	-0,006	-0,004	-0,062	-0,238	-0,165	1

Tabla 39. Matriz de correlaciones entre variables – año 2005

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

### 5.1.2. Análisis descriptivos año 2010

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	27,718	10.10109	22.0354	0	1020
EmpleadosMza	27,718	36.36576	133.2717	0	5914
RAÍZEmplea~a	27,718	4.047728	4.470165	0	76.90254
RAÍZDOBLEE~a	27,718	1.731542	1.024465	0	8.769409
Dist_Mza_E~c	27,718	1643.019	1195.18	20.55465	7286.857
LOGDist_Mz~c	27,718	3.080186	.374653	1.31291	3.86254
Dist_Mza_A~p	27,718	11240.82	5253.693	195.7053	26340.54
Área_Mza	27,718	6670.687	13730.76	150.1067	800903
LOGÁrea_Mza	27,718	3.649125	.3435167	2.1764	5.90358
Área_UPZ	27,718	4246908	1645082	798322.2	9923308
Estaciones~Z	27,718	1.197742	1.661914	0	7
PoblaciónUPZ	27,718	110275.6	66810.01	763	309009
Valor_m2	27,718	1318994	909267.7	705957.2	4396863
Ingresos_d~Z	27,718	12565.38	20215.38	0	101566
RAIZIngres~Z	27,718	69.60602	87.86728	0	318.6942
Industria	27,718	.1009472	.175285	0	1
Comercio	27,718	.3675567	.3058742	0	1
RAÍZ4Comer~o	27,718	.6017433	.375023	0	1
Servicios	27,718	.3009533	.2859463	0	1
RAÍZ4Servi~s	27,718	.5401612	.3802482	0	1
OtrasActEc~s	27,718	.107013	.1858165	0	1
LOGDistMza~a	27,718	11.20785	1.529071	4.579354	20.96124
RAÍZ16Indu~a	27,718	1.424748	1.664631	0	5.413607
RAÍZ4Otras~a	27,718	1.07704	1.265539	0	5.28509

Tabla 40. Estadísticas descriptivas – año 2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En la tabla 39 pueden destacarse la intensidad superior de las relaciones entre las variables No. 3 y la No. 7, variables No. 3 y la No. 10, variables No. 7 y la No. 10 y variables No. 12 y la No. 13, las cuales e analizarán en los resultados de los modelos y que en ciertos casos se explican al estar ubicadas en la misma categoría de variables de este estudio y tener características complementarias.

En la Tabla 40 se presentan los principales descriptores de las 24 variables (iniciales, transformadas y cuadráticas) utilizadas en el análisis para el año 2010.

En la Tabla 41 se presentan las correlaciones correspondientes al año 2010 entre las 14 variables iniciales definidas para el estudio. En ella puede observarse que las relaciones son moderadas y por tanto son adecuadas para ser utilizadas en los modelos de regresión a proponer.

		2010													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	EmpresasMza	1													
2	EmpleadosMza	0,523	1												
3	Dist_Mza_E-c	0,133	-0,123	1											
4	Dist_Mza_A~p	0,037	-0,056	0,225	1										
5	Área_Mza	0,110	0,156	-0,059	-0,073	1									
6	Área_UPZ	-0,069	-0,072	0,167	-0,243	-0,012	1								
7	Estaciones~Z	0,228	0,214	-0,525	-0,238	0,097	0,025	1							
8	PoblaciónUPZ	-0,125	-0,157	0,105	-0,274	-0,134	0,717	-0,147	1						
9	Valor_m2	0,067	0,113	-0,064	-0,389	0,153	0,103	0,174	0,101	1					
10	Ingresos_d-Z	0,210	0,202	-0,390	-0,181	0,069	0,141	0,735	0,103	0,176	1				
11	Industria	0,003	0,009	-0,071	-0,025	-0,010	-0,013	0,063	0,003	-0,065	0,028	1			
12	Comercio	0,060	-0,026	0,048	0,067	-0,079	0,010	-0,059	0,102	-0,159	-0,037	-0,148	1		
13	Servicios	0,080	0,108	-0,099	-0,100	0,050	-0,044	0,085	0,086	0,122	0,070	-0,173	-0,323	1	
14	OtrasActEc-s	0,001	-0,013	0,019	0,073	0,008	-0,045	-0,017	0,064	-0,039	-0,028	-0,051	-0,211	-0,145	1

Tabla 41. Matriz de correlaciones entre variables – año 2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En la tabla 41 pueden destacarse la intensidad superior de las relaciones entre las variables No. 1 y la No. 2, variables No. 3 y la No. 7, variables No. 3 y la No. 10, variables No. 4 y la No. 9, variables No. 6 y la No. 8, variables No. 7 y la No. 10 y variables No. 12 y la No. 13, las cuales e analizarán en los resultados de los modelos y que en ciertos casos se explican al estar ubicadas en la misma categoría de variables de este estudio y tener características complementarias.

### 5.1.3. Análisis descriptivos año 2015

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	32,268	12.59	33.60879	0	1043
EmpleadosMza	32,268	96.57896	2884.68	0	500022
RAÍZEmplea~a	32,268	3.367798	9.232526	0	707.1223
RAÍZDOBLEE~a	32,268	1.166806	1.416483	0	26.59177
Dist_Mza_E~c	32,268	1355.58	1013.077	20.55465	7286.857
LOGDist_Mz~c	32,268	3.001263	.362584	1.31291	3.86254
Dist_Mza_A~p	32,268	11322.19	5249.815	162.7516	26340.54
Área_Mza	32,268	6895.451	15986.3	150.1067	863479.1
LOGÁrea_Mza	32,268	3.640267	.3655512	2.1764	5.936252
Área_UPZ	32,268	4241445	1651385	798322.2	9923308
Estaciones~Z	32,268	1.47059	1.847513	0	9
PoblaciónUPZ	32,268	117729.6	77500.6	932	351846
Valor_m2	32,268	2311980	983269.9	1561887	4941427
Ingresos_d~Z	32,268	20799.08	32292.28	0	169707
RAÍZIngres~Z	32,268	93.58817	109.7302	0	411.9551
Industria	32,268	.1901752	.2876631	0	1
Comercio	32,268	.1605146	.2510701	0	1
RAÍZ4Comer~o	32,268	.3189581	.3815807	0	1
Servicios	32,268	.2747875	.3250243	0	1
RAÍZ4Servi~s	32,268	.4262195	.4259314	0	1
OtrasActEcs	32,268	.0628517	.1581559	0	1
LOGDistMza~a	32,268	10.88628	1.460837	4.579354	21.49256
RAÍZ16Indu~a	32,268	1.615289	1.773971	0	5.615616
RAÍZ4Otras~a	32,268	.6685442	1.136177	0	4.625954

Tabla 42. Estadísticas descriptivas – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En la Tabla 42 se presentan los principales descriptores de las 24 variables (iniciales, transformadas y cuadráticas) utilizadas en el análisis para el año 2015.

En la Tabla 43 se presentan las correlaciones correspondientes al año 2015 entre las 14 variables iniciales definidas para el estudio. En ella puede observarse que las relaciones son moderadas y por tanto son adecuadas para ser utilizadas en los modelos de regresión a proponer.

		2015													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	EmpresasMza	1													
2	EmpleadosMza	0,0813	1												
3	Dist_Mza_E-c	0,2131	-0,016	1											
4	Dist_Mza_A-p	0,1187	-0,016	0,410	1										
5	Área_Mza	0,302	0,017	-0,075	-0,066	1									
6	Área_UPZ	-0,045	-0,004	0,182	-0,241	-0,004	1								
7	Estaciones-Z	0,3440	0,037	-0,508	-0,212	0,102	0,017	1							
8	PoblaciónUPZ	-0,202	-0,016	0,156	-0,287	-0,116	0,703	-0,208	1						
9	Valor_m2	0,3072	0,027	-0,276	-0,497	0,125	0,081	0,334	0,092	1					
10	Ingresos_d-Z	0,3019	0,029	-0,332	-0,175	0,061	0,105	0,698	0,085	0,233	1				
11	Industria	0,0232	0,000	-0,068	-0,092	0,028	0,023	0,051	0,025	0,001	0,027	1			
12	Comercio	0,1083	0,008	-0,170	-0,141	0,057	-0,026	0,169	0,069	0,090	0,100	-0,093	1		
13	Servicios	0,2226	0,021	-0,225	-0,205	0,104	-0,019	0,200	0,106	0,277	0,130	-0,148	-0,061	1	
14	OtrasActEc-s	0,0667	0,009	-0,090	-0,078	0,036	-0,008	0,083	0,042	0,090	0,056	-0,064	-0,033	-0,024	1

Tabla 43. Matriz de correlaciones entre variables – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En la tabla 41 pueden destacarse la intensidad superior de las relaciones entre las variables No. 1 y la No. 5, variables No. 1 y la No. 7, variables No. 1 y la No. 9, variables No. 1 y la No. 10, variables No. 3 y la No. 4, variables No. 3 y la No. 7, variables No. 3 y la No. 10, variables No. 4 y la No. 9, variables No. 6 y la No. 8, variables No. 7 y la No. 9 y variables No. 7 y la No. 10, las cuales e analizarán en los resultados de los modelos y que en ciertos casos se explican al estar ubicadas en la misma categoría de variables de este estudio y tener características complementarias.

Finalmente en el Anexo 1 “Modelos cuantílicos y sus resultados” se presentan los análisis descriptivos de las bases conteniendo el cálculo de la media, la desviación estándar y los resultados de las estimaciones de las regresiones cuantílicas correspondientes a cada modelo, para cada una de las hipótesis en los años de análisis.

#### 5.1.4. Composición de los cuantiles definidos

El modelamiento propuesto dividirá la muestra en 5 cuantiles representativos. Los cuantiles utilizados comúnmente por los experimentos que utilizan esta técnica y que fueron identificados en la revisión de la literatura, utilizan la división en cuantiles ( $q_{25}$ ,  $q_{50}$  y  $q_{75}$ ).

En la presente propuesta y como una forma de capturar también el efecto de posibles datos atípicos presentes en los extremos de la distribución, adiciona a estos cuantiles los cuantiles  $q_{10}$  y  $q_{90}$  que representan los segmentos que dejan un 10% y un 90% respectivamente de las observaciones por debajo del análisis. De esta manera se captura el efecto de los regresores en la variable dependiente en aquellos rangos en los cuales los cuantiles 10 y 90 son estimadores.

Por esta razón en la tabla 44 elaborada para el 2005, en la tabla 45 elaborada para el 2010 y en la tabla 46 elaborada para el 2015 se presentan los rangos para cada variable en cada uno de los diez cuantiles iniciales en los cuales se divide la muestra (cada uno con el 10% de las observaciones), desde donde se parte para el análisis de los cinco cuantiles propuestos.

-> ycat = 1					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	5,707	.4958822	.5000269	0	1
EmpleadosMza	5,707	2.841948	27.71603	0	992
Dist_Mza_E~c	5,707	1907.832	1200.674	37.72078	6257.016
Dist_Mza_A~p	5,707	12195.27	5346.615	646.5505	25350.82
Área_Mza	5,707	4845.583	17578.38	150.1067	800903
Área_UPZ	5,707	4438042	1787383	798322.2	9923308
Estaciones~Z	5,707	.441563	1.021094	0	7
PoblaciónUPZ	5,707	107037.3	61443.84	1601	271223
Valor_m2	5,707	782922.1	388123.9	599123.8	2111994
Ingresos_d~Z	5,707	3948.917	10397.18	0	110112
Industria	5,707	.1054397	.1826764	0	1
Comercio	5,707	.3695006	.305439	0	1
Servicios	5,707	.3098537	.2908587	0	1
OtrasActEc~s	5,707	.1123499	.1902319	0	1
-> ycat = 2					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	2,906	2	0	2	2
EmpleadosMza	2,906	8.613558	51.32975	2	2040
Dist_Mza_E~c	2,906	1869.353	1197.09	45.61515	6442.708
Dist_Mza_A~p	2,906	12075.54	5474.619	405.615	25163.79
Área_Mza	2,906	4692.599	7224.354	379.1908	187573.5
Área_UPZ	2,906	4302129	1703467	798322.2	9923308
Estaciones~Z	2,906	.5223675	1.15704	0	7
PoblaciónUPZ	2,906	108224.2	60843.9	3250	271223
Valor_m2	2,906	752338.9	332842.9	599123.8	2111994
Ingresos_d~Z	2,906	4918.397	12521.1	0	110112
Industria	2,906	.0943539	.1672808	0	1
Comercio	2,906	.3720327	.3074889	0	1
Servicios	2,906	.3150852	.2992249	0	1
OtrasActEc~s	2,906	.1032495	.1871727	0	1
-> ycat = 3					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	2,209	3	0	3	3
EmpleadosMza	2,209	12.1847	43.57161	3	1021
Dist_Mza_E~c	2,209	1797.897	1175.499	68.84009	7141.062
Dist_Mza_A~p	2,209	11442.16	5365.192	288.5574	26211.18
Área_Mza	2,209	5090.4	8126.273	432.5603	164197.4
Área_UPZ	2,209	4319153	1713085	798322.2	9923308
Estaciones~Z	2,209	.5744681	1.198958	0	7
PoblaciónUPZ	2,209	107452.4	61171.23	3250	271223
Valor_m2	2,209	766937.6	350027.7	599123.8	2111994
Ingresos_d~Z	2,209	5343.774	12938.24	0	110112
Industria	2,209	.1011089	.1748606	0	1
Comercio	2,209	.3687576	.3074037	0	1
Servicios	2,209	.3144532	.2961227	0	1
OtrasActEc~s	2,209	.108392	.1946659	0	1

-> ycat = 4					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	2,216	4	0	4	4
EmpleadosMza	2,216	14.48782	40.53605	3	856
Dist_Mza_E~c	2,216	1777.804	1222.491	51.26779	6305.094
Dist_Mza_A~p	2,216	11312.01	5505.583	567.4124	25178.8
Área_Mza	2,216	5564.9	13766.6	222.002	437361.9
Área_UPZ	2,216	4309961	1652388	798322.2	9923308
Estaciones~Z	2,216	.659296	1.291012	0	7
PoblaciónUPZ	2,216	108394.1	60212.52	3250	271223
Valor_m2	2,216	744221	305731.7	599123.8	2111994
Ingresos_d~Z	2,216	5648.034	13216.91	0	110112
Industria	2,216	.1053939	.1781393	0	1
Comercio	2,216	.3666937	.298532	0	1
Servicios	2,216	.3111631	.2840324	0	1
OtrasActEc~s	2,216	.1107023	.187862	0	1
-> ycat = 5					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	1,754	5	0	5	5
EmpleadosMza	1,754	18.36431	54.40129	5	1020
Dist_Mza_E~c	1,754	1706.736	1185.676	42.34978	7042.829
Dist_Mza_A~p	1,754	11035.09	5462.214	372.9303	26130.07
Área_Mza	1,754	5738.909	13234.73	562.4966	469586.6
Área_UPZ	1,754	4305649	1669076	798322.2	9923308
Estaciones~Z	1,754	.6710376	1.279794	0	7
PoblaciónUPZ	1,754	107438.1	59575.65	3250	271223
Valor_m2	1,754	759089.4	324597.7	599123.8	2111994
Ingresos_d~Z	1,754	5876.461	13190.94	0	87296
Industria	1,754	.1024789	.175949	0	1
Comercio	1,754	.3839561	.308957	0	1
Servicios	1,754	.3080365	.281456	0	1
OtrasActEc~s	1,754	.1165889	.1948788	0	1
-> ycat = 6					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	3,008	6.450133	.4975898	6	7
EmpleadosMza	3,008	24.10805	72.34482	6	1977
Dist_Mza_E~c	3,008	1680.814	1164.755	42.82157	7286.857
Dist_Mza_A~p	3,008	11059.24	5470.73	313.0381	26340.54
Área_Mza	3,008	6181.348	13624.9	684.1196	523122.7
Área_UPZ	3,008	4258373	1602529	798322.2	9923308
Estaciones~Z	3,008	.7935505	1.380032	0	7
PoblaciónUPZ	3,008	105900.9	57373.22	2917	271223
Valor_m2	3,008	756086.9	319981	599123.8	2111994
Ingresos_d~Z	3,008	6861	14081.86	0	87296
Industria	3,008	.1022423	.1761435	0	1
Comercio	3,008	.3885005	.3047086	0	1
Servicios	3,008	.3061399	.2780433	0	1
OtrasActEc~s	3,008	.1077051	.1852801	0	1

-> ycat = 7					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	3,246	8.899877	.8193462	8	10
EmpleadosMza	3,246	33.95933	85.12765	8	2434
Dist_Mza_E~c	3,246	1570.615	1156.61	42.76117	6901.19
Dist_Mza_A~p	3,246	10895.53	5246.611	254.3332	25969.18
Área_Mza	3,246	6417.251	11333.18	853.9482	436815.7
Área_UPZ	3,246	4193804	1634810	798322.2	9923308
Estaciones~Z	3,246	.9577942	1.533721	0	7
PoblaciónUPZ	3,246	103951.5	58556.93	413	271223
Valor_m2	3,246	752986.8	303447.8	599123.8	2111994
Ingresos_d~Z	3,246	8540.611	15994.33	0	110112
Industria	3,246	.1058806	.1852011	0	1
Comercio	3,246	.3740115	.3063226	0	1
Servicios	3,246	.3105406	.2856845	0	1
OtrasActEc~s	3,246	.1109845	.1922077	0	1
-> ycat = 8					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	2,686	12.34922	1.104997	11	14
EmpleadosMza	2,686	49.8038	208.5654	11	9889
Dist_Mza_E~c	2,686	1532.962	1189.751	30.06573	7035.776
Dist_Mza_A~p	2,686	10697.46	5154.144	328.2673	26101.08
Área_Mza	2,686	7202.609	7796.41	839.4763	128354.4
Área_UPZ	2,686	4156230	1565043	798322.2	9923308
Estaciones~Z	2,686	1.180566	1.728437	0	7
PoblaciónUPZ	2,686	98630.28	54165.07	3250	271223
Valor_m2	2,686	767088.8	319323.3	599123.8	2111994
Ingresos_d~Z	2,686	10584.05	17820.67	0	110112
Industria	2,686	.1017023	.1755299	0	1
Comercio	2,686	.376033	.3019597	0	1
Servicios	2,686	.3151508	.2875099	0	1
OtrasActEc~s	2,686	.1099434	.1838967	0	1
-> ycat = 9					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	2,510	17.47211	1.945813	15	21
EmpleadosMza	2,510	74.56215	173.545	17	5919
Dist_Mza_E~c	2,510	1387.709	1151.352	25.76479	6966.4
Dist_Mza_A~p	2,510	10489.27	4864.824	322.722	26037.65
Área_Mza	2,510	8377.62	10695.47	351.8821	248326.8
Área_UPZ	2,510	4104581	1510055	798322.2	9923308
Estaciones~Z	2,510	1.479283	1.890635	0	7
PoblaciónUPZ	2,510	96008.33	52648.67	2917	271223
Valor_m2	2,510	785762	341358.4	599123.8	2111994
Ingresos_d~Z	2,510	12964.82	19741.1	0	110112
Industria	2,510	.1002613	.172719	0	1
Comercio	2,510	.3802923	.3021771	0	1
Servicios	2,510	.3153856	.2838618	0	1
OtrasActEc~s	2,510	.1108337	.1864747	0	1

```
-> ycat = 10
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	2,853	45.35787	55.73011	22	1020
EmpleadosMza	2,853	211.3684	337.683	28	4600
Dist_Mza_E~c	2,853	1092.287	1036.448	20.55465	6726.097
Dist_Mza_A~p	2,853	10517.98	3918.362	195.7053	25823.63
Área_Mza	2,853	12982.44	19270.81	1302.345	458143.6
Área_UPZ	2,853	3946113	1441332	798322.2	9923308
Estaciones~Z	2,853	2.212408	2.322015	0	7
PoblaciónUPZ	2,853	81225.75	51789.58	413	271223
Valor_m2	2,853	841863.3	375010.2	599123.8	2111994
Ingresos_d~Z	2,853	23115.74	29888.37	0	110112
Industria	2,853	.111951	.1845684	0	1
Comercio	2,853	.3877658	.3051593	0	1
Servicios	2,853	.3110363	.2811428	0	1
OtrasActEc~s	2,853	.1103826	.1841511	0	1

Tabla 44. Rangos cuantílicos para las variables – año 2005

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

```
-> ycat = 1
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	15,232	7.550355	14.07956	0	476
EmpleadosMza	15,232	20.57405	84.54429	0	3664
Dist_Mza_E~c	15,232	2291.505	1185.118	43.44646	7286.857
Dist_Mza_A~p	15,232	12659.51	6074.002	195.7053	26340.54
Área_Mza	15,232	5632.801	13034.65	222.002	516423
Área_UPZ	15,232	4247590	1634204	798322.2	9923308
Estaciones~Z	15,232	0	0	0	0
PoblaciónUPZ	15,232	112016.2	59786.56	763	237452
Valor_m2	15,232	1198281	863322.3	705957.2	4396863
Ingresos_d~Z	15,232	312.6079	2216.221	0	19130
Industria	15,232	.0891731	.1731844	0	1
Comercio	15,232	.383465	.3230066	0	1
Servicios	15,232	.2814582	.2893165	0	1
OtrasActEc~s	15,232	.1115813	.1993368	0	1

```
-> ycat = 6
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	3,261	8.057958	11.01527	0	234
EmpleadosMza	3,261	32.2533	179.1811	0	5914
Dist_Mza_E~c	3,261	962.5061	576.3005	34.8728	2752.567
Dist_Mza_A~p	3,261	10552.28	3051.907	2512.244	19903.29
Área_Mza	3,261	6682.992	15875.36	457.9854	523122.7
Área_UPZ	3,261	3457742	1238283	1404235	5588361
Estaciones~Z	3,261	1	0	1	1

PoblaciónUPZ	3,261	102243.3	54119.57	5654	176909
Valor_m2	3,261	1018474	697255.4	705957.2	4396863
Ingresos_d~Z	3,261	19043.99	19375.17	0	86774
Industria	3,261	.1088576	.1890619	0	1
Comercio	3,261	.3778195	.3073302	0	1
Servicios	3,261	.2999402	.283844	0	1
OtrasActEc~s	3,261	.1063604	.1857708	0	1
-> ycat = 7					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	3,311	10.2244	15.65588	0	326
EmpleadosMza	3,311	33.93627	90.46846	0	2884
Dist_Mza_E~c	3,311	877.5263	523.4814	41.11631	2118.248
Dist_Mza_A~p	3,311	8387.179	3596.205	3235.738	16730.96
Área_Mza	3,311	7247.821	16314.52	150.1067	800903
Área_UPZ	3,311	4896196	1854614	1341655	7203321
Estaciones~Z	3,311	2	0	2	2
PoblaciónUPZ	3,311	160354.4	106481.5	13620	309009
Valor_m2	3,311	1567563	834094.3	705957.2	4396863
Ingresos_d~Z	3,311	25080.99	21512.52	0	56242
Industria	3,311	.1246746	.1879289	0	1
Comercio	3,311	.3502566	.2941025	0	1
Servicios	3,311	.2957631	.2779727	0	1
OtrasActEc~s	3,311	.0837303	.1539427	0	1
-> ycat = 8					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	2,696	12.51261	19.32163	0	445
EmpleadosMza	2,696	45.8865	100.6946	0	1560
Dist_Mza_E~c	2,696	1014.039	673.4017	24.90922	3157.473
Dist_Mza_A~p	2,696	9493.616	2846.219	5012.293	14781.31
Área_Mza	2,696	8874.462	11763.16	538.4112	248326.8
Área_UPZ	2,696	4651132	1569742	2008015	6683824
Estaciones~Z	2,696	3	0	3	3
PoblaciónUPZ	2,696	96570.19	35767.48	29809	135944
Valor_m2	2,696	1874093	1356628	705957.2	4396863
Ingresos_d~Z	2,696	25421.61	12764.22	8520	44834
Industria	2,696	.1100372	.1578434	0	1
Comercio	2,696	.335588	.2561879	0	1
Servicios	2,696	.3593992	.27413	0	1
OtrasActEc~s	2,696	.109664	.1648544	0	1
-> ycat = 9					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	1,988	10.66147	12.72458	0	294
EmpleadosMza	1,988	48.05885	153.2616	0	3122
Dist_Mza_E~c	1,988	662.4155	389.7022	25.76479	1878.405
Dist_Mza_A~p	1,988	9079.24	3763.635	2577.048	15051.28
Área_Mza	1,988	8378.063	14954.76	601.1723	458143.6
Área_UPZ	1,988	4154811	1760017	2375423	7648591
Estaciones~Z	1,988	4	0	4	4

PoblaciónUPZ	1,988	82263.31	36499.53	23946	135166
Valor_m2	1,988	1406430	546035.3	705957.2	1854339
Ingresos_d~Z	1,988	22828.56	8805.117	11150	34690
Industria	1,988	.1231632	.1792254	0	1
Comercio	1,988	.3130656	.2667671	0	1
Servicios	1,988	.3402935	.287989	0	1
OtrasActEc~s	1,988	.1113047	.1802936	0	1
-> ycat = 10					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	1,230	40.58211	73.46138	0	1020
EmpleadosMza	1,230	209.6016	333.1036	0	4511
Dist_Mza_E~c	1,230	440.6816	246.4045	20.55465	2005.685
Dist_Mza_A~p	1,230	10502.67	1453.482	8278.159	13669.32
Área_Mza	1,230	10347.44	7265.714	1304.8	97151.24
Área_UPZ	1,230	3845762	934194.8	1648379	4537812
Estaciones~Z	1,230	5.915447	.7542699	5	7
PoblaciónUPZ	1,230	50525.8	29700.71	3972	85896
Valor_m2	1,230	1583494	618617.2	705957.2	2257331
Ingresos_d~Z	1,230	68666.7	18808.14	25462	101566
Industria	1,230	.1060801	.1425267	0	1
Comercio	1,230	.3480565	.250729	0	1
Servicios	1,230	.3673426	.2584215	0	1
OtrasActEc~s	1,230	.1020981	.1301641	0	1

Tabla 45. Rangos cuantílicos para las variables – año 2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

-> ycat = 1					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	10,350	0	0	0	0
EmpleadosMza	10,350	.0216425	.4181079	0	30
Dist_Mza_E~c	10,350	1834.977	1136.672	34.19956	7141.062
Dist_Mza_A~p	10,350	13661.37	5469.413	162.7516	26211.18
Área_Mza	10,350	3737.584	7358.087	150.1067	413901.2
Área_UPZ	10,350	4277619	1691766	798322.2	9923308
Estaciones~Z	10,350	.6748792	1.152535	0	9
PoblaciónUPZ	10,350	130492.9	74655.62	932	351846
Valor_m2	10,350	1914195	746990.2	1561887	4941427
Ingresos_d~Z	10,350	12210.11	23810.53	0	169707
Industria	10,350	0	0	0	0
Comercio	10,350	0	0	0	0
Servicios	10,350	0	0	0	0
OtrasActEc~s	10,350	.0283092	.1658627	0	1
-> ycat = 4					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	4,411	1.447744	.4973182	1	2
EmpleadosMza	4,411	14.90728	336.9383	0	9999
Dist_Mza_E~c	4,411	1549.011	1020.309	20.55465	7035.776
Dist_Mza_A~p	4,411	12035.47	5533.45	288.5574	26101.08
Área_Mza	4,411	4634.411	9654.621	353.3104	437361.9

Área_UPZ	4,411	4325696	1728250	798322.2	9923308
Estaciones~Z	4,411	.9489912	1.371025	0	9
PoblaciónUPZ	4,411	132006.1	79699.87	2493	351846
Valor_m2	4,411	2058364	843027.7	1561887	4941427
Ingresos_d~Z	4,411	15130.9	26392.06	0	169707
Industria	4,411	.3265699	.4510544	0	1
Comercio	4,411	.2384758	.4087064	0	1
Servicios	4,411	.3734036	.4623367	0	1
OtrasActEc~s	4,411	.0615507	.2013889	0	1
-> ycat = 5					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	1,713	3	0	3	3
EmpleadosMza	1,713	13.54232	161.0009	0	4140
Dist_Mza_E~c	1,713	1397.801	975.6768	47.00094	7286.857
Dist_Mza_A~p	1,713	11174.5	5373.408	323.9919	26340.54
Área_Mza	1,713	5112.276	9611.277	344.4562	317115.3
Área_UPZ	1,713	4370222	1715889	798322.2	9923308
Estaciones~Z	1,713	1.164623	1.481501	0	9
PoblaciónUPZ	1,713	132335.8	81958.03	2493	351846
Valor_m2	1,713	2153969	880168.6	1561887	4941427
Ingresos_d~Z	1,713	18085.22	27931.7	0	169707
Industria	1,713	.3376338	.4076915	0	1
Comercio	1,713	.2151002	.3385049	0	1
Servicios	1,713	.3705196	.4032973	0	1
OtrasActEc~s	1,713	.0767464	.2056799	0	1
-> ycat = 6					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	3,027	4.391807	.4882346	4	5
EmpleadosMza	3,027	24.5256	366.6144	0	10007
Dist_Mza_E~c	3,027	1320.718	902.5848	25.76479	6114.665
Dist_Mza_A~p	3,027	10771.53	5244.998	372.9303	25192.01
Área_Mza	3,027	5606.526	18238.21	230.9198	800903
Área_UPZ	3,027	4343263	1725241	798322.2	9923308
Estaciones~Z	3,027	1.299306	1.528624	0	9
PoblaciónUPZ	3,027	130647.5	83451.05	2493	351846
Valor_m2	3,027	2226206	919382	1561887	4941427
Ingresos_d~Z	3,027	19635.35	28814.83	0	169707
Industria	3,027	.3180628	.3590281	0	1
Comercio	3,027	.234396	.315494	0	1
Servicios	3,027	.369341	.3660603	0	1
OtrasActEc~s	3,027	.0782002	.1890142	0	1
-> ycat = 7					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	3,447	7.302872	1.12351	6	9
EmpleadosMza	3,447	37.29707	425.8016	0	10038
Dist_Mza_E~c	3,447	1122.187	782.0525	50.69921	6937.017
Dist_Mza_A~p	3,447	9739.201	4879.105	361.9459	26019.54
Área_Mza	3,447	6756.39	16592.2	386.7465	603982.6

Área_UPZ	3,447	4278881	1614598	798322.2	9923308
Estaciones~Z	3,447	1.613287	1.710938	0	9
PoblaciónUPZ	3,447	119747.3	77734.43	2493	351846
Valor_m2	3,447	2369508	947828.1	1561887	4941427
Ingresos_d~Z	3,447	21072.48	28487.2	0	169707
Industria	3,447	.292888	.2676249	0	1
Comercio	3,447	.235068	.2350406	0	1
Servicios	3,447	.3924037	.2789791	0	1
OtrasActEc~s	3,447	.0796403	.1415535	0	.75
-> ycat = 8					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	3,180	12.64937	1.986115	10	16
EmpleadosMza	3,180	77.43836	623.3699	0	11120
Dist_Mza_E~c	3,180	962.1921	674.6936	27.52846	5993.51
Dist_Mza_A~p	3,180	9071.398	4234.936	328.4551	25115.62
Área_Mza	3,180	8181.369	10469.88	302.3214	291790.2
Área_UPZ	3,180	4236444	1571309	798322.2	9923308
Estaciones~Z	3,180	2.030189	1.881776	0	9
PoblaciónUPZ	3,180	109821.4	76008.8	932	351846
Valor_m2	3,180	2591595	967498.8	1561887	4941427
Ingresos_d~Z	3,180	24119.49	29633.57	0	169707
Industria	3,180	.2622783	.2047929	0	1
Comercio	3,180	.2377293	.182153	0	1
Servicios	3,180	.4163793	.2226866	0	1
OtrasActEc~s	3,180	.0836131	.1118609	0	.8
-> ycat = 9					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	2,996	22.69593	4.217223	17	31
EmpleadosMza	2,996	313.6916	9224.139	0	500022
Dist_Mza_E~c	2,996	836.9866	622.6424	24.90922	5567.827
Dist_Mza_A~p	2,996	8965.124	3607.501	293.0599	24547.72
Área_Mza	2,996	10384.48	12376.79	1010.308	210178.7
Área_UPZ	2,996	4058122	1484190	798322.2	7648591
Estaciones~Z	2,996	2.523364	2.134334	0	9
PoblaciónUPZ	2,996	91424.16	66810.77	2493	351846
Valor_m2	2,996	2843935	998011.8	1561887	4941427
Ingresos_d~Z	2,996	29626.35	35359.26	0	169707
Industria	2,996	.2379651	.1586905	0	.8888889
Comercio	2,996	.248907	.1486505	0	.9090909
Servicios	2,996	.4257163	.1859878	0	1
OtrasActEc~s	2,996	.0874117	.0861418	0	.5714286
-> ycat = 10					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmpresasMza	3,144	78.89313	78.97362	32	1043
EmpleadosMza	3,144	521.1056	1782.897	4	28944
Dist_Mza_E~c	3,144	664.5561	506.4956	36.4306	4908.28
Dist_Mza_A~p	3,144	9489.815	2657.575	195.7053	23807.81
Área_Mza	3,144	18202.87	34652.83	1114.636	863479.1
Área_UPZ	3,144	3974673	1523134	798322.2	7648591
Estaciones~Z	3,144	3.427799	2.383233	0	9
PoblaciónUPZ	3,144	66141.27	53137.23	932	351846
Valor_m2	3,144	3293177	1013378	1561887	4941427
Ingresos_d~Z	3,144	47555.39	50722.93	0	169707
Industria	3,144	.1903171	.1125699	0	.9090909
Comercio	3,144	.234606	.1183865	0	.8421053
Servicios	3,144	.4818434	.1503238	0	.8823529
OtrasActEc~s	3,144	.0932335	.0604968	0	.3461538

Tabla 46. Rangos cuantílicos para las variables – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Para complementar la definición de esta composición, en los Gráficos del 59 al 70 se presenta la distribución de las 4 variables dependiente (hipótesis) en cada período y se presenta una gráfica conjunta de las variables explicativas.

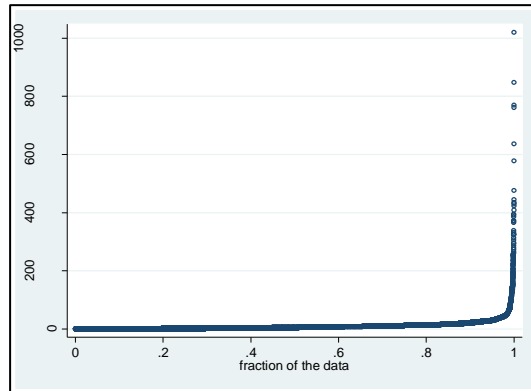


Gráfico 59. Distribución de la hipótesis 1 (EmpresasMza) – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

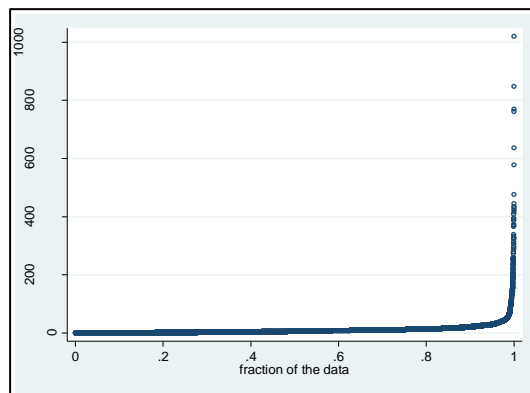


Gráfico 60. Distribución de la hipótesis 1 (EmpresasMza) – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

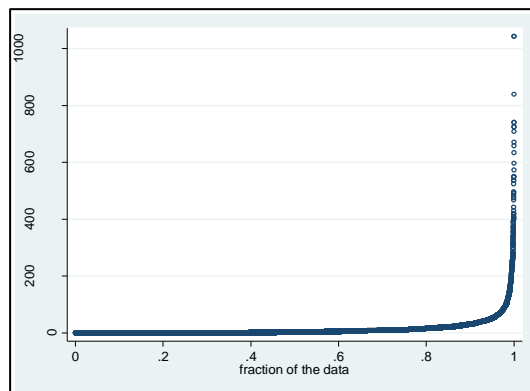


Gráfico 61. Distribución de la hipótesis 1 (EmpresasMza) – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En concordancia con la información presentada en las tablas de distribución cuantílica, los histogramas muestran una fuerte concentración en el último decil (superior al q90) de los valores superiores de concentración del total de empresas por manzana. Para el año 2005, los primeros 9 deciles concentran los valores entre 0 y 21 y el último decil concentra los valores entre 22 y 1.020 empresas por manzana. Para el año 2010, los primeros 9 deciles concentran los valores entre 0 y 476 y el último decil concentra los valores entre 477 y 1.020 empresas por manzana. Para el año 2015, los primeros 9 deciles concentran los valores entre 0 y 31 y el último decil concentra los valores entre 32 y 1.043 empresas por manzana. Este comportamiento evidencia la heterogeneidad que se ha destacado a lo largo del análisis.

Este análisis resalta que la gran mayoría del territorio analizado presenta valores bajos en cuanto al número de empresas por unidad geográfica, donde más del 90% de la geografía presenta menos de 30 empresas por manzana.

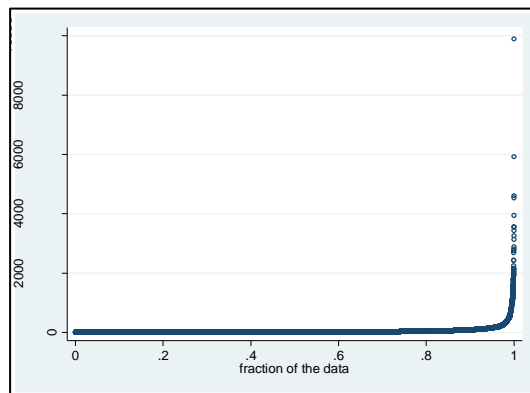


Gráfico 62. Distribución de la hipótesis 2 (EmpleadosMza) – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

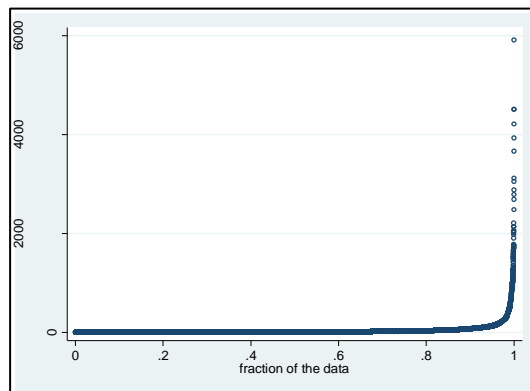


Gráfico 63. Distribución de la hipótesis 2 (EmpleadosMza) – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

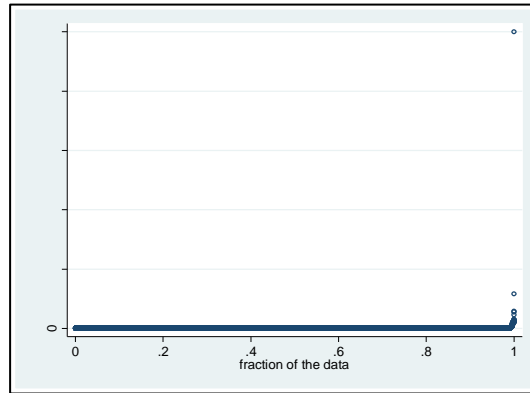


Gráfico 64. Distribución de la hipótesis 2 (EmpleadosMza) – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Los tres anteriores histogramas relacionados con la distribución de la variable que captura el número de empleados por manzana, también presenta altos índices de heterogeneidad al mostrar una fuerte concentración en el último decil (superior al q90) de los valores superiores de concentración del total de empresas por manzana. Para el año 2005, los primeros 9 deciles concentran los valores entre 0 y 86 y el último decil concentra los valores entre 87 y 9.889 empleados por manzana. Para el año 2010, los primeros 9 deciles concentran los valores entre 0 y 4.510 y el último decil concentra los valores entre 4.511 y 5.914 empleados por manzana. Para el año 2015, los primeros 9 deciles concentran los valores entre 0 y 64 y el último decil concentra los valores entre 65 y 500.022 empleados por manzana.

Este análisis resalta que un porcentaje alto del número total de manzanas presenta valores bajos en cuanto al número de empleados, siendo válida esta apreciación para todos los períodos analizados. En general, solo un 20% de la muestra reporta una tasa de ocupación de más de 20 empleados por manzana.

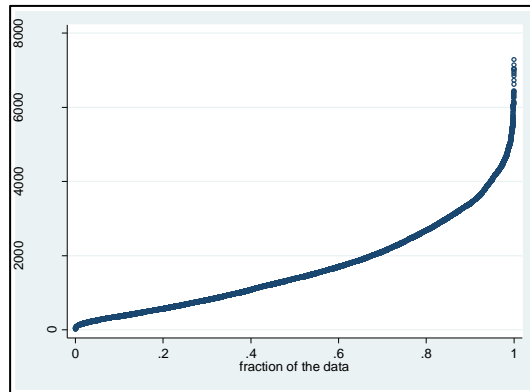


Gráfico 65. Distribución de la hipótesis 3 (Dist\_Mza\_Estac) – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

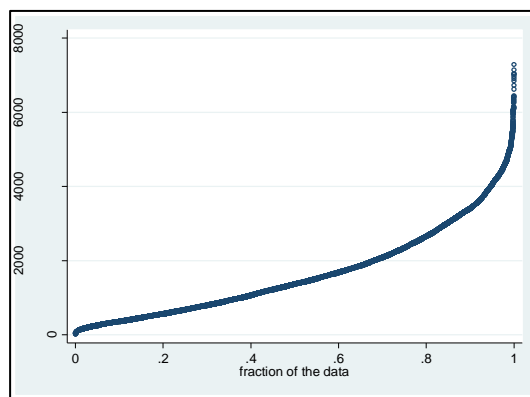


Gráfico 66. Distribución de la hipótesis 3 (Dist\_Mza\_Estac) – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

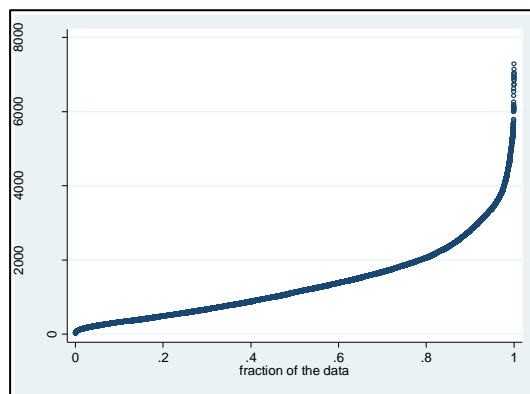


Gráfico 67. Distribución de la hipótesis 3 (Dist\_Mza\_Estac) – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En cuanto al comportamiento de la variable que captura la cercanía de las organizaciones a la estación más próxima del sistema de transporte Transmilenio, que se toma como un proxy de la accesibilidad de las personas que se relacionan con las organizaciones al sistema, esta tampoco

presenta una distribución normal pero su grado de concentración en pocos cuartiles es más baja que las anteriores. Para el año 2005, los primeros 9 deciles concentran los valores entre 0 y 86 y el último decil concentra los valores entre 87 y 9.889 empleados por manzana. Para el año 2010, los primeros 9 deciles concentran los valores entre 0 y 4.510 y el último decil concentra los valores entre 4.511 y 5.914 empleados por manzana. Para el año 2015, los primeros 9 deciles concentran los valores entre 0 y 64 y el último decil concentra los valores entre 65 y 500.022 empleados por manzana.

El análisis presentado puede sintetizarse en el hecho de que el 50% inferior de la distribución presenta valores máximos de 1,1 km y los valores máximos de la muestra se ubican en 7,2 km de distancia entre estos dos puntos.

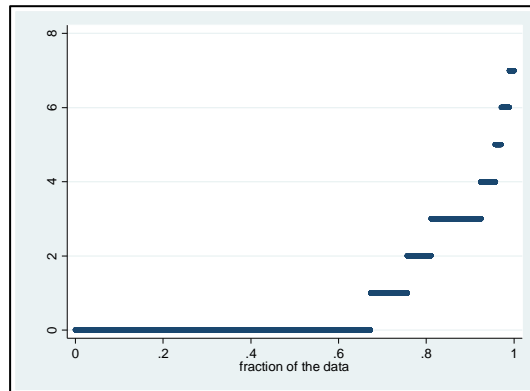


Gráfico 68. Distribución de la hipótesis 4 (EstacionesUPZ) – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

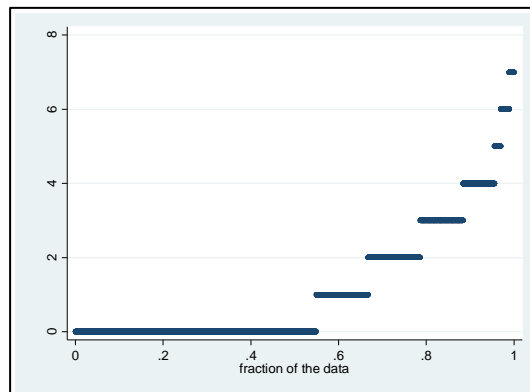


Gráfico 69. Distribución de la hipótesis 4 (EstacionesUPZ) – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

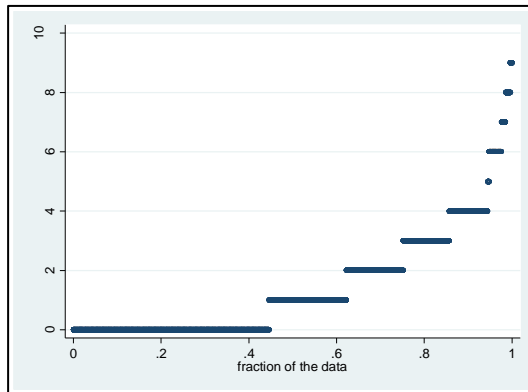


Gráfico 70. Distribución de la hipótesis 4 (EstacionesUPZ) – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

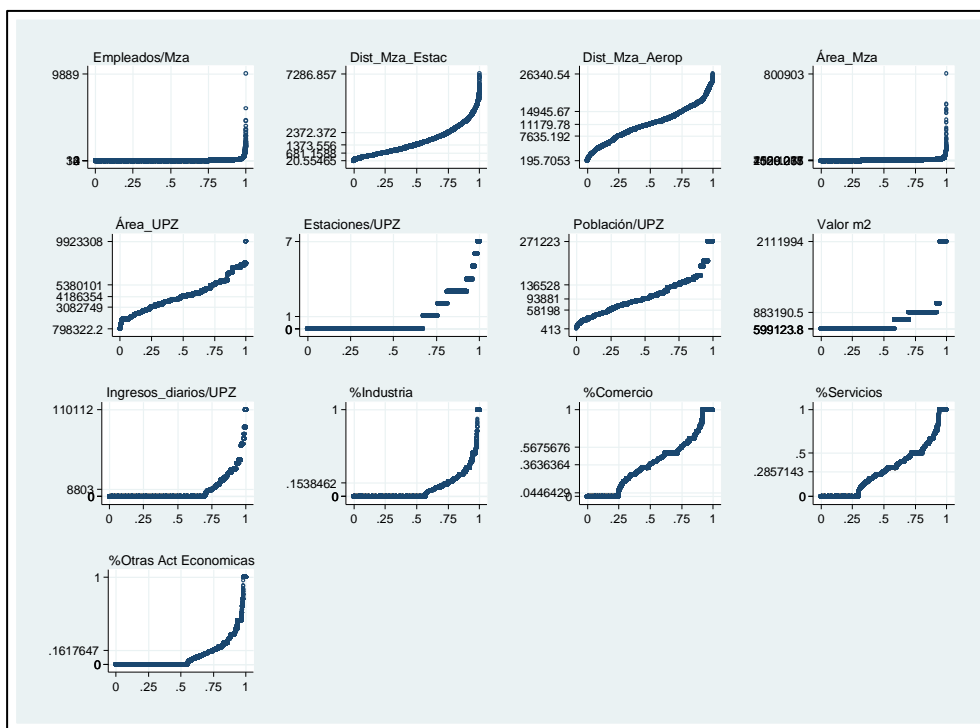


Gráfico 71. Distribución de las variables explicativas – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

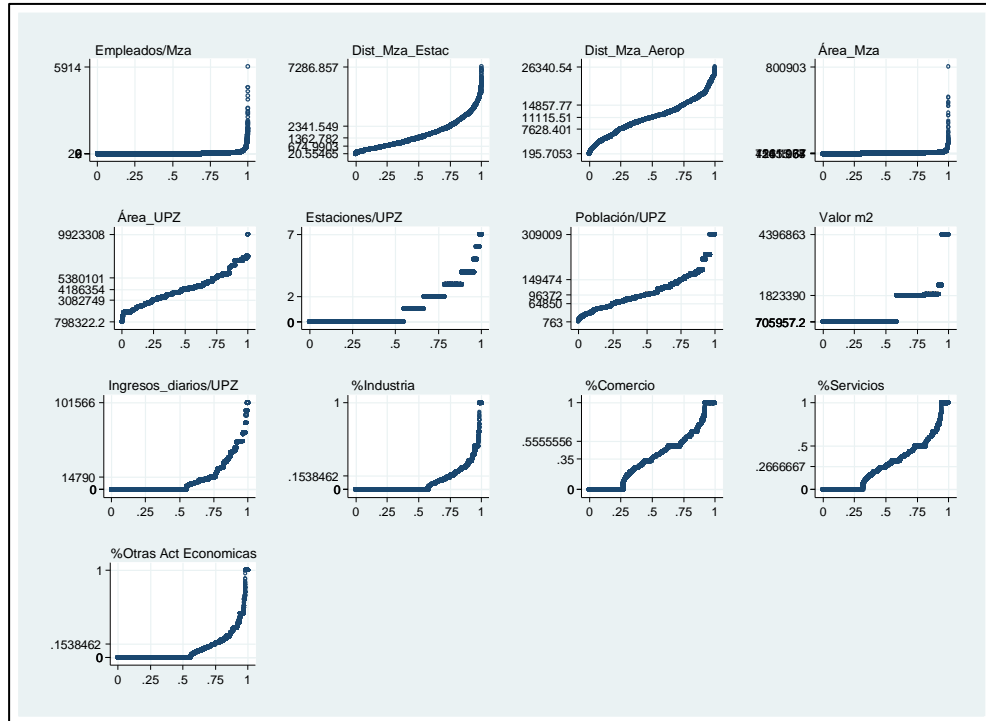


Gráfico 72. Distribución de las variables explicativas – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

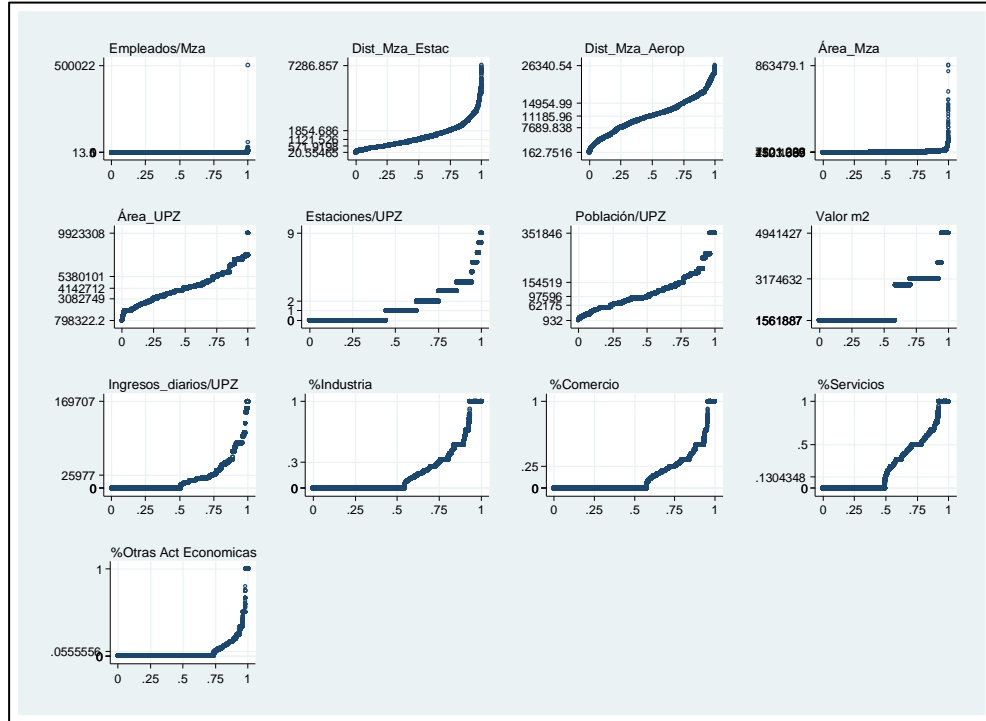


Gráfico 73. Distribución de las variables explicativas – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Como un proxy de la presencia y cobertura del sistema Transmilenio en la ciudad, se evalúa el indicador de cantidad de estaciones por UPZ. En este caso se puede destacar el avance o evolución de la presencia de estas estaciones por unidad geográfica de análisis, bajo la cual se puede destacar que en el 2005 solo el 10% superior de las observaciones presentaba 4 o más estaciones por UPZ, mientras que en el 2010 y en el 2015 esta condición era cumplida por el 20% superior de la distribución. De manera complementaria, se puede destacar que durante el 2005 y el 2010 el número máximo para este indicador correspondía a 7 estaciones mientras que en el 2015 este número había aumentado a 9 estaciones. Lo anterior evidencia el aumento de la cobertura del sistema.

Finalmente, de manera adicional y en concordancia con lo que se ha evidenciado a lo largo del estudio, las variables dependientes que representan cada hipótesis y que en diferentes combinaciones se convierten también en regresores, continúan presentando estas características de heterogeneidad.

## **5.2. ESTIMACIONES Y RESULTADOS DE LOS MODELOS DE REGRESIÓN CUANTÍLICA**

### **5.2.1. Evaluación del coeficiente de determinación como medida de bondad de ajuste en las regresiones MCO**

Dentro de los supuestos de las regresiones MCO existe la consideración del comportamiento de la distribución de la muestra y de la búsqueda de una línea media que cumpla los también supuestos teóricos de minimización del cuadrado de los errores de tal manera que se logre predecir de manera eficiente la dependencia de la variable dependiente desde las variables regresoras.

Al constituirse esta media en una medida de posición, se hace necesario el cálculo de una medida de dispersión que evalúe el grado en que esta ecuación lineal es eficiente para predecir valores a partir de variables conocidas. Una de las herramientas más ampliamente usadas para este fin utiliza coeficiente el coeficiente de determinación denominado  $R^2$ , que evalúe la bondad de ajuste o confiabilidad al respecto.

Esta medida tiene como límite superior la unidad (1) y como límite inferior el cero (0) donde en el primer caso existe un ajuste lineal perfecto del modelo donde la variación total regresada es explicado totalmente por el modelo y sus regresores. Por el contrario, un valor de cero indica que el modelo no explica para nada el comportamiento de la variable dependiente.

En términos aplicados, el valor de  $R^2$  en términos porcentuales representa el grado en que las variables independientes explican a la dependiente y por lo tanto son útiles para predecir las hipótesis planteadas.

En el caso de las regresiones cuantílicas también se dispone de una medida global de ajuste de la regresión denominada seudo  $R^2$ . Esta medida se calcula al dividir el valor absoluto de la suma de los residuos entre la suma de las desviaciones entre la variable endógena y el cuantil  $\Phi$  estimado.

Al ser calculados de manera diferente, estos dos indicadores no pueden compararse cuantitativamente entre ellos. Pero al tratarse de medidas de aproximación de ajuste, sí puede analizarse cuál de ellos puede ofrecer mejores resultados.

El seudo  $R^2$  también permite la disponibilidad de una medida que expresa la bondad de ajuste de los modelos cuantílicos dado que, aunque la teorización, soporte matemático y estadístico de este tipo de regresiones es diferente y responde a otros supuestos, la interpretación final es similar y responde tanto a la obtención de unos coeficientes que permiten entender el aporte de cada predictor al comportamiento de la variable regresando en un cuantil definido, permitiendo de esta manera entender la hipótesis que la contiene, como a la obtención de medidas de ajuste de cada modelo.

Lo anterior garantiza la posibilidad de realizar, obtener resultados y analizar todas las características del comportamiento de la distribución en cualquier parte de su recorrido, abarcando desde el rango mínimo hasta el rango máximo.

La revisión teórica y de la literatura permiten afirmar que los valores del seudo  $R^2$  evidencian una aproximación del ajuste del modelo, de manera similar a la calculada con mínimos cuadrados representa el grado en que las variables independientes explican a la dependiente y por lo tanto son útiles para predecir las hipótesis planteadas, teniendo la oportunidad de evaluar de manera diferencial este valor para cada cuantil del recorrido. Aunque se trata de una medida de

ajuste y de posición y por lo tanto los valores obtenidos para cada cuantil son independientes, la posibilidad de analizar de manera diferencial diferentes segmentos de la respuesta, pero de la misma manera con la posibilidad de abarcar mayores rangos de recorrido incluyendo todos los valores de la distribución, se considera como una característica adecuada para el análisis.

En definitiva, una estadística de pseudo  $R^2$  sin contextualizar no tiene sentido. Pero cuando se compara con el mismo indicador calculado para el mismo conjunto de datos, predice el mismo resultado de ajuste del modelo. Esta idea será utilizada para el análisis a continuación. Incluso diferentes pruebas realizadas en la literatura indican que diferentes técnicas para calcular esta medida y que utilicen una escala de 0 a 1, como la utilizada en esta investigación por medio del paquete estadístico Stata ®, son semejantes en su resultado.

La literatura también resalta que, aunque las estadísticas para los modelos cuantílicos no son comparables con las calculadas para los modelos de mínimos cuadrados, si puede analizarse comparativamente la bondad de ajuste de la mediana en el modelo cuantílico como estimador, con el uso de la media para medir la bondad en los modelos MCO. Esta comparación es útil dado que para distribuciones como la analizada en este trabajo, la literatura reporta mejores resultados en las regresiones por cuantiles teniendo en cuenta que en esta no se excluyen datos considerados como típicos.

En las Tablas 47 a la 50 se presentan los valores de estas estimaciones de manera comparativa para cada una de las hipótesis, diferenciando los períodos en que se evaluaron y los resultados obtenidos para cada uno de los 5 cuantiles propuestos. Adicionalmente se ofrecen también los valores del  $R^2$  calculados por el método de MCO, permitiéndose no solo un análisis de la magnitud sino del comparativo de cada uno de ellos.

		Hipótesis 1 - y: EmpresasMza					
		R2	seudo R2				
		OLS	q10	q25	q50	q75	q90
2005	modelo 1	0,2987	0,0471	0,1099	0,2600	0,4528	0,6267
	modelo 2	0,4324	0,2423	0,3369	0,4551	0,5621	0,6668
	modelo 3	0,4326	0,2424	0,3371	0,4554	0,5623	0,6670
2010	modelo 1	0,3012	0,1022	0,1370	0,2349	0,3828	0,5654
	modelo 2	0,3971	0,2652	0,3224	0,4044	0,4866	0,6062
	modelo 3	0,4115	0,3111	0,3590	0,4260	0,4984	0,6142
2015	modelo 1	0,2678	0,0502	0,0999	0,1987	0,3243	0,4552
	modelo 2	0,4539	0,1734	0,2606	0,3736	0,5066	0,6358
	modelo 3	0,4820	0,2159	0,3021	0,4079	0,5307	0,6490

Tabla 47. Valores de los coeficientes de determinación Hipótesis 1 – años 2005, 2010 y 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

En la Tabla 47 es interesante destacar que el valor de la bondad de ajuste para la técnica MCO representado en el  $R^2$  solo supera en su totalidad a la bondad de ajuste de la técnica RC en los cuantiles q10 y q25. Para la mayoría de los modelos y años analizados a partir del cuantil q50 o mediana y para los cuantiles q75 y q90, el ajuste del seudo  $R^2$  ofrece mejor bondad de ajuste. Lo anterior se cuenta como otro argumento que apoya la decisión tomada y muestra que el modelo cuantílico no solo toma en cuenta todos los datos sino que en la mayoría de casos en cuantiles superiores es más eficiente que el MCO.

Para la regresión correspondiente a la hipótesis 1, en la cual la variable explicada corresponde a la cantidad de Empresas por manzana como proxy de los niveles de aglomeración económica en la ciudad, en la Tabla 47 se presenta el análisis de ajuste para cada período, diferenciando los cuantiles elegidos para la investigación.

En el año 2005, el ajuste del modelo 3 presenta mayores niveles de bondad que los otros modelos en la mayoría de los cuantiles, aunque la diferencia con el ajuste del modelo 2 es baja. Esto podría significar que en esos casos el uso de variables transformadas en sí mismas mejora el ajuste del modelo y puede considerarse apropiado su uso para mejorar el efecto de la predicción del comportamiento de la variable dependiente.

Sin embargo, se resalta el caso del cuantil 10, en donde se encuentra una notable mejoría nivel de ajuste en los modelos 2 y 3 en comparación con el modelo 1. Esto puede indicar que para el primer segmento de la población que recoge los atípicos correspondientes a aquellas manzanas

con menor número de empresas, su comportamiento puede explicarse de mejor forma con las variables independientes transformadas y cuadráticas que con las iniciales.

Finalmente se destaca que, de manera comparativa, al evaluar la eficiencia del modelo MCO frente al modelo cuantílico para los modelos 2 y 3, el uso de la mediana como estimador brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media. Ya se ha expuesto que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia del estimador, lo cual es común en la literatura. Sin embargo, el modelo cuantílico se considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la heterogeneidad, el tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento.

Para los cuantiles 75 y 90, el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada tanto el 75% como el 90% de los datos de la distribución tomando esta recta como estimador.

En el año 2010, el ajuste del modelo 3 presenta mayores niveles de bondad que los otros modelos en la mayoría de los cuantiles y la diferencia con el ajuste del modelo 2 es un poco mayor que lo sucedido en el año 2005. Esto podría significar que en esos casos el uso de variables transformadas y cuadráticas mejora el ajuste y la capacidad de predicción del modelo.

Para el caso del modelo 3 en comparación con el modelo 2 y a diferencia de lo ocurrido en el año 2005, el ajuste indica que con el uso de 23 regresores el modelo aumenta en casi un 2% su capacidad de explicar el comportamiento de la variable regresando en comparación con el uso de 20 regresores.

Se resalta el caso los cuantiles 10, 25 y 50, en donde se encuentra que la capacidad de explicación del modelo mejora ostensiblemente al punto que en algunos casos con la inclusión de las variables transformadas y las cuadráticas el porcentaje de bondad se duplica. Esta situación es un claro indicador de la adecuada elección de variables complementarias para mejorar la bondad del modelo en el recorrido de la primera mitad de la variable explicada.

Finalmente se destaca que de manera comparativa al evaluar la eficiencia del modelo MCO frente al modelo cuantílico para los modelos 2 y 3, el uso de la mediana como estimador brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media. Ya se ha expuesto que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia del estimador, lo cual es común en la literatura. Sin embargo, el modelo cuantílico se considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la heterogeneidad, el tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento.

Para los cuantiles 75 y 90, el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada, obteniéndose resultados más adecuados en el cuantil 90 para los modelos 2 y 3. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada el 90% de los datos de la distribución tomando esta recta como estimador.

En el año 2015, el ajuste del modelo 3 presenta mayores niveles de bondad que los otros modelos en la mayoría de los cuantiles y la diferencia con el ajuste del modelo 2 alcanza niveles de hasta un 4% por encima de lo sucedido en el año 2005. Así mismo supera hasta en un 20% la capacidad explicativa de las variables independientes si se le compara con el modelo 1. Esto podría significar que en esos casos el uso de variables transformadas y cuadráticas mejora el ajuste y la capacidad de predicción del modelo.

Para el caso del modelo 3 en comparación con el modelo 2 y a diferencia de lo ocurrido en el año 2010, el ajuste indica que con el uso de 23 regresores el modelo aumenta en su capacidad de explicar el comportamiento de la variable regresando en niveles que oscilan desde 2% hasta 4% aproximadamente, en comparación con el uso de 20 regresores.

Se resalta el caso de los cuantiles 0 y 25 donde el uso de modelos transformados aumenta en gran medida los niveles de bondad de los modelos propuestos.

Se resalta también el caso los cuantiles 10, 25 y 50, en donde se encuentra que la capacidad de explicación del modelo mejora ostensiblemente al punto que en algunos casos con la inclusión de las variables cuadráticas el porcentaje de bondad aumenta entre un 100% y un 300%. Esta

situación es un claro indicador de la adecuada elección de variables complementarias para mejorar la bondad del modelo en el recorrido de la primera mitad de la variable explicada.

También se destaca que de manera comparativa al evaluar la eficiencia del modelo MCO frente al modelo cuantílico para los modelos 2 y 3, el uso de la mediana como estimador NO brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media. Ya se ha demostrado que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia del estimador, lo cual es común en la literatura. Sin embargo, el modelo cuantílico se considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la heterogeneidad, el tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento.

Para los cuantiles 75 y 90, el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada, obteniéndose resultados más adecuados en el cuantil 90 para los modelos 2 y 3. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada el 90% de los datos de la distribución tomando esta recta como estimador.

Al tratarse de un indicador de bondad de ajuste y de posición puede concluirse el análisis del modelo planteado para la primera hipótesis, afirmando que para el cuantil 10 se obtienen mejores resultados de bondad en los tres modelos del año 2010, para el cuantil 25 se obtienen resultados mixtos encontrándose mejores resultados en los modelos 1 y 3 del 2010 mientras que para el modelo 2 el ajuste mejora en el 2005, y para los cuantiles 50, 75 y 90 los mejores resultados se obtienen en el 2005.

		<b>Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza</b>					
		<b>R2</b>	<b>seudo R2</b>				
		<b>OLS</b>	<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
2005	modelo 1	0,3038	0,3279	0,3613	0,3939	0,4313	0,4652
	modelo 2	0,3066	0,3283	0,3621	0,3961	0,4366	0,4784
	modelo 3	0,3112	0,3293	0,3642	0,3995	0,4398	0,4811
2010	modelo 1	0,3054	0,2209	0,2769	0,3373	0,3864	0,4305
	modelo 2	0,3134	0,2217	0,2786	0,3429	0,3955	0,4447
	modelo 3	0,3163	0,2222	0,2805	0,3457	0,3998	0,4489
2015	modelo 1	0,0065	0,0325	0,0549	0,0931	0,1403	0,1897
	modelo 2	0,0064	0,0338	0,0565	0,0949	0,1424	0,1918
	modelo 3	0,0064	0,0342	0,0569	0,0952	0,1427	0,1922

Tabla 48. Valores de los coeficientes de determinación Hipótesis 2 – años 2005, 2010 y 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Para la regresión correspondiente a la hipótesis 2 en la cual la variable explicada corresponde a la cantidad de Empleados por manzana como proxy de los niveles de productividad empresarial en la ciudad, en la Tabla 48 se presenta el análisis del ajuste para cada período diferenciando los cuantiles elegidos para la investigación.

En el año 2005, las diferencias entre los niveles de bondad de cada modelo son mínimos y en la mayoría de los casos no supera el 1%. En este caso y para efectos de predecir el recorrido del regresando podría elegirse cualquiera de los modelos y tendría sentido adoptar el principio de parsimonia, según el cual, en igualdad de condiciones con las mismas consecuencias la solución más simple utilizando efectivamente los recursos tiene más probabilidades de ser correcta.

De manera comparativa al evaluar la eficiencia del modelo MCO frente al modelo cuantílico, puede evidenciarse que desde los niveles más bajos de la variable explicada en la distribución el modelo de regresión cuantílica presenta mejores niveles de eficiencia en la estimación. Para los modelos 1, 2 y 3 el uso de la mediana como estimador brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media utilizado en el modelo MCO. Ya se ha expuesto que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia del estimador, lo cual es común en la literatura. Sin embargo, el modelo cuantílico se considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la heterogeneidad, el tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento.

Para los cuantiles 10, 25, 50, 75 y 90 el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada tanto el 10% inicial como el 90% de los datos de la distribución tomando esta recta como estimador. Así las cosas, el planteamiento permite ajustar el modelo para la totalidad de datos incluyendo los atípicos con porcentajes de bondad que superan el 32% en todos los casos y en algunos hasta el 48%, encontrando resultados superiores a los obtenidos con la regresión MCO.

En el año 2010, el ajuste del modelo 3 presenta mayores niveles de bondad que los otros modelos en la mayoría de los cuantiles y la diferencia con el ajuste los modelo 1 y 2 es similar a lo sucedido en el año 2005. También de manera similar a lo ocurrido en el año 2005, las diferencias en el ajuste entre los modelos promedia valores iguales o menores al 1%, razón por la cual en este caso también se recomendaría seguir el principio de parsimonia y utilizar el modelo 1 de 13 regresores.

De manera comparativa al evaluar la eficiencia del modelo MCO frente al modelo cuantílico para los modelos 1, 2 y 3, el uso de la mediana como estimador brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media. Ya se ha expuesto que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia del estimador, lo cual es común en la literatura. Sin embargo, el modelo cuantílico se considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la heterogeneidad, el tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento.

Para los cuantiles 50, 75 y 90, el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada, obteniéndose resultados más adecuados en el cuantil 90 para los modelos 1, 2 y 3. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada el 90% de los datos de la distribución tomando esta recta como estimador.

En el año 2015, el ajuste del modelo 3 presenta mayores niveles de bondad que los otros modelos, pero de manera similar a los años 2005 y 2010 para esta variable regresando, la mejora

estimada en el ajuste es baja y por lo tanto también se recomienda atender al principio de parsimonia.

De manera general los niveles de ajuste obtenidos en el año 2015 disminuyen de manera considerable en comparación con los obtenidos en los dos períodos anteriores. Esta situación es particular para esta variable explicada teniendo en cuenta que, en el caso anterior los niveles habían mejorado. Este comportamiento podría corresponder a la inestabilidad de la variable en este período y debe analizarse su capacidad de predicción. Sin embargo, los mayores niveles alcanzados a partir del cuantil 25 donde los niveles de bondad son mayores que los obtenidos con una regresión MCO, donde estos no alcanzan el 1%.

Al evaluar la eficiencia del modelo MCO frente al modelo cuantílico en los modelos 2 y 3, el uso de la mediana como estimador brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media. Ya se ha demostrado que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia del estimador, lo cual es común en la literatura. En adición, los niveles de ajuste de este último método son bastante menores que el método cuantílico, reforzando la conveniencia de su utilización. Sin embargo, el modelo cuantílico se considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la heterogeneidad, el tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento.

Dado que en todos los casos el nivel de bondad de los estimadores es mayor que en el uso del método de mínimos cuadrados, el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada, obteniéndose resultados más adecuados en el cuantil 90 para los modelos 1, 2 y 3. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada todo el recorrido de los datos de la distribución de la variable endógena tomando estas rectas como estimadores.

Al tratarse de un indicador de bondad de ajuste y de posición puede concluirse el análisis del modelo planteado para la segunda hipótesis, afirmando que en el comparativo de cada conjunto de cuantiles por período los resultados obtenidos para el 2005 se consideran más ajustados para sus predicciones.

		<b>Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac</b>					
		<b>R2</b>	<b>seudo R2</b>				
		<b>OLS</b>	<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
2005	modelo 1	0,2614	0,0909	0,1472	0,1894	0,2017	0,2053
	modelo 2	0,2712	0,0953	0,1539	0,1979	0,2086	0,2094
	modelo 3	0,2737	0,0956	0,1546	0,1993	0,2093	0,2100
2010	modelo 1	0,3500	0,1166	0,1813	0,2302	0,2497	0,2481
	modelo 2	0,3720	0,1344	0,2067	0,2576	0,2725	0,2616
	modelo 3	0,3720	0,1345	0,2067	0,2577	0,2726	0,2618
2015	modelo 1	0,4407	0,1059	0,1787	0,2492	0,3002	0,3451
	modelo 2	0,4474	0,1190	0,1952	0,2653	0,3094	0,3479
	modelo 3	0,4476	0,1190	0,1952	0,2654	0,3097	0,3484

Tabla 49. Valores de los coeficientes de determinación Hipótesis 3 – años 2005, 2010 y 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Para la regresión correspondiente a la hipótesis 3 en la cual la variable explicada corresponde a la cantidad de Empresas por manzana, como proxy de la accesibilidad al sistema de transporte, en la Tabla 49 se presenta el análisis de ajuste para cada período diferenciando los cuantiles elegidos para la investigación.

En el año 2005, el ajuste del modelo 3 presenta mayores niveles de bondad que los otros modelos al adelantar la revisión en todos los cuantiles, aunque la diferencia con el ajuste entre el modelo 2 y el modelo 3 es baja. Esto podría significar que en esos casos el uso de variables transformadas en sí mismas no mejora en mayor medida el ajuste del modelo y puede considerarse apropiado el uso indistinto para mejorar el efecto de la predicción del comportamiento de la variable dependiente. Su elección debería atender al principio de parsimonia y elegirse aquel en el que se encuentren mejores resultados en la regresión o aquel para el que se encuentre mayor disponibilidad de datos. Dado que el aumento en la bondad representa niveles entre el 0,5% y el 1% también debe evaluarse en cuáles casos esta diferencia puede ser significativa.

Finalmente se destaca que, de manera comparativa, al evaluar la eficiencia del modelo MCO frente al modelo cuantílico para los modelos 2 y 3, el uso de la mediana como estimador no brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media. Ya se ha expuesto que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia del estimador, lo cual es común en la literatura. Sin embargo, el modelo cuantílico se considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la heterogeneidad, el

tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento.

Un análisis más detallado de esta condición permite definir que el nivel de ajuste no es mejor que con el uso del método MCO, situación que puede explicarse por la inclusión de la totalidad de la muestra en la regresión cuantílica, situación que en algunas ocasiones y al considerar los valores atípicos de la muestra, impactan el nivel de ajuste del modelo.

Para los cuantiles 75 y 90, el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada tanto el 75% como el 90% de los datos de la distribución tomando esta recta como estimador.

Puede resaltar el hecho de que la comparación de los niveles de bondad para las dos metodologías en el uso de 23 regresores presenta una diferencia de 6 puntos porcentuales. Esta diferencia es significativa pero dada la conveniencia del modelo cuantílico y el recorrido y abordaje de la totalidad de la información, es un resultado bastante aceptable.

En el año 2010, el ajuste del modelo 3 presenta mayores niveles de bondad que los otros modelos en la mayoría de los cuantiles, destacando que la diferencia comparativa del ajuste entre los modelo 1 y 2 o entre los modelos 1 y 3 es mayor a lo sucedido en el año 2005 en porcentajes que alcanzan el 2% y 3%. De nuevo se recomienda atender al principio de parsimonia y utilizar el modelo 1 de 13 regresores.

De manera comparativa al evaluar la eficiencia del modelo MCO frente al modelo cuantílico para los modelos 1, 2 y 3, el uso de la mediana como estimador no brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media. Ya se ha expuesto que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia del estimador, lo cual es común en la literatura. Sin embargo, el modelo cuantílico se considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la heterogeneidad, el tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento. Sin embargo, el modelo cuantílico se considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la

heterogeneidad, el tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento.

Para los cuantiles 50, 75 y 90, el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada, obteniéndose resultados más adecuados en el cuantil 75 para los modelos 1, 2 y 3. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada el 75% de los datos de la distribución tomando esta recta como estimador, situación que podría significar el comportamiento irregular del segmento superior de la variable endógena.

En el año 2015 el ajuste del modelo 3 presenta mayores niveles de bondad que los otros modelos. El análisis de la diferencia de ajuste en los tres modelos del año 2015 no es significativo y oscila entre el 0,05% y el 1,65% razón por la cual es necesario evaluar en qué casos podría ser necesario la elección del modelo 3 a la luz del principio de parsimonia.

De manera general los niveles de ajuste obtenidos en el año 2015 fluctúan de manera irregular en algunos cuantiles en comparación con los obtenidos en los dos períodos anteriores.

En el cuantil 10 aumentan en comparación con los resultados del 2005 pero disminuyen en comparación con los resultados del 2010. En el cuantil 25 aumentan en comparación con los resultados del 2005 pero disminuyen en comparación con los resultados del 2010. En el cuantil 50 o mediana de la distribución aumentan en comparación con los resultados del 2005 y aumentan en comparación con los resultados del 2010. En el cuantil 75 de la distribución aumentan en comparación con los resultados del 2005 y aumentan en comparación con los resultados del 2010. En el cuantil 90 de la distribución aumentan en comparación con los resultados del 2005 y aumentan en comparación con los resultados del 2010.

Este comportamiento mixto podría corresponder a la inestabilidad de la variable en este período y debe analizarse su capacidad de predicción.

Al evaluar la eficiencia del modelo MCO frente al modelo cuantílico, el uso de la mediana como estimador no brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media. Ya se ha demostrado que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia

del estimador, lo cual es común en la literatura. En adición se destaca que los niveles de ajuste del método cuantílico son bastante menores que el método de mínimos cuadrados.

Dado que en todos los casos el nivel de bondad de los estimadores es mayor que en el uso del método de mínimos cuadrados, el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada, obteniéndose resultados más adecuados en el cuantil 90 para los modelos 1, 2 y 3. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada toso el recorrido de los datos de la distribución de la variable endógena tomando estas rectas como estimadores.

Al tratarse de un indicador de bondad de ajuste y de posición puede concluirse el análisis del modelo planteado para la tercera hipótesis afirmando que en el comparativo de cada conjunto de cuantiles por período los resultados obtenidos para los cuantiles 10 y 25 se consideran más ajustados para sus predicciones los modelos del 2010 y para los cuantiles 50, 75 y 90 se consideran con mejor nivel de bondad los modelos correspondientes al 2015.

		<b>Hipótesis 4 - y: EstacionesUPZ</b>					
		<b>R2</b>	<b>seudo R2</b>				
		<b>OLS</b>	<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
2005	modelo 1	0,7280	0,1980	0,3879	0,5570	0,6536	0,6112
	modelo 2	0,7440	0,2045	0,4089	0,5843	0,7089	0,6658
	modelo 3	0,7442	0,2045	0,4089	0,5836	0,7089	0,6692
2010	modelo 1	0,6855	0,1765	0,2732	0,4369	0,5401	0,5996
	modelo 2	0,7747	0,2378	0,3803	0,5747	0,6644	0,6948
	modelo 3	0,7773	0,2378	0,3820	0,5773	0,6681	0,6985
2015	modelo 1	0,6716	0,1633	0,2483	0,4096	0,4972	0,5357
	modelo 2	0,7183	0,2426	0,3425	0,4946	0,5653	0,5720
	modelo 3	0,7206	0,2426	0,3462	0,4981	0,5679	0,5755

Tabla 50. Valores de los coeficientes de determinación Hipótesis 4 – años 2005, 2010 y 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Para la regresión correspondiente a la hipótesis 4 en la cual la variable explicada corresponde a la cantidad de Estaciones por UPZ como proxy del nivel de cobertura del sistema de transporte, en la Tabla 50 se presenta el análisis del ajuste para cada período diferenciando los cuantiles elegidos para la investigación.

En el año 2005, las diferencias entre los niveles de bondad de cada modelo son notorios y oscilan con valores entre el 2% y el 5%. En este caso y para efectos de predecir el recorrido del regresando en ese año podría elegirse cualquiera de los modelos y tendría sentido adoptar el principio de parsimonia, según el cual en igualdad de condiciones con las mismas consecuencias la solución más simple utilizando efectivamente los recursos tiene más probabilidades de ser correcta. Si en alguna de las decisiones estratégicas derivadas de este análisis se considera que estos porcentajes inciden en los resultados, puede seguirse el análisis que se presenta a continuación para obtener más criterios.

De manera comparativa, al evaluar la eficiencia del modelo MCO frente al modelo cuantílico, puede evidenciarse que desde los niveles más bajos de la variable explicada en la distribución el modelo de regresión cuantílica no presenta mejores niveles de eficiencia en la estimación. Para los modelos 1, 2 y 3 el uso de la mediana como estimador, no brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media utilizado en el modelo MCO. Ya se ha expuesto que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia del estimador, lo cual es común en la literatura. Sin embargo, el modelo cuantílico se considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la heterogeneidad, el tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento.

Para los cuantiles 10, 25, 50, 75 y 90 el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada tanto el 10% inicial como el 90% de los datos de la distribución tomando esta recta como estimador. Así las cosas, el planteamiento permite ajustar el modelo para la totalidad de datos incluyendo los atípicos con porcentajes de bondad que superan el 19% en todos los casos y en algunos hasta el 70%.

En el año 2010, el ajuste de los modelos 2 y 3 presentan mayores niveles de bondad que los del modelo 1 y niveles prácticamente iguales entre ellos. También de manera similar a lo ocurrido en el año 2005, las diferencias en el ajuste entre los modelos con similares resultados promedia valores iguales o menores al 1%, razón por la cual en este caso también se recomendaría seguir el

principio de parsimonia dado que los modelos 2 y 3 superan los niveles de bondad del modelo 1 hasta en un 14%.

De manera comparativa al evaluar la eficiencia del modelo MCO frente al modelo cuantílico para los modelos 1, 2 y 3, el uso de la mediana como estimador no brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media. Ya se ha expuesto que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia del estimador, lo cual es común en la literatura. Sin embargo, el modelo cuantílico se considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la heterogeneidad, el tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento.

Para los cuantiles 50, 75 y 90, el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada, obteniéndose resultados más adecuados en el cuantil 90 para los modelos 1, 2 y 3. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada el 90% de los datos de la distribución tomando esta recta como estimador.

En el año 2015, el ajuste del modelo 3 presenta mayores niveles de bondad que los otros modelos, con valores de diferencia que alcanzan hasta un 10%, razón por la cual se recomienda evaluar la disponibilidad y conveniencia en el uso de recursos y atender al principio de parsimonia.

De manera general los niveles de ajuste obtenidos en el año 2015 disminuyen de manera notoria en comparación con los obtenidos en los dos períodos anteriores. Esta situación es particular para esta variable explicada teniendo en cuenta que, en el caso anterior los niveles habían mejorado. Este comportamiento podría corresponder a la inestabilidad de la variable en este período y debe analizarse su capacidad de predicción.

Al evaluar la eficiencia del modelo MCO, frente al modelo cuantílico en los modelos 2 y 3, el uso de la mediana como estimador, no brinda mejor ajuste en comparación con el uso de la media. Ya se ha demostrado que el modelo de mínimos cuadrados no es adecuado en este caso por condiciones diferentes, pero se plantea esta observación para ambientar la comparación de niveles de eficiencia del estimador, lo cual es común en la literatura. Sin embargo, el modelo cuantílico se

considera en este caso más apropiado para las estimaciones dadas la inclusión de la totalidad de la muestra sin importar la heterogeneidad, el tratamiento de los valores que causan la heterocedasticidad y la violación de los demás supuestos de la regresión MCO en este experimento.

Dado que en todos los casos el nivel de bondad de los estimadores es mayor en el uso del método de mínimos cuadrados pero presenta niveles importantes en la regresión cuantílica, el ajuste para todos los modelos se considera adecuado para la presente investigación dada la heterogeneidad, homocedasticidad y cantidad de datos utilizada, obteniéndose resultados más adecuados en el cuantil 90 para los modelos 1, 2 y 3. Esta situación se traduce en que los referidos modelos explican de manera adecuada toso el recorrido de los datos de la distribución de la variable endógena tomando estas rectas como estimadores.

Al tratarse de un indicador de bondad de ajuste y de posición puede concluirse el análisis del modelo planteado para la cuarta hipótesis afirmando que en el comparativo de cada conjunto de cuantiles por período los resultados obtenidos para el cuantil 10 se considera más adecuado para el primer modelo en el 2005 y para los modelos 2 y 3 en el 2015, para los cuantiles 25, 50 y 75 se encuentran mejores niveles para todos los modelos del año 2005 y para el cuantil 90 se obtienen mejores resultados en el modelo 1 del 2005 y para los modelos 2 y 3 en el 2010.

### **5.2.2. Aporte marginal y parámetros estimados de las variables exógenas**

Las regresiones cuantílicas calculadas corresponden a las cuatro (4) tipologías definidas de acuerdo con las hipótesis a comprobar y que se definieron según los objetivos del estudio, de acuerdo con lo explicado anteriormente. A su vez, estos modelos lineales generan 3 ecuaciones para cada caso resultantes de la cantidad de variables independientes utilizadas como se explicó para los modelos 1, modelo 2 y modelo 3. Finalmente, el modelamiento anterior se calculó para los años 2005, 2010 y 2015.

En cada uno de ellos se construyeron e incorporaron dos variables para capturar los efectos no controlables del experimento. Se tratan tanto de la variable que contiene distancia de cada manzana al aeropuerto internacional El Dorado de Bogotá (variable *Dist\_Mza\_Aerop*) como la variable que captura el área de cada manzana (*Área\_Mza*), las cuales fueron incluidas y tratadas

como efecto fijo a nivel manzana (estas medidas no varían significativamente durante el tiempo que abarca el presente estudio) para controlar las características y fenómenos no observados.

En el presente apartado y mediante las Tablas desde la No. 51 hasta la No. 86 se presenta el valor de los coeficientes de regresión de todas las variables evaluados en la combinación entre las 4 hipótesis propuestas, los 3 modelos de análisis y los períodos 2005, 2010 y 2015.

Atendiendo a la interpretación de los coeficientes de regresión (beta) resultado de las regresiones econométricas, estas 36 tablas presentadas a continuación muestran el aporte marginal o capacidad de predicción de cada una de las variables en la hipótesis correspondiente.

En cuanto a su interpretación, puede afirmarse que el valor del coeficiente (beta) representa la medida de la variación que experimenta la hipótesis ante la variación de una unidad en cada una de las variables independientes (Gujarati, 2010; López & Mora, 2007).

		Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 1 - 2005				
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	0.01696	0.05016	0.14184	0.26064	0.38082
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	0.00023
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	-0.00006	NS	0.00005	0.00009
X5	Área_Mza	NS**	0.00001	0.00002	0.00002	0.00001
X6	Área_UPZ	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
X7	EstacionesUPZ	0.28622	0.33054	0.26737	NS**	-0.24612
X8	PoblaciónUPZ	NS**	0.00000	0.00001	0.00001	0.00002
X9	Valor_m2	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00002	0.00002	0.00002	0.00003	0.00003
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	3.00717	3.62696	3.50046	2.63764

Tabla 51. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 1 – año 2005

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 2 - 2005				
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	-0.03379	-0.04176	-0.03133	0.02150	0.18207
	RAÍZEmpleadosMza	1.49425	2.44996	3.51734	4.04939	2.98450
	RAÍZ4EmpleadosMza	-0.67430	-1.63968	-2.95599	-3.72084	-2.31429
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	-0.00019	-0.00014	NS**	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	0.48967	0.90672	0.68551	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	0.00003	0.00004	0.00005	0.00005	0.00005
X5	Área_Mza	-0.00004	-0.00003	-0.00002	NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	0.36057	0.41910	0.42928	NS**	NS**
X6	Área_UPZ	NS**	0.00000	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	-0.13405	-0.27554	-0.34063	-0.29370
X8	PoblaciónUPZ	0.00000	0.00000	0.00000	NS**	NS**
X9	Valor_m2	0.00000	0.00000	0.00000	NS**	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	NS**	-0.00002	-0.00004	-0.00007
	RAIZIngresos_diariosUPZ	0.00242	0.00517	0.00972	0.01306	0.01797
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**

Tabla 52. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 1 – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 3 - 2005				
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	-0.03376	-0.04163	-0.03151	0.02245	0.18346
	RAÍZEmpleadosMza	1.49296	2.45821	3.53901	4.03538	2.98135
	RAÍZ4EmpleadosMza	-0.66984	-1.65204	-2.98973	-3.69860	-2.35590
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	-0.00017	NS**	NS**	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	NS**	-2.34537	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	0.00003	0.00004	0.00005	0.00005	NS**
X5	Área_Mza	-0.00004	-0.00003	-0.00002	NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	0.36988	NS**	-2.29958	NS**	NS**
X6	Área_UPZ	NS**	0.00000	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	-0.12684	-0.26384	-0.32812	-0.27052
X8	PoblaciónUPZ	0.00000	0.00000	0.00000	NS**	NS**
X9	Valor_m2	0.00000	0.00000	0.00000	NS**	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	NS**	-0.00002	-0.00004	-0.00007
	RAIZIngresos_diariosUPZ	0.00255	0.00494	0.00952	0.01319	0.01792
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	NS**	0.58565	0.84929	NS**	NS**
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Otras ActLOGÁreaMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**

Tabla 53. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 1 – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 1 - 2005						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	1.77946	2.11095	2.66124	3.64223	5.07148
X3	Dist_Mza_Estac	-0.00026	-0.00029	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	-0.00011	-0.00013	-0.00014	-0.00011	NS**
X5	Área_Mza	0.00001	0.00005	0.00027	0.00107	0.00323
X6	Área_UPZ	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	NS**
X7	EstacionesUPZ	0.36282	0.56029	1.05391	1.60232	NS**
X8	PoblaciónUPZ	-0.00001	-0.00002	-0.00002	-0.00003	NS**
X9	Valor_m2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001
X10	Ingresos_diariosUPZ	-0.00001	NS**	NS**	NS**	NS**
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	NS**	NS**	-4.82090	-11.10572

Tabla 54. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 2 – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 2 - 2005						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	1.78190	2.11305	2.68139	3.65014	5.02980
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	0.00032	0.00124	0.00220	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	-1.24891	-2.22941	-5.49465	-9.19486	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	-0.00011	-0.00014	-0.00016	-0.00014	NS**
X5	Área_Mza	NS**	0.00004	0.00046	0.00187	0.00716
	LOGÁrea_Mza	NS**	NS**	-3.61093	-12.32943	-42.38491
X6	Área_UPZ	0.00000	0.00000	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	0.36209	0.59930	1.28059	2.05352	2.54959
X8	PoblaciónUPZ	-0.00001	-0.00001	-0.00002	-0.00002	NS**
X9	Valor_m2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	0.00009	0.00022	0.00052	0.00132
	RAIZIngresos_diariosUPZ	NS**	-0.01795	-0.04109	-0.07463	-0.14849
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	5.69381	25.96972	61.06078	145.44660

Tabla 55. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 2 – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 3 - 2005				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	1.78191	2.10294	2.64269	3.59487	4.86545
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	0.00109	0.00209	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	12.72664	24.18280	47.14844	74.70958	134.02141
X4	Dist_Mza_Aerop	-0.00011	-0.00014	-0.00018	-0.00021	NS**
X5	Área_Mza	NS**	0.00007	0.00041	0.00181	0.00706
	LOGÁrea_Mza	11.93409	22.43220	44.43058	65.64056	91.80651
X6	Área_UPZ	0.00000	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	0.38403	0.69590	1.06821	1.45456	1.68834
X8	PoblaciónUPZ	-0.00001	-0.00001	-0.00002	-0.00002	NS**
X9	Valor_m2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	0.00008	0.00021	0.00050	0.00120
	RAÍZIngresos_diariosUPZ	-0.00551	-0.01743	-0.03909	-0.07644	-0.14566
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	-3.78287	-7.30426	-14.90917	-24.21118	-42.10890
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Otras ActLOGÁreaMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	-41.16211	-75.19493	-142.89218	-207.35351	-304.90031

Tabla 56. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 2 – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 1 - 2005				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	-1.33826	-1.13319	NS**	NS**	NS**
X2	EmpleadosMza	NS**	-0.08478	-0.12144	-0.17898	-0.28156
X4	Dist_Mza_Aerop	0.04906	0.06673	0.07712	0.05409	-0.00810
X5	Área_Mza	-0.00113	-0.00165	-0.00377	-0.00253	-0.00302
X6	Área_UPZ	0.00002	0.00007	0.00020	0.00029	0.00035
X7	EstacionesUPZ	-97.53089	-133.78593	-215.14424	-362.81304	-579.41864
X8	PoblaciónUPZ	0.00228	0.00254	NS**	-0.00552	-0.01352
X9	Valor_m2	0.00020	0.00030	0.00044	0.00007	-0.00040
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00206	0.00151	0.00045	NS**	0.00354
X11	Industria	72.10416	183.66071	186.82950	330.34859	630.68615
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	60.62071	136.97629	210.05112	232.95247	290.61992
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	237.94068
	Constant	-417.39316	-576.22790	-453.66265	1,114.82263	3,760.59626

Tabla 57. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 3 – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 2 - 2005				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**	1.38691	1.29230	NS**
X2	EmpleadosMza	0.21993	0.21909	0.26141	0.57389	NS**
	RAÍZEmpleadosMza	-15.67589	-16.46147	-17.14832	-43.31235	NS**
	RAÍZ4EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	0.04682	0.06168	0.07312	0.05137	-0.00720
X5	Área_Mza	0.00159	0.00207	0.00180	NS**	-0.00299
	LOGÁrea_Mza	-142.24260	-219.87028	-318.23488	-219.18009	NS**
X6	Área_UPZ	0.00002	0.00007	0.00021	0.00030	0.00034
X7	EstacionesUPZ	-88.27846	-110.35860	-194.88742	-327.89074	-573.90855
X8	PoblaciónUPZ	0.00211	0.00215	-0.00044	-0.00592	-0.01333
X9	Valor_m2	0.00022	0.00035	0.00046	0.00008	-0.00037
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00446	0.00546	NS**	NS**	0.00752
	RAÍZIngresos_diariosUPZ	-0.62148	-1.22670	-0.27814	NS**	-0.87785
X11	Industria	NS**	106.99346	117.69961	204.59052	423.85736
X12	Comercio	NS**	-111.20364	-200.21644	-175.12296	-202.06179
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	119.37736	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	-209.12384	-361.94049
	RAÍZ4Servicios	101.64182	137.24322	163.16331	316.74539	490.23027
X14	OtrasActEconómicas	-72.01800	-61.05700	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	313.55202	808.81810	1,984.94338	3,721.80715

Tabla 58. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 3 – año 2005

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 3 - 2005				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**	1.52848	1.25856	NS**
X2	EmpleadosMza	0.23008	0.23444	0.34477	0.60581	NS**
	RAÍZEmpleadosMza	-17.08779	-17.84387	-21.52385	-43.52968	NS**
	RAÍZ4EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	0.04702	0.06154	0.07385	0.05134	-0.00595
X5	Área_Mza	0.00158	0.00231	0.00168	-0.00011	-0.00307
	LOGÁrea_Mza	-152.63176	-237.60862	-333.27869	-229.55174	NS**
X6	Área_UPZ	0.00002	0.00007	0.00021	0.00030	0.00034
X7	EstacionesUPZ	-89.35213	-111.83566	-195.71703	-328.45466	-569.05779
X8	PoblaciónUPZ	0.00209	0.00220	-0.00043	-0.00584	-0.01325
X9	Valor_m2	0.00023	0.00035	0.00046	0.00009	-0.00035
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00442	0.00520	0.00135	0.00237	0.00667
	RAÍZIngresos_diariosUPZ	-0.60411	-1.14217	NS**	NS**	-0.81160
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	259.61200
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	81.24252	79.90157	NS**	NS**	376.79189
X14	OtrasActEconómicas	-144.13072	-173.55998	-271.56906	-240.97084	NS**
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	NS**	21.60233	36.77208	33.31091	33.33668
	RAÍZ4OtrasActLOGÁreaMza	NS**	21.91666	48.89563	36.65673	NS**
	Constant	169.27234	370.56395	858.12957	2,016.20581	3,768.23874

Tabla 59. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 3 – año 2005

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 1 - 2005				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	0.00000	NS**		0.00127	0.00222
X2	EmpleadosMza	0.00000	NS**		NS**	0.00027
X3	Dist_Mza_Estac	0.00000	NS**		-0.00004	-0.00033
X4	Dist_Mza_Aerop	0.00000	NS**		-0.00001	-0.00003
X5	Área_Mza	0.00000	NS**		NS**	NS**
X6	Área_UPZ	0.00000	NS**		0.00000	0.00000
X8	PoblaciónUPZ	0.00000	NS**		NS**	-0.00001
X9	Valor_m2	0.00000	NS**		0.00000	0.00000
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00004	0.00004		0.00011	0.00010
X11	Industria	0.00000	NS**		NS**	NS**
X12	Comercio	0.00000	NS**		NS**	NS**
X13	Servicios	0.00000	NS**		NS**	NS**
X14	OtrasActEconómicas	0.00000	NS**		NS**	NS**
	Constant	0.00000	NS**		0.45752	3.04838

Tabla 60. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 4 – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 2 - 2005				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**		NS**	0.00210
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**		NS**	-0.00044
	RAÍZEmpleadosMza	NS**	NS**		NS**	0.04051
	RAÍZ4EmpleadosMza	NS**	NS**		NS**	-0.07195
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**		NS**	0.00026
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	NS**		NS**	-2.08202
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**		NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**		NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	NS**	NS**		NS**	NS**
X6	Área_UPZ	NS**	NS**		NS**	0.00000
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**		NS**	0.00000
X9	Valor_m2	NS**	NS**		NS**	0.00000
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00001	0.00004		0.00003	-0.00001
	RAIZIngresos_diariosUPZ	0.00396	0.00642		0.01678	0.02270
X11	Industria	NS**	NS**		NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**		NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**		NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**		NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**		NS**	NS**
X14	OtrasActEconómicas	NS**	NS**		NS**	NS**
	Constant	NS**	NS**		NS**	6.54669

Tabla 61. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 4 – año 2005  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 3 - 2005				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**		NS**	0.00205
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**		NS**	NS**
	RAÍZEmpleadosMza	NS**	NS**		NS**	NS**
	RAÍZ4EmpleadosMza	NS**	NS**		NS**	NS**
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**		NS**	0.00023
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	NS**		NS**	1.42726
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**		NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**		NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	NS**	NS**		NS**	3.17808
X6	Área_UPZ	NS**	NS**		NS**	0.00000
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**		NS**	0.00000
X9	Valor_m2	NS**	NS**		NS**	0.00000
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00001	0.00004		0.00003	-0.00001
	RAIZIngresos_diariosUPZ	0.00396	0.00642		0.01678	0.02264
X11	Industria	NS**	NS**		NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**		NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**		NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**		NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**		NS**	NS**
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**		NS**	NS**
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	NS**	NS**		NS**	-0.91623
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	NS**	NS**		NS**	NS**
	RAÍZ4Otras ActLOGÁreaMza	NS**	NS**		NS**	NS**
	Constant	NS**	NS**		NS**	-5.48889

Tabla 62. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 4 – año 2005

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 1 - 2010				
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	0.01387	0.04675	0.13309	0.25523	0.39706
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	-0.00004	NS**	NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**	0.00004	0.00011	0.00004
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	0.15964	0.31211	NS**	NS**
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X9	Valor_m2	NS**	0.00000	0.00000	NS**	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	0.00001	NS**	NS**	NS**
X11	Industria	1.38205	2.57705	2.77318	1.25638	NS**
X12	Comercio	1.39329	2.86690	4.48096	6.08163	-3.07260
X13	Servicios	1.38837	2.29996	3.10815	3.31204	-6.26474
X14	Otras ActEconómicas	1.39725	2.30685	3.80770	5.79344	0.15283
	Constant	NS**	0.71422	NS**	NS**	NS**

Tabla 63. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 1 – año 2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 2 - 2010				
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	-0.03138	-0.04199	-0.04162	0.00466	0.17751
	RAÍZEmpleadosMza	1.52717	2.35286	3.91468	4.84987	4.22302
	RAÍZ4EmpleadosMza	-1.73654	-2.46783	-4.65676	-5.92047	-6.29870
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X5	Área_Mza	-0.00001	-0.00001	0.00000	NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	0.08541	NS**	0.31414	NS**	NS**
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X9	Valor_m2	0.00000	0.00000	NS**	NS**	NS**
X10	Ingresos_diarosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAIZIngresos_diarosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X11	Industria	0.43435	0.24072	0.56142	0.49474	-7.26611
X12	Comercio	-1.80546	-1.71886	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	2.79037	2.81135	2.04625	1.32584	1.62746
X13	Servicios	-5.20248	-4.33907	-2.46558	-1.99376	-11.33352
	RAÍZ4Servicios	3.86432	3.65917	3.25312	2.89781	4.31717
X14	Otras ActEconómicas	1.00520	1.05913	1.90359	3.16676	-3.03931
	Constant	NS**	NS**	-1.59708	NS**	6.60687

Tabla 64. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 1 – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 3 - 2010				
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	0.03375	-0.04162	-0.03150	0.02245	0.18340
	RAÍZEmpleadosMza	0.99474	2.17824	3.58198	4.56735	3.53450
	RAÍZ4EmpleadosMza	-1.22488	-3.02453	-4.70521	-6.17997	-5.56700
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X5	Área_Mza	-0.00002	-0.00001	0.00000	NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	NS**	-1.04741	-1.56020	NS**	NS**
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X9	Valor_m2	NS**	0.00000	NS**	NS**	NS**
X10	Ingresos_diarosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAIZIngresos_diarosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X11	Industria	-8.35651	-6.09774	-4.01233	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	0.61966	1.81830	2.44128	-6.91019
	RAÍZ4Comercio	1.60965	1.26546	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	-1.66275	-1.45541	-0.94261	NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	2.03180	2.43725	2.37864	2.37643	3.35061
X14	Otras ActEconómicas	-5.35238	-4.57436	-3.26527	-3.45419	-12.71623
	LOGDistMzaEstacLOGC reaMza	NS**	0.34016	0.51855	NS**	NS**
	RAÍZ16IndustriaLOGC reaMza	1.13489	1.03611	0.81441	0.48744	0.46610
	RAC Z4OtrasActLOGC reaMza	1.11833	1.21616	1.18172	1.36509	1.64431
	Constant	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**

Tabla 65. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 1 – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 1 - 2010				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	1.33536	1.63727	2.26054	3.36717	5.28194
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	-0.00003	-0.00003	NS**	NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**	0.00004	0.00044	0.00186
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	0.19760	0.48146	0.86921	2.17394	5.27525
X8	PoblaciónUPZ	0.00000	-0.00001	-0.00001	-0.00002	NS**
X9	Valor_m2	NS**	NS**	0.00000	0.00000	0.00000
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X11	Industria	NS**	NS**	-0.63677	-2.53086	NS**
X12	Comercio	12.24543	0.29622	-2.65389	-4.94806	-8.01293
X13	Servicios	12.28470	0.91810	-1.19660	-2.76730	NS**
X14	OtrasActEconómicas	5.63212	-4.63745	-5.69714	-6.87263	-9.35427
	Constant	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**

Tabla 66. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 2 – año 210  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 2 - 2010				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	1.36819	1.67210	2.33179	3.57076	5.56538
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	0.00055	0.00120	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	-1.38538	-2.40586	-5.54010	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	-0.00003	-0.00004	-0.00005	NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**	0.00003	0.00068	0.00342
	LOGÁrea_Mza	NS**	NS**	NS**	-3.40850	-18.26332
X6	Área_UPZ	NS**	0.00000	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	0.32525	0.77144	1.64457	3.30817	6.89384
X8	PoblaciónUPZ	0.00000	-0.00001	-0.00001	-0.00002	NS**
X9	Valor_m2	NS**	NS**	0.00000	0.00000	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00003	0.00008	0.00020	0.00037	0.00065
	RAIZIngresos_diariosUPZ	-0.00875	-0.02247	-0.05092	-0.09291	-0.15986
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	-1.42355	-3.69888	NS**
X13	Servicios	13.96017	3.67218	6.23178	15.06325	42.64576
	RAÍZ4Servicios	-1.22897	-2.35388	-5.93925	-13.76957	-31.65125
X14	OtrasActEconómicas	6.08813	-4.24523	-4.62033	-5.44006	NS**
	Constant	-10.91907	1.75636	8.89190	28.34115	86.46782

Tabla 67. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 2 – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 3 - 2010						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	2.82914	1.80946	2.42730	3.60236	6.76115
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	0.00040	0.00096	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	4.01322	17.03170	33.40626	74.01150	128.61536
X4	Dist_Mza_Aerop	-0.00003	-0.00004	-0.00007	NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	-0.00003	0.00005	0.00070	0.00330
	LOGÁrea_Mza	3.88031	16.01995	32.45807	70.75069	114.89371
X6	Área_UPZ	NS**	0.00000	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	0.32030	0.76497	1.37315	2.62948	5.10281
X8	PoblaciónUPZ	NS**	0.00000	-0.00001	-0.00002	NS**
X9	Valor_m2	NS**	NS**	0.00000	0.00000	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00003	0.00008	0.00019	0.00036	0.00068
	RAIZIngresos_diariosUPZ	-0.00872	-0.02244	-0.04759	-0.08638	-0.15922
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	-1.02981	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	13.79095	3.81915	5.83617	12.39416	32.26021
	RAÍZ4Servicios	-1.14294	-2.31406	-5.64352	-11.94483	-26.43446
X14	OtrasActEconómicas	6.98048	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGDistMzaEstacLOGC reaMza	-1.29306	-5.00749	-10.09412	-22.71340	-40.64498
	RAÍZ16IndustriaLOGC reaMza	NS**	NS**	NS**	-0.86673	-2.41788
	RAC Z4OtrasActLOGC reaMza	-0.14660	-0.50769	-1.05885	-1.72949	-2.93392
	Constant	-25.14871	-55.32814	-106.48926	-229.95193	-363.53040

Tabla 68. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 2 – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 1 - 2010						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	-1.13660	-1.30235	NS**	NS**	NS**
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	0.04142	0.05268	0.06396	0.04101	-0.02528
X5	Área_Mza	-0.00137	-0.00114	-0.00278	-0.00220	-0.00282
X6	Área_UPZ	0.00008	0.00014	0.00023	0.00031	0.00039
X7	EstacionesUPZ	-108.66513	-155.07832	-240.87822	-377.12201	-618.71001
X8	PoblaciónUPZ	0.00144	0.00097	-0.00085	-0.00419	-0.01082
X9	Valor_m2	0.00006	0.00008	0.00013	0.00002	-0.00017
X10	Ingresos_diariosUPZ	-0.00443	-0.00376	-0.00261	NS**	0.00495
X11	Industria	-130.06014	-194.06969	-177.44153	-209.81212	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	-80.25524	-111.89647	-184.07986	-232.13992	-218.67561
X14	OtrasActEconómicas	NS**	-53.44961	NS**	NS**	NS**
	Constant	-227.00306	-136.79904	NS**	1,354.20000	3,853.49700

Tabla 69. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 3 – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 2 - 2010						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZEmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4EmpleadosMza	-47.31622	-59.65942	-51.04213	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	0.03385	0.04104	0.05670	0.03082	-0.02387
X5	Área_Mza	0.00158	0.00150	0.00105	NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	-181.82250	-189.48524	-189.84514	-93.27325	-170.59917
X6	Área_UPZ	0.00007	0.00012	0.00019	0.00022	0.00028
X7	EstacionesUPZ	-29.10419	-60.06967	-107.94381	-207.35639	-472.42185
X8	PoblaciónUPZ	0.00144	0.00086	NS**	-0.00182	-0.00828
X9	Valor_m2	0.00006	0.00007	0.00014	0.00007	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.01155	0.01656	0.02116	0.02879	0.03494
	RAIZIngresos_diariosUPZ	-4.45259	-6.24436	-8.14786	-10.83459	-10.42127
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	-176.92171	-291.35637
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	OtrasActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	610.48029	837.06051	1,047.25000	2,024.75900	4,589.83800

Tabla 70. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 3 – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 3 - 2010				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZEmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4EmpleadosMza	-42.35897	-61.99837	-48.68157	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	0.03413	0.04107	0.05675	0.03074	-0.02442
X5	Área_Mza	0.00156	0.00152	0.00114	NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	-177.11021	-192.83408	-186.81915	-92.25019	-185.12931
X6	Área_UPZ	0.00007	0.00012	0.00019	0.00022	0.00029
X7	EstacionesUPZ	-28.85021	-60.81450	-107.65056	-207.58241	-468.90253
X8	PoblaciónUPZ	0.00147	0.00084	NS**	-0.00182	-0.00826
X9	Valor_m2	0.00006	0.00007	0.00014	0.00007	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.01146	0.01647	0.02117	0.02883	0.03507
	RAÍZIngresos_diariosUPZ	-4.42918	-6.21233	-8.15290	-10.84206	-10.51868
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	146.96486	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	OtrasActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ6IndustrialLOGC reaMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAC Z4OtrasActLOGC reaMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	587.11726	847.18523	1,032.57800	2,026.94300	4,641.76000

Tabla 71. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 3 – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 1 - 2010				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**	NS**	0.00174	0.00063
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	0.00013
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	-0.00014	-0.00026	-0.00015
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	-0.00002	-0.00007	-0.00012
X5	Área_Mza	NS**	NS**	0.00000	0.00000	0.00000
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	0.00000	0.00000	0.00000
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	0.00000	-0.00001	-0.00002
X9	Valor_m2	NS**	NS**	0.00000	0.00000	0.00000
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	NS**	0.00006	0.00008	0.00008
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	0.27036	0.16071
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.04937
X14	OtrasActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	NS**	0.86898	2.40848	3.95565

Tabla 72. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 4 – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 2 - 2010						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**	0.00064	NS**	0.00126
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**	0.00060	NS**	-0.00070
	RAÍZEmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	0.05664
	RAÍZ4EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.10514
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	0.00012	0.00019
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	NS**	-0.18282	-0.76796	-1.52162
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.00001
X5	Área_Mza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	0.00000	0.00000
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	NS**	0.00000	0.00000
X9	Valor_m2	NS**	NS**	NS**	NS**	0.00000
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	-0.00003	-0.00003	-0.00004	-0.00004
	RAIZIngresos_diariosUPZ	NS**	0.01648	0.02111	0.02873	0.02934
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	0.06800
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	0.10800
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	0.04467
	Constant	NS**	NS**	0.51952	2.26995	4.80152

Tabla 73. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 4 – año 2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 3 - 2010						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**	0.00083	NS**	0.00120
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**	0.00012	-0.00025	-0.00053
	RAÍZEmpleadosMza	NS**	0.01008	0.02174	0.01796	0.03991
	RAÍZ4EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.07060
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	0.00001	0.00005	0.00013	0.00019
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	0.85311	1.12065	1.38061	1.13659
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.00001
X5	Área_Mza	NS**	0.00000	NS**	NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	NS**	0.94904	1.34188	2.08586	2.44537
X6	Área_UPZ	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
X8	PoblaciónUPZ	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
X9	Valor_m2	NS**	NS**	NS**	0.00000	0.00000
X10	Ingresos_diariosUPZ	-0.00004	-0.00003	-0.00002	-0.00004	-0.00004
	RAIZIngresos_diariosUPZ	0.01392	0.01484	0.02002	0.02764	0.02960
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGDistMzaEstacLOGC reaMza	NS**	-0.27210	-0.39736	-0.61408	-0.72264
	RAÍZ16IndustriaLOGC reaMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAC Z4Otras ActLOGC reaMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	-3.12330	-3.89090	-4.96830	-4.10460

Tabla 74. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 4 – año 2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 1 - 2015						
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	0.00006	0.00066	0.00491	0.02765	0.08283
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	-0.00044	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	0.00005	0.00016	0.00029
X5	Área_Mza	0.00000	0.00012	0.00045	0.00102	0.00186
X6	Área_UPZ	NS**	0.00000	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	0.26529	1.16630	2.05748	2.14284
X8	PoblaciónUPZ	NS**	0.00000	-0.00001	-0.00001	-0.00001
X9	Valor_m2	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	0.00000	NS**	NS**	0.00005
X11	Industria	1.05891	2.62420	3.11207	2.94667	2.21814
X12	Comercio	1.05690	2.89075	4.18800	4.44194	4.49423
X13	Servicios	1.06056	3.34743	4.96502	7.10261	10.81585
X14	OtrasActEconómicas	NS**	1.22752	2.23977	2.62368	3.22479
	Constant	NS**	-1.16542	-4.37839	-9.84072	-15.02825

Tabla 75. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 1 – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 2 - 2015						
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	-0.00506	-0.00796	-0.00895	-0.00659	-0.01144
	RAÍZEmpleadosMza	0.62862	1.16100	2.35155	4.87240	8.45111
	RAÍZ4EmpleadosMza	-0.73906	-0.95170	-1.95441	-4.96049	-9.08937
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**	0.00009	0.00061	0.00103
	LOGÁrea_Mza	NS**	NS**	NS**	-3.17102	-5.43912
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	NS**	0.19076	0.33706	0.35347
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X9	Valor_m2	NS**	NS**	0.00000	0.00000	0.00000
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	NS**	0.00003	0.00005	0.00007
	RAÍZIngresos_diariosUPZ	NS**	NS**	-0.00720	-0.01249	-0.01451
X11	Industria	NS**	NS**	1.02425	1.66618	2.70845
X12	Comercio	-8.55364	-9.68234	-12.89262	-14.71600	-14.06007
	RAÍZ4Comercio	7.83091	9.94630	13.65370	15.83266	16.01135
X13	Servicios	-3.12348	-4.87818	-5.19379	-2.46669	NS**
	RAÍZ4Servicios	4.12348	5.88141	6.83621	5.33798	4.49569
X14	OtrasActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	2.42863
	Constant	NS**	NS**	NS**	9.62543	15.12390

Tabla 76. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 1 – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 3 - 2015						
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	-0.00403	-0.00578	-0.00631	-0.00572	-0.01062
	RAÍZEmpleadosMza	0.49789	0.90518	1.85737	4.23932	7.86973
	RAÍZ4EmpleadosMza	-0.58509	-0.87162	-1.85214	-4.91590	-9.27750
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	NS**	4.35792	10.13966	12.28844
X4	Dist_Mza_Aerop	0.00000	NS**	NS**	NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**	0.00004	0.00032	0.00080
	LOGÁrea_Mza	NS**	NS**	3.94289	7.76256	NS**
X6	Área_UPZ	0.00000	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	NS**	NS**	0.19728	NS**
X8	PoblaciónUPZ	0.00000	NS**	NS**	NS**	NS**
X9	Valor_m2	NS**	NS**	NS**	0.00000	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	NS**	0.00002	0.00004	0.00006
	RAÍZIngresos_diariosUPZ	NS**	NS**	-0.00463	-0.00997	NS**
X11	Industria	-2.75633	-4.39169	-6.68330	-7.31908	-6.24274
X12	Comercio	-3.70326	-5.55582	-8.76799	-9.33550	-7.24327
	RAÍZ4Comercio	4.42373	6.51280	9.78967	11.29367	10.38779
X13	Servicios	NS**	NS**	4.74538	8.74163	9.56126
	RAÍZ4Servicios	1.25788	0.59445	-2.81441	-5.66670	-5.18335
X14	OtrasActEconómicas	-22.11203	-24.44602	-16.61891	-15.38286	-14.76661
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	NS**	0.00000	-1.29565	-3.08281	-3.66489
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	0.93976	1.43156	2.19763	2.67609	2.71361
	RACZ4OtrasActLOGÁreaMza	3.12356	3.77688	3.72698	4.36964	4.63539
	Constant	NS**	NS**	-13.72743	-26.60789	NS**

Tabla 77. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 1 – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 1 - 2015						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	0.51560	0.85441	1.60224	3.51125	9.61368
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X9	Valor_m2	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X11	Industria	-2.06240	-2.50575	-2.80671	-3.51125	NS**
X12	Comercio	-2.37245	-2.67816	-3.20448	-3.51125	NS**
X13	Servicios	-2.98910	-3.41762	-3.61343	-3.51125	NS**
X14	OtrasActEconómicas	-2.57800	-2.56322	-1.60224	0.00000	0.00000
	Constant	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**

Tabla 78. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 2 – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 2 - 2015				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	0.56348	0.93456	1.74392	3.86408	10.18046
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X9	Valor_m2	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X10	Ingresos_diarosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAIZIngresos_diarosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X11	Industria	-1.81740	-1.86911	-1.74392	-3.72817	NS**
X12	Comercio	1.42922	3.37241	6.92090	10.22799	NS**
	RAÍZ4Comercio	-3.11966	-5.24153	-8.66482	-14.09207	-33.95706
X13	Servicios	NS**	NS**	4.09457	8.05515	NS**
	RAÍZ4Servicios	-2.29319	-3.29154	-6.58242	-11.91924	NS**
X14	OtrasActEconómicas	-2.25392	-1.86911	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**

Tabla 79. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 2 – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 3 - 2015				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	0.59178	0.96756	1.80063	3.93986	10.43946
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	LOGÁrea_Mza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X9	Valor_m2	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X10	Ingresos_diarosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAIZIngresos_diarosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	0.94530	2.30378	5.44750	8.07085	NS**
	RAÍZ4Comercio	-2.72065	-4.23891	-7.24813	-12.01020	NS**
X13	Servicios	-1.43665	-1.75685	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Servicios	-0.93048	-1.14583	-3.55099	-8.02770	NS**
X14	OtrasActEconómicas	NS**	1.23673	2.75103	NS**	NS**
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	-0.40967	-0.59826	-0.94387	-1.64443	NS**
	RACZ4OtrasActLOGÁreaMza	-0.35460	-0.63980	-0.78816	NS**	NS**
	Constant	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**

Tabla 80. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 2 – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 1 - 2015						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X2	EmpleadosMza	NS**	0.00294	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	0.02381	0.03495	0.04946	0.07123	0.08675
X5	Área_Mza	NS**	-0.00061	NS**	NS**	NS**
X6	Área_UPZ	0.00007	0.00012	0.00019	0.00027	0.00020
X7	EstacionesUPZ	-94.35575	-156.22036	-202.77689	-260.75187	-327.78849
X8	PoblaciónUPZ	0.00048	0.00023	-0.00031	-0.00126	-0.00158
X9	Valor_m2	0.00002	0.00004	0.00002	NS**	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	-0.00072	0.00043	0.00070	0.00145	0.00341
X11	Industria	-84.23751	-114.90171	-128.90785	-171.41580	-232.82070
X12	Comercio	-118.70524	-179.90840	-230.63053	-284.22305	-328.64411
X13	Servicios	-128.62126	-214.31390	-307.62749	-359.51273	-420.52227
X14	OtrasActEconómicas	-103.53805	-194.28135	-269.22765	-335.16746	-367.30125
	Constant	51.75229	123.01157	323.63868	534.72682	1,343.59400

Tabla 81. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 3 – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 2 - 2015						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZEmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	0.01541	0.02514	0.04173	0.06379	0.08486
X5	Área_Mza	0.00129	0.00140	0.00134	0.00130	0.00249
	LOGÁrea_Mza	-138.45722	-140.44563	-127.95138	-108.75105	-139.22329
X6	Área_UPZ	0.00007	0.00011	0.00018	0.00022	0.00019
X7	EstacionesUPZ	-70.20100	-111.67899	-147.90689	-197.49378	-298.82976
X8	PoblaciónUPZ	0.00033	NS**	-0.00035	-0.00060	-0.00138
X9	Valor_m2	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00540	0.00843	0.01019	0.01038	0.00488
	RAÍZIngresos_diariosUPZ	-2.01291	-2.96773	-3.78169	-3.78774	-0.91756
X11	Industria	-42.58400	-35.24707	-67.52161	-105.79529	-151.64130
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	-75.44858	-107.86286	-224.04687	-312.55866
X13	Servicios	NS**	-134.58516	-250.78296	-392.10137	-388.58770
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	104.21092	NS**
X14	OtrasActEconómicas	-67.94151	-120.26262	-205.65963	-278.63312	-315.92474
	Constant	757.58529	901.99747	1,044.21200	1,207.64500	1,852.57600

Tabla 82. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 3 – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 3 - 2015				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZEmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	0.01546	0.02515	0.04172	0.06434	0.08429
X5	Área_Mza	0.00128	0.00140	0.00132	0.00126	0.00285
	LOGÁrea_Mza	-142.19057	-140.19633	-115.94758	-75.01253	-119.50452
X6	Área_UPZ	0.00007	0.00011	0.00018	0.00022	0.00019
X7	EstacionesUPZ	-69.81793	-111.71462	-147.87441	-198.05611	-301.61948
X8	PoblaciónUPZ	0.00033	NS**	-0.00036	-0.00058	-0.00143
X9	Valor_m2	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00538	0.00844	0.01015	0.01025	0.00517
	RAÍZIngresos_diariosUPZ	-2.00824	-2.96844	-3.77112	-3.74184	-0.93502
X11	Industria	-67.63001	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	-74.59467	-90.56313	-137.35154	-282.59965
X13	Servicios	NS**	-134.39254	-282.91073	-456.27394	-503.94630
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	158.83219	NS**
X14	OtrasActEconómicas	NS**	-120.14194	-181.62815	-151.72436	NS**
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	NS**	NS**	NS**	-27.56739	NS**
	RACZ4Otras ActLOGÁreaMza	NS**	NS**	NS**	-23.70399	NS**
	Constant	769.95636	900.95573	997.69910	1,071.80000	1,793.84400

Tabla 83. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 3 – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 1 - 2015				
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	0.00672	0.00119	0.00072	0.00213
X2	EmpleadosMza	NS**	0.00001	NS**	NS**	NS**
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	-0.00003	-0.00034	-0.00048	-0.00053
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	0.00000	0.00000	-0.00002	-0.00006
X5	Área_Mza	NS**	0.00000	NS**	NS**	NS**
X6	Área_UPZ	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
X8	PoblaciónUPZ	NS**	0.00000	-0.00001	-0.00001	-0.00001
X9	Valor_m2	NS**	NS**	0.00000	0.00000	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.00001	0.00002	0.00004	0.00004	0.00003
X11	Industria	NS**	NS**	0.06225	0.19252	0.13428
X12	Comercio	NS**	NS**	0.11219	0.21585	0.23865
X13	Servicios	NS**	NS**	0.05507	0.05072	NS**
X14	OtrasActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	NS**	0.80000	1.67033	3.73327

Tabla 84. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 1 - Hipótesis 4 – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 2 - 2015						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	0.00415	0.00325	0.00311	0.00239
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZEmpleadosMza	NS**	0.00442	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	0.04896	0.10174
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	0.00003	0.00018	0.00012	0.00020
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	-0.32903	-1.34114	-1.72958	-2.63244
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	0.00001	0.00001	0.00004	0.00003
X5	Área_Mza	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	NS**
	LOGÁrea_Mza	NS**	0.06991	0.15167	0.21791	0.23919
X6	Área_UPZ	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
X8	PoblaciónUPZ	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
X9	Valor_m2	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
X10	Ingresos_diariosUPZ	-0.00003	-0.00002	-0.00001	0.00000	NS**
	RAIZIngresos_diariosUPZ	0.01086	0.01166	0.01242	0.01441	0.01402
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	-0.23049	-0.43131
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	0.15116	0.26778
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	0.35451	2.90109	3.62092	6.64597

Tabla 85. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 2 - Hipótesis 4 – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 3 - 2015						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	NS**	0.00376	0.00269	0.00215	0.00139
X2	EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZEmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4EmpleadosMza	NS**	NS**	NS**	0.04047	0.09085
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	0.00002	0.00013	0.00008	0.00016
	LOGDist_Mza_Estac	NS**	1.44462	1.89303	1.39527	1.39066
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	0.00001	0.00001	0.00003	0.00004
X5	Área_Mza	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	LOGÁrea_Mza	NS**	1.69898	2.91775	2.88892	3.69045
X6	Área_UPZ	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
X8	PoblaciónUPZ	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
X9	Valor_m2	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	-0.00002	-0.00001	0.00000	0.00000
	RAIZIngresos_diariosUPZ	0.01086	0.01167	0.01224	0.01471	0.01539
X11	Industria	0.00000	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RAÍZ4Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	-0.16775	-0.28741
	RAÍZ4Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	Otras ActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.26006
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	NS**	-0.50232	-0.86057	-0.83040	-1.08343
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	RACZ4Otras ActLOGÁreaMza	NS**	NS**	NS**	NS**	0.05396
	Constant	NS**	-5.40028	-7.40181	-6.29097	-6.35184

Tabla 86. Valores de los coeficientes de determinación Modelo 3 - Hipótesis 4 – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

### **5.2.3. Evolución del aporte marginal de las variables exógenas**

En el presente apartado y mediante las Tablas desde la No. 87 hasta la No. 122 se presenta la evolución porcentual en los coeficientes de regresión de todas las variables para a las 4 hipótesis propuestas y para los 3 modelos de análisis, para los períodos comprendidos entre el 2005 y el 2010, entre el 2010 y el 2015 y entre el 2005 y el 2015, logrando de esta forma identificar la razón de crecimiento entre cada período y entre el inicio y el final del período analizado.

Esta evolución porcentual corresponde a las variaciones de cada coeficiente en el tiempo y su análisis cobra importancia en la medida en que también se analiza la importancia del aporte marginal de cada coeficiente por variable en el modelo y como este aporte evoluciona en los 3 rangos temporales propuestos. Por esta razón en el presente apartado se presentan los resultados de manera informativa en las tablas enunciadas, pero su análisis formará parte del análisis detallado por variable y por grupo de variable como aspecto explicativo del comportamiento de las hipótesis, lo cual se presenta en las secciones siguientes.

Por esta razón el presente apartado se conforma principalmente de estas tablas y su contenido, haciéndose necesaria su lectura y análisis en los segmentos posteriores. Es así que se consideró importante mostrar la variación porcentual entre períodos sin tener en cuenta que cada variable puede ser o no ser significativa en algunos cuantiles, dado que el objetivo es mostrar la dinámica posible de cada aporte en el experimento.

Como estrategia metodológica y a fin de resaltar las variaciones sobresalientes, se presentan las variaciones positivas que superan el 100% en color verde y las variaciones negativas que superan el 100% en color rojo. Se resalta nuevamente que esta información mide las variaciones porcentuales de cada coeficiente en los períodos señalados.

<b>Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>						
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	-18.2	-6.8	-6.2	-2.1	4.3
X3	Dist_Mza_Estac	100.0	0.0	0.0	-130.0	-104.3
X4	Dist_Mza_Aerop	0.0	-33.3	100.0	-160.0	-88.9
X5	Área_Mza	0.0	0.0	100.0	450.0	300.0
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-75.2	-51.7	16.7	-281.6	-76.9
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	-100.0	-100.0	-100.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diarosUPZ	-100.0	-50.0	-100.0	-66.7	-100.0
X11	Industria	-39,362.8	-1,131.3	-12,188.8	-452.4	4,207.7
X12	Comercio	7,820.9	1,625.3	1,252.6	2,103.7	-1,491.5
X13	Servicios	68,973.1	-2,531.2	43,676.8	3,575.1	-3,849.5
X14	OtrasActEconómicas	193,962.5	2,482.4	1,479.2	3,174.8	-37.6
	Constant	-61.2	-76.2	-86.4	-78.8	271.0

Tabla 87. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 1 – años 2005-2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2010 al 2015</b>						
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	-99.6	-98.6	-96.3	-89.2	-79.1
X3	Dist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-1,300.0	1,366.7	5,000.0
X4	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-75.0	-350.0	-633.3	2,800.0
X5	Área_Mza	0.0	1,100.0	1,025.0	827.3	4,550.0
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-89.1	66.2	273.7	1,648.2	-3,862.7
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
X10	Ingresos_diarosUPZ	0.0	-100.0	0.0	-100.0	100.0
X11	Industria	-23.4	1.8	12.2	134.5	-125.2
X12	Comercio	-24.1	0.8	-6.5	-27.0	-246.3
X13	Servicios	-23.6	45.5	59.7	114.4	-272.6
X14	OtrasActEconómicas	-96.6	-46.8	-41.2	-54.7	2,010.1
	Constant	-132.0	-263.2	-986.4	-1,424.0	-253.6

Tabla 88. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 1 – años 2010-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 1 - y: Empresas Mza - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2005 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X2	EmpleadosMza	-99.6	-98.7	-96.5	-89.4	-78.2
X3	Dist_Mza_Estac	0.0	-100.0	-1,300.0	-540.0	-321.7
X4	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-83.3	-600.0	220.0	222.2
X5	Área_Mza	0.0	1,100.0	2,150.0	5,000.0	18,500.0
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-97.3	-19.7	336.2	-3,274.1	-970.6
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	-200.0	-200.0	-150.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
X10	Ingresos_diarosUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	66.7
X11	Industria	-30,182.7	-1,150.2	-13,666.1	-926.4	-1,185.0
X12	Comercio	5,908.5	1,639.6	1,164.1	1,509.6	1,935.2
X13	Servicios	52,664.2	-3,638.5	69,829.9	7,781.3	6,373.5
X14	OtrasActEconómicas	6,554.2	1,274.1	828.9	1,383.1	1,217.4
	Constant	-112.4	-138.8	-220.7	-381.1	-669.8

Tabla 89. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 1 – años 2005-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 1 - y: Empresas Mza - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X2	EmpleadosMza	-7.1	0.6	32.8	-78.3	-2.5
	RAÍZEmpleadosMza	2.2	-4.0	11.3	19.8	41.5
	RAÍZ4EmpleadosMza	157.5	50.5	57.5	59.1	172.2
X3	Dist_Mza_Estac	-90.0	-89.5	-85.7	-130.0	-125.0
	LOGDist_Mza_Estac	-89.8	-87.2	-77.1	-87.4	53.9
X4	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-100.0	-80.0	-60.0	-40.0
X5	Área_Mza	-75.0	-66.7	-100.0	-300.0	0.0
	LOGÁrea_Mza	-76.3	-49.9	-26.8	154.5	226.2
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-149.7	-114.6	-102.0	-98.7	-76.3
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diarosUPZ	100.0	-200.0	-150.0	-200.0	-114.3
	RAIZIngresos_diarosUPZ	-152.5	-125.1	-123.7	-155.4	-109.5
X11	Industria	-2,738.8	1,146.6	-860.5	-581.3	-117,484.7
X12	Comercio	-5,523.4	-3,829.4	844.5	-885.9	-155,565.6
	RAÍZ4Comercio	-20,800.1	-190,056.1	4,356.1	1,480.6	5,064.9
X13	Servicios	19,283.3	38,401.1	-9,310.2	-8,435.1	-8,847.7
	RAÍZ4Servicios	26,116.6	-481,569.7	-5,059.8	-6,142.1	-9,204.1
	OtrasActEconómicas	16,405.7	-9,989.2	2,347.1	2,418.3	-7,317.5
	Constant	-87.2	-75.8	-59.0	-29.1	-540.9

Tabla 90. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 1 – años 2005-2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2010 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X2	EmpleadosMza	-83.9	-81.0	-78.5	-241.4	-106.4
	RAÍZEmpleadosMza	-58.8	-50.7	-39.9	0.5	100.1
	RAÍZ4EmpleadosMza	-57.4	-61.4	-58.0	-16.2	44.3
X3	Dist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-100.0	366.7	-400.0
	LOGDist_Mza_Estac	-100.0	-103.3	-160.6	-839.1	-183.2
X4	Dist_Mza_Aerop	0.0	0.0	0.0	-50.0	-66.7
X5	Área_Mza	-100.0	-100.0	100.0	2,950.0	100.0
	LOGÁrea_Mza	-100.0	-110.8	-216.8	-652.2	-827.8
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-100.0	-78.3	3,300.4	-7,674.4	-608.8
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diarosUPZ	-100.0	-100.0	200.0	25.0	600.0
	RAIZIngresos_diarosUPZ	-100.0	-85.4	213.0	72.8	753.5
X11	Industria	130.2	311.4	82.4	236.8	-137.3
X12	Comercio	373.8	463.3	4,162.9	-6,358.4	71.0
	RAÍZ4Comercio	180.6	253.8	567.3	1,094.2	883.8
X13	Servicios	-40.0	12.4	110.7	23.7	-95.5
	RAÍZ4Servicios	6.7	60.7	110.1	84.2	4.1
X14	OtrasActEconómicas	-110.0	-100.4	-97.2	-65.5	-179.9
	Constant	-100.0	-106.5	-155.2	-625.0	128.9

Tabla 91. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 1 – años 2010-2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2005 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X2	EmpleadosMza	-85.0	-80.9	-71.4	-130.7	-106.3
	RAÍZEmpleadosMza	-57.9	-52.6	-33.1	20.3	183.2
	RAÍZ4EmpleadosMza	9.6	-42.0	-33.9	33.3	292.7
X3	Dist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-100.0	-240.0	-25.0
	LOGDist_Mza_Estac	-100.0	-100.4	-113.9	-192.8	-228.1
X4	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-100.0	-80.0	-80.0	-80.0
X5	Área_Mza	-100.0	-100.0	-550.0	-6,200.0	100.0
	LOGÁrea_Mza	-100.0	-105.4	-185.5	-1,505.3	-2,473.8
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-100.0	-103.2	-169.2	-199.0	-220.4
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diarosUPZ	0.0	-100.0	-250.0	-225.0	-200.0
	RAIZIngresos_diarosUPZ	-100.0	-103.7	-174.1	-195.6	-180.7
X11	Industria	-6,175.3	5,028.5	-1,487.5	-1,721.0	43,655.3
X12	Comercio	-25,794.3	-21,107.5	40,164.3	49,084.5	-265,885.8
	RAÍZ4Comercio	-58,192.8	-672,147.3	29,633.7	18,775.4	50,713.6
X13	Servicios	11,537.4	43,184.6	-19,501.5	-10,412.2	-494.9
	RAÍZ4Servicios	27,874.8	-773,969.7	-10,522.6	-11,230.1	-9,580.6
X14	OtrasActEconómicas	-1,758.1	-63.7	-32.6	769.4	5,667.3
	Constant	-100.0	-101.6	-122.7	-472.3	-1,109.2

Tabla 92. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 1 – años 2005-2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>						
		q10	q25	q50	q75	q90
X2	EmpleadosMza	-52.6	-12.8	19.0	-50.1	4.6
	RAÍZEmpleadosMza	-33.4	-11.4	1.2	13.2	18.6
	RAÍZ4EmpleadosMza	82.9	83.1	57.4	67.1	136.3
X3	Dist_Mza_Estac	-80.0	-94.1	-115.4	-216.7	-33.3
	LOGDist_Mza_Estac	-248.5	-16.5	-21.9	15.5	-73.6
X4	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-100.0	-80.0	-60.0	-20.0
X5	Área_Mza	-50.0	-66.7	-100.0	-300.0	0.0
	LOGÁrea_Mza	-298.9	-28.0	-32.2	1.1	-89.2
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-135.4	-108.2	-101.3	-94.3	-77.5
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.0	-100.0	-150.0	-200.0	-114.3
	RAIZIngresos_diariosUPZ	-141.2	-113.6	-124.4	-162.5	-106.3
X11	Industria	-15,299.2	-5,101.8	-258,960.0	1,442.2	-7,267.7
X12	Comercio	-2,433.4	-4,609.9	-4,494.2	-2,530.8	33,823.4
	RAÍZ4Comercio	41,818.0	2,188.8	463.4	-242.1	374.5
X13	Servicios	2,454.9	5,146.6	-22,978.9	125,934.1	-8,670.2
	RAÍZ4Servicios	4,526.1	24,103.1	-4,879.3	-10,360.9	-15,972.1
X14	OtrasActEconómicas	-10,076.5	20,806.6	7,076.4	-2,367.1	-15,437.4
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	-58,195.5	-41.9	-38.9	-1.2	-77.2
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	-10,426.6	-6,612.3	-5,775.3	-6,333.2	-2,481.7
	RACZ4OtrasActLOGÁreaMza	-13,992.3	-1,105,700.0	5,704.1	-13,696.5	-52,135.1
	Constant	-167.6	33.2	-7.1	26.5	51.9

Tabla 93. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 1 – años 2005-2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2010 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X2	EmpleadosMza	-74.8	-84.1	-83.2	-151.0	-105.5
	RAÍZEmpleadosMza	-49.9	-58.4	-48.1	-7.2	122.7
	RAÍZ4EmpleadosMza	-52.2	-71.2	-60.6	-20.5	66.7
X3	Dist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-50.0	85.7	125.0
	LOGDist_Mza_Estac	-100.8	-100.0	-337.9	-434.1	-1,791.3
X4	Dist_Mza_Aerop	0.0	0.0	0.0	-50.0	-100.0
X5	Área_Mza	-100.0	-100.0	100.0	1,500.0	100.0
	LOGÁrea_Mza	-100.9	-100.0	-352.7	-416.5	-2,887.3
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-99.9	-100.0	3,361.0	-1,149.4	-318.4
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.0	0.0	100.0	0.0	500.0
	RAIZIngresos_diariosUPZ	-100.0	-100.0	99.6	21.0	766.4
X11	Industria	-67.0	-28.0	66.6	563.0	-33.0
X12	Comercio	717.2	-996.6	-582.2	-482.4	4.8
	RAÍZ4Comercio	174.8	414.7	2,693.5	-5,972.9	2,944.5
X13	Servicios	-84.5	-127.9	-603.4	-1,676.3	-192.3
	RAÍZ4Servicios	-38.1	-75.6	-218.3	-338.5	-254.7
X14	OtrasActEconómicas	313.1	434.4	409.0	345.3	16.1
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	-100.7	-100.0	-349.9	-468.6	-2,127.6
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	-17.2	38.2	169.8	449.0	482.2
	RACZ4OtrasActLOGÁreaMza	179.3	210.6	215.4	220.1	181.9
	Constant	-101.1	-100.0	-354.5	-390.9	-324.8

Tabla 94. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 1 – años 2010-2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2005 al 2015</b>						
		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X2	RAÍZ4EmpleadosMza	-88.1	-86.1	-80.0	-125.5	-105.8
	Dist_Mza_Estac	-66.7	-63.2	-47.5	5.1	164.0
	LOGDist_Mza_Estac	-12.7	-47.2	-38.0	32.9	293.8
X3	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-100.0	-107.7	-316.7	50.0
	Área_Mza	-98.8	-100.0	-285.8	-485.8	-546.6
X4	LOGÁrea_Mza	-100.0	-100.0	-80.0	-80.0	-100.0
X5	Área_UPZ	-100.0	-100.0	-300.0	-3,300.0	100.0
	EstacionesUPZ	-98.2	-100.0	-271.5	-420.0	-400.8
X6	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	Valor_m2	-100.0	-100.0	-145.1	-160.1	-149.2
X8	Ingresos_diariosUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	RAIZIngresos_diariosUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Industria	0.0	-100.0	-200.0	-200.0	-185.7
	Comercio	-100.0	-100.0	-148.6	-175.6	-154.6
X11	RAÍZ4Comercio	-5,113.3	-3,702.4	-431,280.6	10,125.0	-4,901.7
X12	Servicios	-19,169.3	40,335.4	21,089.0	9,195.5	35,458.5
	RAÍZ4Servicios	115,101.3	11,679.3	15,639.0	8,242.8	14,345.5
X13	OtrasActEconómicas	296.3	-1,562.0	115,079.1	-1,986,834.1	7,813.6
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	2,764.0	5,803.2	5,554.8	24,367.6	24,454.0
X14	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	-41,315.3	111,627.7	36,425.1	-10,196.4	-17,910.4
	RACZ4OtrasActLOGÁreaMza	281.8	-100.0	-252.6	-464.1	-562.0
	RAÍZ16IndustriaLOGCreaMza	-8,651.0	-9,097.9	-15,414.5	-34,321.1	-13,966.2
	RACZ4OtrasActLOGCreaMza	-38,902.0	-3,433,627.3	18,205.4	-43,622.3	-146,789.6
	Constant	-99.3	-100.0	-336.3	-468.0	-441.5

Tabla 95. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 1 – años 2005-2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>						
		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	-25.0	-22.4	-15.1	-7.6	4.1
X3	Dist_Mza_Estac	-80.8	-69.0	-116.7	-125.0	-67.7
X4	Dist_Mza_Aerop	-72.7	-76.9	-92.9	-154.5	500.0
X5	Área_Mza	-100.0	-120.0	-85.2	-58.9	-42.4
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-45.5	-14.1	-17.5	35.7	472.1
X8	PoblaciónUPZ	-100.0	-50.0	-50.0	-33.3	-25.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-100.0	0.0	-50.0	-105.9	-109.7
X11	Industria	9,491.4	648.5	-187.1	-251.5	-267.1
X12	Comercio	-28,406.6	-369.8	-3,083.2	-975.5	-1,474.3
X13	Servicios	-13,934.1	-868.4	-1,745.9	-617.3	-652.6
X14	OtrasActEconómicas	7,250.7	1,863.9	8,532.0	-876.3	-1,707.3
	Constant	3,635.5	922.3	-121.2	-66.2	-43.0

Tabla 96. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 2 – años 2005-2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2010 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	-61.4	-47.8	-29.1	4.3	82.0
X3	Dist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X4	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X5	Área_Mza	0.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X8	PoblaciónUPZ	0.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	0.0	0.0	-100.0	-100.0	-100.0
X11	Industria	-115.9	-246.8	340.8	38.7	50.4
X12	Comercio	-119.4	-1,004.1	20.7	-29.0	20.0
X13	Servicios	-124.3	-472.2	202.0	26.9	103.6
X14	OtrasActEconómicas	-145.8	-44.7	-71.9	-100.0	-100.0
	Constant	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0

Tabla 97. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 2 – años 2010-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2005 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	-71.0	-59.5	-39.8	-3.6	89.6
X3	Dist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X4	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X5	Área_Mza	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X8	PoblaciónUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-100.0	0.0	-100.0	-100.0	-100.0
X11	Industria	-1,627.1	-1,199.0	-483.9	-310.2	-351.3
X12	Comercio	5,384.2	2,339.6	-3,702.2	-721.3	-1,748.9
X13	Servicios	3,266.1	2,760.4	-5,070.3	-756.4	-1,225.3
X14	OtrasActEconómicas	-3,464.7	985.5	2,327.6	-100.0	-100.0
	Constant	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0

Tabla 98. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 2 – años 2005-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	-23.2	-20.9	-13.0	-2.2	10.6
X3	Dist_Mza_Estac	16.7	-31.3	-55.6	-45.5	54.5
	LOGDist_Mza_Estac	-52.8	-37.9	-56.2	-39.7	32.3
X4	Dist_Mza_Aerop	-72.7	-71.4	-68.8	-64.3	-53.8
X5	Área_Mza	-100.0	-175.0	-93.5	-63.6	-52.2
	LOGÁrea_Mza	-148.7	478.5	-95.1	-72.4	-56.9
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-10.2	28.7	28.4	61.1	170.4
X8	PoblaciónUPZ	-100.0	0.0	-50.0	0.0	50.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	200.0	-11.1	-9.1	-28.8	-50.8
	RAIZIngresos_diariosUPZ	128.5	25.2	23.9	24.5	7.7
X11	Industria	6,676.2	1,036.3	-64.8	-239.5	-432.4
X12	Comercio	4,510.5	683.1	-204.4	-87.2	-248.0
	RAÍZ4Comercio	-89.4	-27.9	267.7	-680.7	39,735.5
X13	Servicios	-5,748.9	-835.8	-847.2	-1,748.5	-1,903.9
	RAÍZ4Servicios	-703.2	-744.0	-888.2	-1,835.9	-1,559.3
X14	Otras ActEconómicas	8,699.1	1,426.2	2,962.9	30,879.8	2,864.1
	Constant	-729.8	-69.2	-65.8	-53.6	-40.6

Tabla 99. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 2 – años 2005-2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2010 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	-58.8	-44.1	-25.2	8.2	82.9
X3	Dist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
	LOGDist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X4	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X5	Área_Mza	0.0	-100.0	-100.0	-100.0	-97.1
	LOGÁrea_Mza	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-96.9
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X8	PoblaciónUPZ	0.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
	RAIZIngresos_diariosUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X11	Industria	-113.6	-198.8	-799.9	231.3	134.9
X12	Comercio	-88.7	324.8	-2,637.4	-11,848.2	15,398.9
	RAÍZ4Comercio	8,430.7	2,575.6	508.7	281.0	440.5
X13	Servicios	-99.7	-86.7	-34.3	-46.5	-55.3
	RAÍZ4Servicios	86.6	39.8	10.8	-13.4	-13.9
X14	Otras ActEconómicas	-137.0	-56.0	-100.0	-100.0	-152.4
	Constant	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-98.0

Tabla 100. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 2 – años 2010-2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2005 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	-68.4	-55.8	-35.0	5.9	102.4
X3	Dist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
	LOGDist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X4	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X5	Área_Mza	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-98.6
	LOGÁrea_Mza	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-98.7
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X8	PoblaciónUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
	RAIZIngresos_diariosUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X11	Industria	-1,023.7	-1,222.1	-346.6	-562.0	-880.8
X12	Comercio	420.6	3,226.8	2,549.8	-1,607.3	-23,041.3
	RAÍZ4Comercio	804.8	1,827.9	2,138.4	-2,312.5	215,226.9
X13	Servicios	-115.9	-197.7	-590.9	-981.5	-906.3
	RAÍZ4Servicios	-1,225.5	-1,000.5	-973.5	-1,602.6	-1,356.1
X14	OtrasActEconómicas	-3,357.6	572.0	-100.0	-100.0	-1,652.5
	Constant	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-98.8

Tabla 101. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 2 – años 2005-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	-23.5	-20.2	-11.1	-0.4	17.9
X3	Dist_Mza_Estac	-214.3	-53.3	-63.3	-54.1	17.0
	LOGDist_Mza_Estac	-68.5	-29.6	-29.1	-0.9	-4.0
X4	Dist_Mza_Aerop	-72.7	-71.4	-61.1	-57.1	-4.8
X5	Área_Mza	-100.0	-142.9	-87.8	-61.3	-53.3
	LOGÁrea_Mza	-67.5	-28.6	-26.9	7.8	25.1
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-16.6	9.9	28.5	80.8	202.2
X8	PoblaciónUPZ	-100.0	-100.0	-50.0	0.0	50.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	200.0	0.0	-9.5	-28.0	-43.3
	RAIZIngresos_diariosUPZ	58.3	28.7	21.7	13.0	9.3
X11	Industria	16,284.1	-373.0	169.3	-405.7	-940.8
X12	Comercio	2,162.5	191.0	-273.3	-440.3	-794.8
	RAÍZ4Comercio	-31.6	-21.6	12.7	49.6	191.6
X13	Servicios	-4,335.9	-1,435.7	-1,049.8	-2,921.3	-2,312.9
	RAÍZ4Servicios	-522.3	-1,207.8	-1,149.0	-3,334.4	-2,015.9
X14	OtrasActEconómicas	-51,922.4	70.8	-216.2	-514.1	207.8
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	-65.8	-31.4	-32.3	-6.2	-3.5
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	545.2	254.1	-119.9	-362.2	-790.3
	RACZ4OtrasActLOGÁreaMza	-923.1	-994.1	-989.9	-1,120.7	6,249.1
	Constant	-38.9	-26.4	-25.5	10.9	19.2

Tabla 102. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 2 – años 2005-2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2010 al 2015		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	-56.6	-42.4	-23.4	10.0	82.1
X3	Dist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-98.5
	LOGDist_Mza_Estac	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-97.6
X4	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X5	Área_Mza	0.0	-100.0	-100.0	-98.6	-90.6
	LOGÁrea_Mza	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-98.9
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	EstacionesUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-99.9
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	-100.0	-100.0	-100.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
	RAIZIngresos_diariosUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-99.8
X11	Industria	-103.3	-75.7	228.2	-12.2	-9.3
X12	Comercio	-92.7	132.0	-629.0	-419.1	-514.0
	RAÍZ4Comercio	633.2	1,343.9	987.9	875.8	1,157.0
X13	Servicios	-110.4	-146.0	-86.5	-67.0	-67.8
	RAÍZ4Servicios	-18.6	-50.5	-37.1	-32.8	-28.6
X14	Otras ActEconómicas	-107.1	-236.6	306.0	110.1	379.1
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-97.7
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	-302.3	-347.5	6,113.8	89.7	82.7
	RACZ4Otras ActLOGÁreaMza	141.9	26.0	-25.6	-36.2	6.0
	Constant	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-98.7

Tabla 103. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 2 – años 2010-2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2005 al 2015</b>						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	LOGDist_Mza_Estac	-66.8	-54.0	-31.9	9.6	114.6
X3	Dist_Mza_Aerop	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-98.3
	Área_Mza	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-97.7
X4	LOGÁrea_Mza	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X5	Área_UPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-99.4	-95.6
	EstacionesUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-98.6
X6	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X7	Valor_m2	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-99.6
X8	Ingresos_diariosUPZ	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X9	RAIZIngresos_diariosUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Industria	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
	Comercio	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-99.8
X11	RAÍZ4Comercio	-638.5	-166.3	784.0	-368.2	-862.2
X12	Servicios	65.6	575.2	816.9	985.8	2,776.6
	RAÍZ4Servicios	401.3	1,031.7	1,125.8	1,360.0	3,565.4
X13	OtrasActEconómicas	341.3	514.4	-228.3	-1,030.5	-811.9
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	-443.8	-648.6	-760.0	-2,273.7	-1,467.5
X14	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	3,583.9	-333.2	-571.8	-970.2	1,374.5
	RACZ4OtrasActLOGÁreaMza	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-97.7
	Constant	-1,405.1	-976.3	-1,334.3	-597.5	-1,361.4
	0.00	-2,091.0	-1,226.8	-762.4	-750.7	6,630.4
	Constant	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-98.5

Tabla 104. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 2 – años 2005-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	-15.1	14.9	-142.1	-149.9	-20.2
X2	EmpleadosMza	-114.7	-127.1	-130.5	-97.0	-36.4
X4	Dist_Mza_Aerop	-15.6	-21.1	-17.1	-24.2	212.1
X5	Área_Mza	21.2	-30.9	-26.3	-13.0	-6.6
X6	Área_UPZ	300.0	100.0	15.0	6.9	11.4
X7	EstacionesUPZ	11.4	15.9	12.0	3.9	6.8
X8	PoblaciónUPZ	-36.8	-61.8	-454.2	-24.1	-20.0
X9	Valor_m2	-70.0	-73.3	-70.5	-71.4	-57.5
X10	Ingresos_diariosUPZ	-315.0	-349.0	-680.0	-171.4	39.8
X11	Industria	-280.4	-205.7	-195.0	-163.5	-126.0
X12	Comercio	-284.4	362.7	-1,358.1	-902.8	-32.9
X13	Servicios	-232.4	-181.7	-187.6	-199.7	-175.2
X14	OtrasActEconómicas	-57.8	179.6	-228.6	2,345.8	-104.1
	Constant	-45.6	-76.3	-124.8	21.5	2.5

Tabla 105. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 3 – años 2005-2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2010 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	-98.4	-105.5	-93.4	-197.5	-272.3
X2	EmpleadosMza	-86.2	-87.2	-93.0	-142.3	-100.9
X4	Dist_Mza_Aerop	-42.5	-33.7	-22.7	73.7	-443.2
X5	Área_Mza	-70.1	-46.5	-87.4	-91.8	-115.6
X6	Área_UPZ	-12.5	-14.3	-17.4	-12.9	-48.7
X7	EstacionesUPZ	-13.2	0.7	-15.8	-30.9	-47.0
X8	PoblaciónUPZ	-66.7	-76.3	-63.5	-69.9	-85.4
X9	Valor_m2	-66.7	-50.0	-84.6	-100.0	-105.9
X10	Ingresos_diariosUPZ	-83.7	-111.4	-126.8	-293.3	-31.1
X11	Industria	-35.2	-40.8	-27.4	-18.3	42.2
X12	Comercio	-1,146.3	-1,207.5	-631.8	-543.9	-609.2
X13	Servicios	60.3	91.5	67.1	54.9	92.3
X14	OtrasActEconómicas	418.9	263.5	418.2	-2,052.3	3,625.6
	Constant	-122.8	-189.9	187.4	-100.0	-65.1

Tabla 106. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 3 – años 2010-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2005 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	-98.6	-106.3	-102.8	-51.3	-237.4
X2	EmpleadosMza	-102.0	-103.5	-102.1	-101.3	-100.6
X4	Dist_Mza_Aerop	-51.5	-47.6	-35.9	31.7	-1,171.0
X5	Área_Mza	-63.7	-63.0	-90.7	-92.9	-114.6
X6	Área_UPZ	250.0	71.4	-5.0	-6.9	-42.9
X7	EstacionesUPZ	-3.3	16.8	-5.7	-28.1	-43.4
X8	PoblaciónUPZ	-78.9	-90.9	-229.2	-77.2	-88.3
X9	Valor_m2	-90.0	-86.7	-95.5	-100.0	-102.5
X10	Ingresos_diariosUPZ	-135.0	-71.5	55.6	38.1	-3.7
X11	Industria	-216.8	-162.6	-169.0	-151.9	-136.9
X12	Comercio	1,828.9	-5,224.5	6,590.0	3,463.0	-441.4
X13	Servicios	-312.2	-256.5	-246.5	-254.3	-244.7
X14	OtrasActEconómicas	118.9	916.3	-766.5	-47,848.7	-254.4
	Constant	-112.4	-121.3	-171.3	-100.0	-64.3

Tabla 107. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 3 – años 2005-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	284.7	-177.8	-97.5	-94.0	-41.7
X2	EmpleadosMza	-70.9	-95.3	-23.2	-75.9	-6.5
	RAÍZEmpleadosMza	-118.6	-132.1	-60.7	-88.7	8.6
	RAÍZ4EmpleadosMza	-346.1	-1,348.7	108.7	-360.6	65.3
X4	Dist_Mza_Aerop	-27.7	-33.5	-22.5	-40.0	231.5
X5	Área_Mza	-0.6	-27.5	-41.7	100.0	-104.3
	LOGÁrea_Mza	27.8	-13.8	-40.3	-57.4	-1,149.8
X6	Área_UPZ	250.0	71.4	-9.5	-26.7	-17.6
X7	EstacionesUPZ	-67.0	-45.6	-44.6	-36.8	-17.7
X8	PoblaciónUPZ	-31.8	-60.0	-50.0	-69.3	-37.9
X9	Valor_m2	-72.7	-80.0	-69.6	-12.5	-91.9
X10	Ingresos_diariosUPZ	159.0	203.3	1,230.8	1,168.3	364.6
	RAIZIngresos_diariosUPZ	616.4	409.0	2,829.4	5,383.6	1,087.1
X11	Industria	-205.8	-101.5	-90.2	-131.8	-133.8
X12	Comercio	-337.3	-230.0	-155.2	-176.0	-165.2
	RAÍZ4Comercio	-166.2	-144.8	-84.5	-92.8	-167.8
X13	Servicios	-102.7	-84.7	155.1	-15.4	-19.5
	RAÍZ4Servicios	-84.8	-92.0	-76.5	-86.4	-90.5
X14	OtrasActEconómicas	-124.0	-135.8	-248.7	-206.4	-110.1
	Constant	-84.8	-92.0	-76.5	-86.4	-90.5

Tabla 108. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 3 – años 2005-2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2010 al 2015</b>		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	-124.6	-87.0	-723.0	-178.0	-135.0
X2	EmpleadosMza	-93.4	-79.0	-99.1	-99.0	-97.8
	RAÍZEmpleadosMza	-134.2	-79.4	-114.7	-126.8	-102.5
	RAÍZ4EmpleadosMza	-111.9	-76.8	-82.2	-66.9	-131.6
X4	Dist_Mza_Aerop	-54.5	-38.7	-26.4	107.0	-455.5
X5	Área_Mza	-18.4	-6.7	27.6	-4,433.3	1,815.4
	LOGÁrea_Mza	-23.9	-25.9	-32.6	16.6	-18.4
X6	Área_UPZ	0.0	-8.3	-5.3	0.0	-32.1
X7	EstacionesUPZ	141.2	85.9	37.0	-4.8	-36.7
X8	PoblaciónUPZ	-77.1	-89.5	59.1	-67.0	-83.3
X9	Valor_m2	-100.0	-100.0	-107.1	-114.3	-133.3
X10	Ingresos_diariosUPZ	-53.2	-49.1	-51.8	-63.9	-86.0
	RAIZIngresos_diariosUPZ	-54.8	-52.5	-53.6	-65.0	-91.2
X11	Industria	-11.4	2,047.8	-687.8	62.4	5.7
X12	Comercio	-157.2	-99.2	-133.4	-80.0	-39.8
	RAÍZ4Comercio	-999.9	162.9	-681.4	-3,138.1	269.0
X13	Servicios	-3,626.0	1,294.7	194.9	121.6	33.4
	RAÍZ4Servicios	-321.7	-127.0	-37.9	141.9	25.8
X14	OtrasActEconómicas	-492.8	-650.1	-570.4	-509.8	2,772.7
	Constant	24.1	7.8	-0.3	-40.4	-59.6

Tabla 109. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 3 – años 2010-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2005 al 2015</b>		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	-194.5	-110.1	-115.6	-104.7	-120.4
X2	EmpleadosMza	-98.1	-99.0	-99.3	-99.8	-97.9
	RAÍZEmpleadosMza	-93.6	-106.6	-105.8	-103.0	-102.7
	RAÍZ4EmpleadosMza	-70.7	-390.2	-62.9	-186.3	-152.2
X4	Dist_Mza_Aerop	-67.1	-59.2	-42.9	24.2	-1,278.6
X5	Área_Mza	-18.9	-32.4	-25.6	100.0	-183.3
	LOGÁrea_Mza	-2.7	-36.1	-59.8	-50.4	-956.7
X6	Área_UPZ	250.0	57.1	-14.3	-26.7	-44.1
X7	EstacionesUPZ	-20.5	1.2	-24.1	-39.8	-47.9
X8	PoblaciónUPZ	-84.4	-95.8	-20.5	-89.9	-89.6
X9	Valor_m2	-100.0	-100.0	-102.2	-112.5	-102.7
X10	Ingresos_diariosUPZ	21.1	54.4	540.9	357.3	-35.1
	RAIZIngresos_diariosUPZ	223.9	141.9	1,259.6	1,817.1	4.5
X11	Industria	-193.7	-132.9	-157.4	-151.7	-135.8
X12	Comercio	35.8	-101.1	-81.6	-115.2	-139.3
	RAÍZ4Comercio	495.6	-217.9	-190.4	-319.0	-350.2
X13	Servicios	-3.1	113.0	652.1	87.5	7.4
	RAÍZ4Servicios	-133.6	-102.2	-85.4	-67.1	-88.1
X14	OtrasActEconómicas	-5.7	97.0	599.3	336.1	-389.2
	Constant	457.2	187.7	12,910,249.4	-39.2	-50.2

Tabla 110. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 3 – años 2005-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	513.9	-173.4	-97.4	-95.4	-44.7
X2	EmpleadosMza	-71.8	-98.8	-49.1	-81.1	128.1
	RAÍZEmpleadosMza	-114.4	-132.2	-71.9	-93.7	23.7
	RAÍZ4EmpleadosMza	-292.2	-770.0	173.7	-521.7	-20.0
X4	Dist_Mza_Aerop	-27.4	-33.3	-23.2	-40.1	310.4
X5	Área_Mza	-1.3	-34.2	-32.1	-45.5	-96.7
	LOGÁrea_Mza	16.0	-18.8	-43.9	-59.8	2,371.2
X6	Área_UPZ	250.0	71.4	-9.5	-26.7	-14.7
X7	EstacionesUPZ	-67.7	-45.6	-45.0	-36.8	-17.6
X8	PoblaciónUPZ	-29.7	-61.8	-51.2	-68.8	-37.7
X9	Valor_m2	-73.9	-80.0	-69.6	-22.2	-91.4
X10	Ingresos_diariosUPZ	159.3	216.7	1,468.1	1,116.5	425.8
	RAIZIngresos_diariosUPZ	633.2	443.9	3,326.2	5,926.0	1,196.0
X11	Industria	521.3	-107.5	-137.6	-316.6	-171.7
X12	Comercio	334.1	-548.0	-291.1	-268.4	-330.5
	RAÍZ4Comercio	-114.9	120.2	-202.0	-72.5	-1,002.1
X13	Servicios	-58.0	-240.7	-201.6	118.0	1.1
	RAÍZ4Servicios	-66.5	-90.8	19.7	-76.4	-96.6
X14	OtrasActEconómicas	-137.1	-97.9	-120.8	-111.3	216.1
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	-129.9	-102.9	-113.1	-116.0	-60.4
	RACZ4OtrasActLOGÁreaMza	-157.9	-75.2	-106.2	-75.6	11.5
	Constant	246.8	128.6	12,032,791.8	0.5	23.2

Tabla 111. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 3 – años 2005-2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2010 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	-126.5	-87.4	-611.7	111.7	-100.1
X2	EmpleadosMza	-94.0	-21.9	-98.9	-98.1	-97.4
	RAÍZEmpleadosMza	-127.0	-81.5	-112.1	-110.6	-92.8
	RAÍZ4EmpleadosMza	-106.9	-77.9	-89.7	-93.6	-39.2
X4	Dist_Mza_Aerop	-54.7	-38.8	-26.5	109.3	-445.2
X5	Área_Mza	-17.9	-7.9	15.8	-2,200.0	-2,950.0
	LOGÁrea_Mza	-19.7	-27.3	-37.9	-18.7	-35.4
X6	Área_UPZ	0.0	-8.3	-5.3	0.0	-34.5
X7	EstacionesUPZ	142.0	83.7	37.4	-4.6	-35.7
X8	PoblaciónUPZ	-77.6	-90.5	71.4	-68.1	-82.7
X9	Valor_m2	-100.0	-100.0	-107.1	-114.3	-133.3
X10	Ingresos_diariosUPZ	-53.1	-48.8	-52.1	-64.4	-85.3
	RAÍZIngresos_diariosUPZ	-54.7	-52.2	-53.7	-65.5	-91.1
X11	Industria	84.9	-2,141.4	-199.3	-83.0	-63.9
X12	Comercio	-150.8	-99.9	-155.6	-156.6	-91.8
	RAÍZ4Comercio	-519.0	163.6	-614.7	-3,520.2	121.3
X13	Servicios	210.8	1,869.8	179.6	154.5	119.1
	RAÍZ4Servicios	-254.6	-137.7	5.8	231.9	1,122.4
X14	Otras ActEconómicas	-219.8	3,156.8	-421.3	-658.8	-23.1
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	-294.0	-37.4	102.0	415.8	-295.3
	RACZ4Otras ActLOGÁreaMza	-93.1	-101.0	56.5	-364.9	-196.0
	Constant	31.1	6.3	-100.0	-47.1	-61.4

Tabla 112. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 3 – años 2010-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 3 - y: Dist_Mza_Estac - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2005 al 2015</b>						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	RAÍZEmpleadosMza	-262.9	-109.3	-113.4	-90.2	-100.0
X2	RAÍZ4EmpleadosMza	-98.3	-99.1	-99.4	-99.6	-94.1
	Dist_Mza_Aerop	-96.1	-106.0	-103.4	-100.7	-91.1
	Área_Mza	-86.8	-247.8	-71.9	-127.1	-51.4
X4	LOGÁrea_Mza	-67.1	-59.1	-43.5	25.3	-1,516.6
X5	Área_UPZ	-19.0	-39.4	-21.4	-1,245.5	-192.8
	EstacionesUPZ	-6.8	-41.0	-65.2	-67.3	1,495.2
X6	PoblaciónUPZ	250.0	57.1	-14.3	-26.7	-44.1
X7	Valor_m2	-21.9	-0.1	-24.4	-39.7	-47.0
X8	Ingresos_diariosUPZ	-84.2	-96.4	-16.3	-90.1	-89.2
X9	RAIZIngresos_diariosUPZ	-100.0	-100.0	-102.2	-111.1	-102.9
X10	Industria	21.7	62.3	651.9	332.5	-22.5
	Comercio	232.4	159.9	1,484.8	1,979.7	15.2
X11	RAÍZ4Comercio	1,048.5	53.5	-62.7	-136.8	-125.9
X12	Servicios	-320.5	-100.3	6.2	-4.7	-118.9
	RAÍZ4Servicios	-37.5	480.4	425.2	-1,039.0	-2,096.0
X13	OtrasActEconómicas	30.5	-2,870.5	-384.0	454.6	121.5
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	-151.9	-103.5	26.6	-21.6	-58.1
X14	RACZ4OtrasActLOGÁreaMza	-55.6	-30.8	-33.1	-37.0	143.0
	Constant	-42.0	-101.8	-126.5	-182.8	-177.4
	0.00	-104.0	-100.2	-109.7	-164.7	-207.0
	Constant	354.9	143.1	16.3	-46.8	-52.4

Tabla 113. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 3 – años 2005-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>						
		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	0.0	0.0	100.0	37.0	-71.6
X2	EmpleadosMza	0.0	0.0	100.0	-200.0	-51.9
X3	Dist_Mza_Estac	0.0	0.0	100.0	550.0	-54.5
X4	Dist_Mza_Aerop	0.0	0.0	100.0	600.0	300.0
X5	Área_Mza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-50.0	-42.9	-33.3	-27.3	-20.0
X11	Industria	0.0	0.0	100.0	1,007.1	-1,057.7
X12	Comercio	0.0	0.0	100.0	1,551.4	1,718.2
X13	Servicios	0.0	0.0	100.0	-1,996.3	-111.2
X14	OtrasActEconómicas	0.0	0.0	100.0	278.8	6.1
	Constant	0.0	0.0	100.0	426.4	29.8

Tabla 114. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 4 – años 2005-2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2010 al 2015</b>		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	0.0	100.0	33.7	-58.6	238.1
X2	EmpleadosMza	0.0	100.0	-100.0	-100.0	-100.0
X3	Dist_Mza_Estac	0.0	100.0	142.9	84.6	253.3
X4	Dist_Mza_Aerop	0.0	0.0	-100.0	-71.4	-50.0
X5	Área_Mza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	100.0	0.0	-50.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-50.0	-50.0	-33.3	-50.0	-62.5
X11	Industria	0.0	100.0	-6.3	-28.8	-16.4
X12	Comercio	0.0	100.0	-2,162.3	341.6	174.0
X13	Servicios	0.0	100.0	-761.9	-200.2	-40.7
X14	OtrasActEconómicas	0.0	100.0	231.4	379.9	-11.6
	Constant	0.0	100.0	-7.9	-30.6	-5.6

Tabla 115. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 4 – años 2010-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 1 - Evolución porcentual del 2005 al 2015</b>		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	0.0	100.0	100.0	-43.3	-4.1
X2	EmpleadosMza	0.0	100.0	0.0	-100.0	-100.0
X3	Dist_Mza_Estac	0.0	100.0	100.0	1,100.0	60.6
X4	Dist_Mza_Aerop	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
X5	Área_Mza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-75.0	-71.4	-55.6	-63.6	-70.0
X11	Industria	0.0	100.0	100.0	688.4	-900.2
X12	Comercio	0.0	100.0	100.0	7,192.2	4,882.3
X13	Servicios	0.0	100.0	100.0	1,799.6	-106.6
X14	OtrasActEconómicas	0.0	100.0	100.0	1,717.9	-6.2
	Constant	0.0	100.0	100.0	265.1	22.5

Tabla 116. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 1 - Hipótesis 4 – años 2005-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	0.0	0.0	100.0	100.0	-40.0
X2	EmpleadosMza	0.0	0.0	100.0	100.0	59.1
	RAÍZEmpleadosMza	0.0	0.0	100.0	100.0	39.8
	RAÍZ4EmpleadosMza	0.0	0.0	100.0	100.0	46.1
X3	Dist_Mza_Estac	0.0	0.0	100.0	100.0	-26.9
	LOGDist_Mza_Estac	0.0	0.0	100.0	100.0	-26.9
X4	Dist_Mza_Aerop	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
X5	Área_Mza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	LOGÁrea_Mza	0.0	0.0	100.0	100.0	35.8
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-500.0	-175.0	-200.0	-233.3	300.0
	RAIZIngresos_diariosUPZ	251.5	156.7	74.0	71.2	29.3
X11	Industria	0.0	0.0	100.0	100.0	-688.2
X12	Comercio	0.0	0.0	100.0	100.0	-813.8
	RAÍZ4Comercio	0.0	0.0	100.0	100.0	-510.5
X13	Servicios	0.0	0.0	100.0	100.0	170.1
	RAÍZ4Servicios	0.0	0.0	100.0	100.0	574.1
X14	OtrasActEconómicas	0.0		100.0	100.0	183.6
	Constant	0.0		100.0	100.0	-26.7

Tabla 117. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 4 – años 2005-2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2010 al 2015</b>		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	0.0	100.0	407.8	-1,042.4	89.7
X2	EmpleadosMza	0.0	0.0	-100.0	-100.0	-100.0
	RAÍZEmpleadosMza	0.0	100.0	-52.9	-114.3	-106.4
	RAÍZ4EmpleadosMza	0.0	100.0	-209.8	-243.7	-196.8
X3	Dist_Mza_Estac	0.0	100.0	500.0	0.0	5.3
	LOGDist_Mza_Estac	0.0	100.0	633.6	125.2	73.0
X4	Dist_Mza_Aerop	0.0	100.0	100.0	100.0	-400.0
X5	Área_Mza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	LOGÁrea_Mza	0.0	100.0	2,143.6	2,253.2	1,519.4
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-25.0	-33.3	-66.7	-100.0	-100.0
	RAIZIngresos_diariosUPZ	-22.0	-29.2	-41.2	-49.8	-52.2
X11	Industria	0.0	100.0	-503.8	-192.3	-167.0
X12	Comercio	0.0	100.0	-390.1	-59.5	-10.1
	RAÍZ4Comercio	0.0	100.0	-512.9	-85.7	-20.7
X13	Servicios	0.0	100.0	-419.3	5,720.5	5,205.2
	RAÍZ4Servicios	0.0	100.0	-280.7	2,119.7	878.4
X14	OtrasActEconómicas	0.0	100.0	-513.7	-358.2	-184.9
	Constant	0.0	100.0	458.4	59.5	38.4

Tabla 118. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 4 – años 2010-2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 2 - Evolución porcentual del 2005 al 2015		q10	q25	q50	q75	q90
X1	EmpresasMza	0.0	100.0	100.0	100.0	13.8
X2	EmpleadosMza	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0
	RAÍZEmpleadosMza	0.0	100.0	100.0	100.0	-109.0
	RAÍZ4EmpleadosMza	0.0	100.0	100.0	100.0	-241.4
X3	Dist_Mza_Estac	0.0	100.0	100.0	100.0	-23.1
	LOGDist_Mza_Estac	0.0	100.0	100.0	100.0	26.4
X4	Dist_Mza_Aerop	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0
X5	Área_Mza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	LOGÁrea_Mza	0.0	100.0	100.0	100.0	2,098.4
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-400.0	-150.0	-133.3	-100.0	-100.0
	RAIZIngresos_diariosUPZ	174.2	81.6	2.4	-14.1	-38.2
X11	Industria	0.0	100.0	100.0	100.0	294.0
X12	Comercio	0.0	100.0	100.0	100.0	-741.5
	RAÍZ4Comercio	0.0	100.0	100.0	100.0	-425.5
X13	Servicios	0.0	100.0	100.0	100.0	14,229.2
	RAÍZ4Servicios	0.0	100.0	100.0	100.0	6,495.6
X14	OtrasActEconómicas	0.0	100.0	100.0	100.0	-340.9
	Constant	0.0	100.0	100.0	100.0	1.5

Tabla 119. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 2 - Hipótesis 4 – años 2005-2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2005 al 2010</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	0.0	100.0	100.0	100.0	-45.4
X2	EmpleadosMza	0.0	100.0	100.0	100.0	89.3
	RAÍZEmpleadosMza	0.0	100.0	100.0	100.0	86.9
	RAÍZ4EmpleadosMza	0.0	100.0	100.0	100.0	63.7
X3	Dist_Mza_Estac	0.0	100.0	100.0	100.0	-17.4
	LOGDist_Mza_Estac	0.0	100.0	100.0	100.0	-20.4
X4	Dist_Mza_Aerop	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
X5	Área_Mza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	LOGÁrea_Mza	0.0	100.0	100.0	100.0	-23.1
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-500.0	-175.0	-300.0	-233.3	300.0
	RAIZIngresos_diariosUPZ	251.5	131.2	50.4	64.7	30.7
X11	Industria	0.0	100.0	100.0	100.0	-1,004.7
X12	Comercio	0.0	100.0	100.0	100.0	-1,071.2
	RAÍZ4Comercio	0.0	100.0	100.0	100.0	-501.6
X13	Servicios	0.0	100.0	100.0	100.0	-1,033.0
	RAÍZ4Servicios	0.0	100.0	100.0	100.0	2,180.9
X14	OtrasActEconómicas	0.0	100.0	100.0	100.0	-14.2
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	0.0	100.0	100.0	100.0	-21.1
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	0.0	100.0	100.0	100.0	-1,117.5
	RACZ4Otras ActLOGÁreaMza	0.0	100.0	100.0	100.0	-30.2
	Constant	0.0	100.0	100.0	100.0	-25.2

Tabla 120. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 4 – años 2005-2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2010 al 2015</b>		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	EmpresasMza	0.0	2,250.0	180.2	-1,364.7	24.1
X2	EmpleadosMza	0.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
	RAÍZEmpleadosMza	0.0	-76.2	-90.2	-116.5	-113.3
	RAÍZ4EmpleadosMza	0.0	-85.2	-141.2	-220.6	-228.7
X3	Dist_Mza_Estac	0.0	100.0	160.0	-38.5	-15.8
	LOGDist_Mza_Estac	0.0	69.3	68.9	1.1	22.4
X4	Dist_Mza_Aerop	0.0	100.0	100.0	100.0	-500.0
X5	Área_Mza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	LOGÁrea_Mza	0.0	79.0	117.4	38.5	50.9
X6	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X8	PoblaciónUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Ingresos_diariosUPZ	-25.0	-33.3	-50.0	-100.0	-100.0
	RAIZIngresos_diariosUPZ	-22.0	-21.4	-38.9	-46.8	-48.0
X11	Industria	0.0	-164.9	-181.7	-269.1	-98.3
X12	Comercio	0.0	645.8	-131.8	165.2	104.2
	RAÍZ4Comercio	0.0	4,891.9	-163.2	169.8	50.6
X13	Servicios	0.0	-20.8	-218.8	3,144.7	382.1
	RAÍZ4Servicios	0.0	133.9	-107.7	1,083.7	179.3
X14	OtrasActEconómicas	0.0	137.3	-1,454.4	2,478.8	-669.8
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	0.0	84.6	116.6	35.2	49.9
	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	0.0	-102.4	-161.1	-657.1	47.1
	RACZ4OtrasActLOGÁreaMza	0.0	2,564.7	784.3	433.7	-1,770.6
	Constant	0.0	72.9	90.2	26.6	54.7

Tabla 121. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 4 – años 2010-2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

<b>Hipótesis 4 - y: Estaciones UPZ - Modelo 3 - Evolución porcentual del 2005 al 2015</b>						
		<b>q10</b>	<b>q25</b>	<b>q50</b>	<b>q75</b>	<b>q90</b>
X1	RAÍZEmpleadosMza	0.0	100.0	100.0	100.0	-32.2
X2	RAÍZ4EmpleadosMza	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0
	Dist_Mza_Estac	0.0	100.0	100.0	100.0	-124.9
	LOGDist_Mza_Estac	0.0	100.0	100.0	100.0	-310.6
X3	Dist_Mza_Aerop	0.0	100.0	100.0	100.0	-30.4
	Área_Mza	0.0	100.0	100.0	100.0	-2.6
X4	LOGÁrea_Mza	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0
X5	Área_UPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	PoblaciónUPZ	0.0	100.0	100.0	100.0	16.1
X6	Valor_m2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X8	Ingresos_diariosUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X9	RAIZIngresos_diariosUPZ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X10	Industria	-400.0	-150.0	-200.0	-100.0	-100.0
	Comercio	174.2	81.8	-8.0	-12.3	-32.0
X11	RAÍZ4Comercio	0.0	100.0	100.0	100.0	-115.0
X12	Servicios	0.0	100.0	100.0	100.0	-2,083.0
	RAÍZ4Servicios	0.0	100.0	100.0	100.0	-704.8
X13	OtrasActEconómicas	0.0	100.0	100.0	100.0	-4,597.8
	LOGDistMzaEstacLOGÁreaMza	0.0	100.0	100.0	100.0	6,270.2
X14	RAÍZ16IndustriaLOGÁreaMza	0.0	100.0	100.0	100.0	-588.7
	RACZ4OtrasActLOGÁreaMza	0.0	100.0	100.0	100.0	18.2
	RAÍZ16IndustriaLOGCreaMza	0.0	100.0	100.0	100.0	-1,596.5
	RACZ4OtrasActLOGCreaMza	0.0	100.0	100.0	100.0	-1,265.4
	Constant	0.0	100.0	100.0	100.0	15.7

Tabla 122. Variación del aporte marginal de los regresores Modelo 3 - Hipótesis 4 – años 2005-2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

### 5.3. PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS DEL EFECTO MARGINAL DE LAS VARIABLES EXÓGENAS

Como se definió en la sección 4.3 de este documento, acerca del modelamiento propuesto y la especificación de los modelos utilizados para evaluar el comportamiento de las hipótesis relacionadas con los objetos de estudio, la presente investigación responde a una estructura en la que se combinan 3 categorías de la dimensión 1 (años 2005, 2010 y 2015), las 4 categorías de la dimensión 2 (hipótesis 1, hipótesis 2, hipótesis 3 e hipótesis 4) y las 3 categorías de la dimensión 3 (modelo 1, modelo 2 y modelo 3 derivados del uso de variables iniciales, transformadas y de efecto cuadrático respectivamente) según se explicó en la mencionada sección de este documento.

La especificación general de estos modelos obedece a las regresiones planteadas para las hipótesis presentadas en las ecuaciones 33, 34, 35 y 36 propuestas en el apartado relacionado con

el Modelamiento propuesto y que en adelante se denotarán en forma general como se presenta a continuación en las ecuaciones 37, 38, 39 y 40.

$$(37) \quad y1 = \beta_1 + \beta_{\phi}X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(38) \quad y2 = \beta_1 + \beta_{\phi}X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(39) \quad y3 = \beta_1 + \beta_{\phi}X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(40) \quad y4 = \beta_1 + \beta_{\phi}X_i + \mu_{\phi i}$$

Donde,

$X_i$ , es la matriz de regresores propuestos para explicar la hipótesis (ver Cuadro 6)

$\beta_{\phi}$ , es el coeficiente de regresión para cada variable explicativa

$\beta_1$ , es el intersepto o término constante de la distribución, y

$\mu_{\phi i}$ , recoge la perturbación aleatoria, error o los componentes del experimento, no observables o no controlables

Como se ha considerado hasta el momento, el efecto marginal en las regresiones lineales es un concepto económico que expresa la importancia, el aporte de cada variable predictora al modelo y la relación de la variación absoluta de la variable dependiente ante la variación absoluta de cada variable independiente. En otras palabras, el efecto marginal expresa el cambio en la variable independiente provocado por un cambio unitario en cada una de las variables independientes manteniendo las demás condiciones constantes.

Para estos modelos lineales, como es el caso de las regresiones del presente experimento planteadas bajo el modelo 1, el efecto o aporte marginal de cada variable independiente corresponde al coeficiente de regresión resultante de su procesamiento en el modelo de regresión planteado para cada variable explicativa y representa la variación o “delta” de la variable

dependiente en relación a la variación unitaria de cada variable independiente. Este coeficiente se encuentra representado por los valores de  $\beta_{\phi}$  equivalentes a  $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ .

En el modelo 1 propuesto en la presente investigación, el aporte marginal  $\beta_{\phi}$  asociado a cada regresor  $X_i$  corresponde al valor resultado de correr el modelo propuesto en cada una de las variables que se incluyen en los diferentes modelos (variables que se incluyen desde la X1 hasta la X14). La evolución de este aporte entre los diferentes períodos del estudio para cada variable explicativa o hipótesis, también se analiza en apartados anteriores, tanto su influencia en la variable explicada como la evolución de su comportamiento entre los diferentes momentos de análisis, se encuentran consignados en aquellas Tablas desde la 51 a la 122, que corresponden al modelo 1. Su especificación corresponde a las ecuaciones 37, 38, 39 y 40 con valores de  $i$  desde 1 hasta 14.

En el caso de la estimación del efecto marginal de cada variable explicativa en regresiones que contienen variables transformadas no lineales como es el caso de los modelos 2 y 3 propuestos para este estudio, el coeficiente o aporte de estas variables está determinado por la razón de cambio de la variable estimada ante el cambio unitario de la razón de cambio de la variable explicativa transformada no lineal, que en este caso corresponde a la derivada de  $Y$  respecto a cada  $X_i$ , equivalentes a  $\frac{dy}{dx_i}$ . Las variables de estas especificaciones se encuentran relacionadas en el Cuadro 10.

En los siguientes apartados se propondrán las especificaciones de cada hipótesis incluyendo las variables transformadas (modelo 2) y las variables no lineales definidas para capturar los efectos cruzados (modelo 3) según cada modelo, así como el valor del efecto marginal  $\beta_{\phi}$  asociado a cada regresor  $X_i$  y que en el caso de estos modelos corresponde a la función  $\frac{dy}{dx_i}$ .

En resumen, el efecto del aporte marginal de cada una de las 14 variables iniciales en las 4 hipótesis definidas y en cada año de análisis correspondientes al modelo 1 corresponde al coeficiente de regresión  $\beta_{\phi}$  y en esa medida serán analizados en el presente capítulo.

El análisis del efecto marginal de cada variable en los modelos 2 y 3, obedeciendo a su construcción y definición se analizará de la siguiente forma:

- para las variables que en los mencionados modelos continúan siendo lineales como es el caso de las variables X1, X4, X6, X7, X8 y X9, su aporte continúa siendo el coeficiente  $\beta_{\phi}$  resultante en la regresión el cual se presenta para cada elemento de la estructura definida en las Tablas 51 a la 86.
- para las variables que en el modelo 2 constituyen variables no lineales como en el caso de las variables X2, X3, X5, X10, X11, X12 y X13, su aporte corresponde al valor obtenido de evaluar el comportamiento de la función resultante al derivar la suma tanto de la variable inicial en su expresión lineal como de las variables transformadas que la involucran.
- Para las variables que en el modelo 3 que incluyen variables con efectos cruzados (variables compuestas por dos variables de manera simultánea), su aporte corresponde a la derivada de la expresión compuesta por la variable lineal, la transformada y la cruzada.

Estas funciones derivadas están compuestas tanto por los términos de los coeficientes de regresión  $\beta_{\phi}$  obtenidos como por una nueva expresión que involucra los regresores  $X_i$  en cada caso.

En el caso de las variables transformadas, el efecto corresponde a la derivada de términos con exponentes fraccionarios en el caso de las raíces de nivel 2, 4 y 16 y a la derivada del logaritmo en base 10 de las variables que involucran este término, ya que de esta forma fue construido para este experimento.

En el caso de las variables de efectos cruzadas, el efecto corresponde a la derivada de la multiplicación de dos términos compuestos y en ese sentido se calcula.

No obstante, debe recordarse que el nivel de significancia estadística del aporte al modelo de cada variable lineal, transformada o de efectos cuadráticos en los modelos propuestos también se ha evaluado en estas regresiones. Ello permite afirmar que aquellas variables en las que se consideró que su aporte al modelo podría ser nulo evaluando esta hipótesis bajo la óptica de la prueba T-Student estimada al 0,05%, no son tenidas en cuenta según lo explicado en el párrafo anterior. Lo anterior significa que estas variables no se incluirán en las ecuaciones explicativas para cada hipótesis y son presentadas en las respectivas tablas con la notación (NS\*\*). Dado que esta ausencia de significancia no ocurre de manera constante para las mismas variables, ni para todos los cuantiles ni en todas las hipótesis, deben considerarse los resultados en cada caso y la notación elegida para estos casos.

En las secciones siguientes se analizará el comportamiento de la función que define el efecto marginal en cada caso resultado de la derivación matemática, sus valores extremos y el aporte a la variable independiente.

En el Modelo 2 explicado en esta sección, las ecuaciones de regresión utilizadas para explicar cada una de las hipótesis están construida por la combinación de 14 variables, donde una de ellas se toma como variable dependiente a predecir y las otras 13 como variables independientes. Algunas de las 13 variables independientes han sido transformadas con algunos operadores aritméticos de acuerdo con lo expuesto anteriormente en la explicación del modelamiento propuesto y su comportamiento corresponde a líneas curvas en planos de dos dimensiones, lo que a su vez resulta en que el número de componentes a la derecha de cada ecuación sea de más de 13 términos, atendiendo a las transformaciones que se hayan propuesto. La conformación de las ecuaciones para cada una de las hipótesis se expondrá oportunamente en cada segmento.

De acuerdo con el modelamiento propuesto y a la metodología elegida para mejorar la bondad de ajuste, algunas de estas se presentan en su forma original acompañadas de los términos transformados que se sugieren.

Así mismo tal como se explicó, el valor del aporte marginal de las variables originales (sin transformar) corresponde al coeficiente de regresión (beta) resultado del procesamiento de los valores de la base de datos en el modelo de regresión.

El aporte marginal de las variables transformadas corresponde a la derivada de la función que la expresa y depende directamente del valor que en cada momento tome esta variable dentro de la base de datos. Por esa razón, se hace necesario analizar el momento en que se evalúa, analizar el recorrido total y por tanto indicar si su aporte al comportamiento de la hipótesis es negativo, neutro o positivo.

La metodología para esta evaluación corresponderá en esta sección a las convenciones presentadas en los cuadros 12 y 13, que de esta manera se analizan.

Dado que este análisis del aporte de cada variable transformada a la hipótesis debe hacerse a la luz del valor resultado de la regresión o del valor de la derivada de la variable no-lineal, en comparación con los rangos de los datos de la base de datos lográndose identificar si el aporte en cada momento es positivo, negativo o nulo, pueden identificarse en ese sentido diferentes

comportamientos y diferentes puntos extremos para cada rango de datos en atención si se identifican recorridos ascendentes, puntos locales máximos, recorridos descendentes o puntos locales mínimos.

En ese sentido en el cuerpo principal de este documento se presentará un análisis de acuerdo con la información condensada en la estructura del Cuadro 11, resaltando si la variable analizada para cada cuantil y para cada año presenta puntos extremos máximos o mínimos y por tanto comportamientos ascendentes-descendentes en el primer caso o descendentes-ascendentes en el segundo de ellos. Este análisis permitirá definir el comportamiento y aporte de cada variable que en el primer caso se trataría de recorridos positivos-negativos y de negativos-positivos en el segundo.

The diagram shows a table structure with three columns. The first column is labeled 'Variable no lineal' and has a green box 'A' pointing to it. The second and third columns are grouped under a header 'q Cuantil' (circled in green), with sub-headers '2005', '2010', and '2015' (also circled in green). Below these are rows for 'Categoría'. A green box 'B' points to the 'q Cuantil' header, and a green box 'C' points to the 'Variable no lineal' label.

Variable no lineal	q Cuantil		
	2005	2010	2015
Categoría	Categoría	Categoría	Categoría

Cuadro 11. Convenciones para presentar el análisis del aporte de las variables “transformadas”  
Fuente: El autor

En el cuadro anterior la información presentada corresponde a las siguientes categorías:

- A. Indica el nombre y la etiqueta de la variable transformada que se analiza. Como se recordará, esta transformación contiene tanto un término con la variable original como otro(s) término(s) que contienen la transformación de la misma variable con operadores aritméticos o funciones matemáticas.
- B. Indica el cuantil que se está analizando en cada sección y contiene las categorías q10, q25, q50, q75 y q90 con las que se propuso analizar todo el espectro de la regresión. Así mismo y para cada cuantil, contiene información para los tres períodos de análisis (2005, 2010 y 2015).

- C. La casilla denominada “Categoría” se indica si el valor de la variable  $X$  identificada como punto de inflexión en los casos en que la función derivada toma valores de pendiente iguales a cero, corresponde a un máximo o a un mínimo. Este análisis y la evaluación a partir de los valores numéricos obtenidos y su explicación se desarrollan en el Anexo 2 “Efecto marginal en el modelo 2”, dejando para este capítulo un análisis más general acerca de los tipos de aporte de los componentes del modelo.

En este modelo se analiza la significancia de cada variable como regresora del planteamiento propuesto para lo cual se consideró que su aporte al modelo podría ser nulo al evaluar esta hipótesis bajo la óptica de la prueba T-Student estimada al 0,05% Este análisis puede resultar que algunas variables lineales y/o las transformadas originadas a partir de estas podrían no ser incluidas en el modelo, siendo presentadas en las respectivas tablas con la notación (NS\*\*). Dado que esta ausencia de significancia no ocurre de manera constante para las mismas variables, ni para todos los cuantiles ni en todas las hipótesis, deben considerarse los resultados en cada caso y la notación elegida para estos casos. En ellos se utiliza la misma notación para la información del Anexo 2 “Efecto marginal en el modelo 2” cuyo contenido se presenta a continuación.

En el Anexo 2 “Efecto marginal en el modelo 2” se presenta un análisis más detallado no solo del comportamiento de las variables que conforman el Modelo 2 de variables no lineales en las 4 hipótesis evaluadas bajo este modelo, sino también de: el valor de la variable en el cual el aporte de esta ecuación es nulo (es decir cuando la pendiente toma un valor cero configurándose un punto de inflexión o de cambio de comportamiento), el fenómeno que esta situación genera en la regresión (puede ser un mínimo o un máximo del recorrido debido a que al tratarse de una derivada representa la pendiente de la curva). La estructura de este análisis corresponde a las convenciones del Cuadro 12.

	q Cuantil											
	2005				2010				2015			
	Valor X	Categoría	BD mín	BD máx	Valor X	Categoría	BD mín	BD máx	Valor X	Categoría	BD mín	BD máx
Variable no lineal												

Cuadro 12. Convenciones para presentar el análisis del aporte de las variables “transformadas” y sus puntos de inflexión

Fuente: El autor

En el cuadro anterior la información presentada corresponde a las siguientes categorías:

- A. Indica el nombre y la etiqueta de la variable transformada que se analiza. Como se recordará, esta transformación contiene tanto un término con la variable original como otro(s) término(s) que contienen la transformación de la misma variable con operadores o funciones matemáticas.
- B. Indica el cuantil que se está analizando en cada sección y contiene las categorías q10, q25, q50, q75 y q90 con las que se propuso analizar todo el espectro de la regresión. Así mismo y para cada cuantil, contiene información para los tres períodos de análisis (2005, 2010 y 2015).
- C. Dado que el análisis de estas variables transformadas corresponde al recorrido de la curva que la representa, en este es posible identificar el (los) valor(es) máximo(s) o mínimo(s) absoluto(s) durante este recorrido. Dado que tanto la curva que representa la función resultado como la derivada que lo define adoptan diferentes valores durante el recorrido atendiendo al valor de la base de datos que se analice en cada momento (valor  $X$ ), el identificar esos puntos de inflexión máximos o mínimos permite identificar cuales segmentos de la curva son crecientes o decrecientes y por tanto definir también, cuándo el aporte de esta variable a cada hipótesis es positivo o negativo. En esta casilla se indica el valor de la variable  $X$  donde existe el punto de inflexión o de aporte cero (0).
- D. Complementando el análisis anterior, en esta casilla denominada “Categoría” se indica si el valor de la variable  $X$  identificada como punto de inflexión y reportado en la casilla anterior, corresponde a un máximo o a un mínimo. Atendiendo a estos posibles resultados el análisis debe hacerse de la siguiente manera: si el valor corresponde a un mínimo, esto indicaría que los valores de la base de datos menores al valor indicado corresponden a un valor negativo de la pendiente de la curva (definida por la derivada de la función) y por lo tanto el aporte marginal a la hipótesis será negativo, atendiendo a la definición de efecto marginal en variables no lineales hecho en capítulos anteriores. Por antítesis, los valores de la variable mayores que el valor indicado como punto de inflexión, presentarán un efecto marginal positivo a la hipótesis. Por otro lado, en caso

de que la categoría corresponda a un máximo, los valores inferiores al valor de inflexión indicado representan un comportamiento creciente de la curva y por tanto su efecto marginal será positivo. Como complemento se puede indicar que en tal caso, los valores superiores al punto de inflexión representan un comportamiento decreciente de la curva y por tanto un aporte negativo. Es de anotar que este análisis se hace bajo el supuesto de que las curvas presenten únicamente máximos o mínimos globales. En caso de presentarse máximos o mínimos locales o intermedios, este análisis podría complementarse por secciones de la base de datos bajo la misma óptica y se considera que el presente estudio lo propone como punto de complemento para investigaciones futuras al respecto. Esta situación se considera como un límite para la investigación y se propone como punto de partida para futuras investigaciones que tomen como base esta propuesta y la complementen.

- E. Dado que el recorrido de las curvas analizadas en el punto anterior puede tener recorridos (dominios) incluso infinitos atendiendo a la fórmula que las defina, para el presente experimento solo se hace de interés el recorrido acotado por los valores disponibles en las bases de datos utilizadas. Por esta razón en las casillas denominadas “BD mín” y “BD máx” se presentan los límites inferior y superior de cada variable en la base de datos, convirtiéndose en los puntos extremos del dominio o recorrido de interés para el presente experimento. Esta información permitirá analizar si uno o varios comportamientos explicados en párrafos anteriores pueden hacerse posibles dentro del rango disponible. Sin embargo, también se propone en este estudio que la metodología y modelo planteados puedan ser utilizados en diferentes experimentos futuros que tomen como base la presente investigación y que involucren nuevas bases de datos con nuevos recorridos de las mismas o de otras variables.

Como otra limitación del análisis que se presenta a continuación, se resalta que las conclusiones presentadas sobre el comportamiento de las curvas se plantean de manera genérica asociando estos conceptos a los límites inferior y superior de cada variable en la base de datos. Un análisis más detallado podría individualizar los límites de cada una de las variables en cada cuantil y presentar conclusiones más detalladas y específicas. Lo anterior también se considera una limitación del estudio y se propone como punto de partida para futuras investigaciones al respecto.

En cuanto al alcance de este modelo propuesto para la presente investigación, se limitará a la propuesta de inclusión de las variables transformadas que mejoran la bondad de ajuste, a la definición del comportamiento de la curva que representa el efecto marginal, a la determinación de puntos de inflexión si existen, a la evaluación de los límites de cada variable en la base de datos y al reporte de aquellos segmentos donde este efecto pueda ser negativo, positivo o no exista.

La determinación y medición de los valores de estos aportes y su correspondiente análisis no se han considerado dentro de este estudio y se proponen como punto de partida de futuras investigaciones.

- En el Modelo 3 detallado en esta sección que complementan los Modelos 1 y 2 explicados anteriormente, donde cada una de las ecuaciones de regresión utilizadas para explicar cada una de las hipótesis está construida por la combinación de 14 variables, donde una de ellas se toma como variable dependiente a predecir y las otras 13 como variables independientes. En el Modelo 3 abordado en esta sección, algunas de las 13 variables independientes han sido transformadas con algunos operadores aritméticos y algunos términos nuevos han sido propuestos como composición de dos variables lineales para obtener y analizar el comportamiento de la función frente a la existencia de efectos cruzados o cuadráticos, de acuerdo con lo expuesto anteriormente en la explicación del modelamiento propuesto.

Este modelamiento propuesto resulta en que el número de componentes a la derecha de cada ecuación sea de más de 13 términos, atendiendo a las transformaciones y variables compuestas que se hayan propuesto. La conformación de las ecuaciones para cada una de las hipótesis se expondrá oportunamente en cada segmento. Lo anterior resulta en modelos que pueden tener hasta 21 términos.

Así mismo, los resultados obtenidos y que serán analizados para cada hipótesis presentan el recorrido de cada variable (para el caso de las lineales y no lineales) y el recorrido de dos variables de manera simultánea (para el caso de las compuestas).

Así como el comportamiento de las variables transformadas en el apartado anterior genera comportamientos no lineales en su recorrido, en este caso las variables compuestas presentan recorridos no regulares de diferentes planos en un espacio de tres dimensiones.

La combinación de estos tres tipos de variables de manera simultánea permite el análisis de todos los posibles resultados de cada variable en diferentes dimensiones, proporcionando de esta manera al investigador una posibilidad de análisis mayor. Se considera que esta se configura entonces en uno de los aportes innovadores de esta propuesta.

En términos matemáticos, los recorridos de las variables compuestas de este modelo configuran planos irregulares en tres dimensiones, configurándose de manera simultánea particularidades tales como planos por secciones crecientes, decrecientes, verticales, horizontales y/o puntos de silla de manera simultánea.

Tal y como se explicó y dado que el valor del aporte marginal de las variables originales corresponde al coeficiente de regresión resultado del procesamiento de los valores de la base de datos en el modelo de regresión, tanto el aporte marginal de las variables transformadas como el aporte marginal de las variables compuestas corresponde a la derivada de la función que la expresa y depende directamente del valor que en cada momento tome esta variable dentro de la base de datos a lo largo del recorrido de la función.

Sin embargo y en el caso del modelo 3, el análisis es más complejo dado que involucra de manera simultánea dos variables y los posibles valores de la función hipótesis pueden adoptar comportamientos crecientes o decrecientes de manera individual y simultánea para cada componente, generando planos irregulares que representarán el aporte marginal de las variables involucradas.

En la propuesta de este modelo se combina de manera simultánea en cada hipótesis la utilización de estas tres presentaciones para las variables, por lo que el aporte marginal de las variables que se presentan sin transformación corresponderá al valor resultante de la regresión y que se muestra en las tablas correspondientes, y el valor de las variables transformadas y compuestas corresponde a la derivada del término compuesto que reúne tanto la variable original como su transformada y la compuesta, según sea cada caso.

Por esa razón, se hace necesario analizar el momento en que se evalúa y por tanto indicar si su aporte al comportamiento de la hipótesis es negativo, neutro o positivo.

La metodología para esta evaluación corresponderá en esta sección a las convenciones presentadas en los cuadros 14 y 15, y de esta manera se analizan.

Dado que este análisis del aporte de cada variable (lineal, transformada o compuesta) a la hipótesis debe hacerse ya sea a la luz del valor resultado de la regresión en el primer caso o del comportamiento de la derivada de la función en los otros dos casos en comparación con los rangos de los datos de la base de datos lográndose identificar si el aporte en cada momento es positivo, negativo o nulo, pueden identificarse en ese sentido diferentes comportamientos y diferentes puntos extremos para cada rango de datos en atención si se identifican recorridos ascendentes, puntos locales máximos, recorridos descendentes o puntos locales mínimos.

Se resalta que este modelo contiene variables conformadas por la multiplicación de dos variables lineales que, como se explicó anteriormente, intentan capturar los efectos cruzados o cuadráticos de estas variables de manera simultánea.

La elección de las mismas se hizo después de probar diferentes combinatorias en diferentes cuantiles y se eligieron aquellas cuya inclusión mejoraba la bondad de ajuste representada en el coeficiente de determinación de los cuantiles extremos.

Esta construcción genera recorridos de las variables que son sugeridos por la literatura como alternativa para evaluar comportamientos que puede considerarse atípicos debido a la existencia de outliers, recorridos parabólicos y/o en aquellos donde se busca mejorar el efecto y el ajuste del modelo (Motulsky & Ransnas, 1987; Rawlings, Pantula, & Dickey, 2001; Yu et al., 2003). Dada la construcción de estas variables para la presente investigación, su recorrido se desarrolla en tres dimensiones y su comportamiento permite la detección de posibles “puntos de silla” o momentos donde el recorrido de una variable es mínimo y el de la otra es máximo o al contrario, el de la primera es máximo y el de la segunda es mínimo. En este análisis, la detección de estos puntos y su interpretación complementa la de los máximos y mínimos locales ya hecha en el modelo anterior.

En ese sentido en el cuerpo principal de este documento se presentará un análisis de acuerdo con la información condensada en la estructura del Cuadro 13, resaltando si la variable analizada para cada cuantil y para cada año presenta puntos extremos máximos o mínimos o los dos de manera simultánea durante el recorrido y por tanto comportamientos ascendentes-descendentes en el primer caso o descendentes-ascendentes en el segundo de ellos. Este análisis permitirá definir el comportamiento y aporte de cada variable que en el primer caso se trataría de recorridos positivos-negativos y de negativos-positivos en el segundo.

		q Cuantil					
		2005		2010		2015	
		Categoría		Categoría		Categoría	
Variable no lineal	Máximo			Máximo		Máximo	
	Mínimo			Mínimo		Mínimo	
Variable cuadrática	Máximo			Máximo		Máximo	
	Mínimo			Mínimo		Mínimo	

Cuadro 13. Convenciones para presentar el análisis del aporte de las variables “transformadas” y de “efectos cuadráticos”

Fuente: El autor

En el cuadro anterior la información presentada corresponde a las siguientes categorías:

A y B. En estas casillas se relacionan el nombre y la etiqueta de la variable transformada o de la variable compuesta que se analiza. En este último caso, se indican las variables que la conforman y en la relación de cada hipótesis presentada más adelante, la especificación que la define.

C. Indica el cuantil que se está analizando en cada sección y contiene las categorías q10, q25, q50, q75 y q90 con las que se propuso analizar todo el espectro de la regresión. Así mismo y para cada cuantil, contiene información para los tres períodos de análisis (2005, 2010 y 2015).

D. La casilla denominada “Categoría” y que corresponde a la evaluación de las variables transformadas se indica si el valor de la variable se identificó como un punto de inflexión en los casos en que la función derivada toma valores de pendiente iguales a cero, reportando si corresponde a un máximo o a un mínimo. Este análisis y la evaluación a partir de los valores numéricos obtenidos y su explicación se desarrollan en el Anexo 3 “Efecto marginal en el modelo 3”, dejando para este capítulo un análisis más general acerca de los tipos de aporte de los componentes del modelo.

E. En el caso de las variables compuestas de efectos cruzados, pueden configurar recorridos ascendentes o descendentes de manera simultánea en tres dimensiones, por lo cual su aporte explicativo al modelo depende de este comportamiento. En este cuadro se reportará entonces si la variable tiene máximos, mínimos o puntos de silla, lo que puede ocurrir simultáneamente. Cuando la casilla permanece vacía y no reporta ninguna de las categorías anteriores significa que esta variable no aporta al modelo y por lo tanto no es significativa para explicar la hipótesis.

En este modelo al igual que en el Modelo 2, también se analiza la significancia de cada variable como regresora del planteamiento propuesto para lo cual se consideró que su aporte al modelo podría ser nulo evaluando esta hipótesis bajo la óptica de la prueba T-Student estimada al 0,05%. Este análisis puede resultar que algunas variables lineales y/o las transformadas y las que capturan el efecto cuadrático de su combinación y que son originadas a partir de estas podrían no ser incluidas en el modelo, siendo presentadas en las respectivas tablas con la notación (NS\*\*). Dado que esta ausencia de significancia no ocurre de manera constante para las mismas variables, ni para todos los cuantiles ni en todas las hipótesis, deben considerarse los resultados en cada caso y la notación elegida para estos casos. En ellos se utiliza la misma notación para la información del Anexo 3 cuyo contenido se presenta a continuación.

En el Anexo 3 “Efecto marginal en el modelo 3” se presenta un análisis más detallado no solo del comportamiento de las variables que conforman el Modelo 3 de variables de efectos cruzados o cuadráticos en las 4 hipótesis evaluadas bajo este modelo, sino también de: el valor de la variable en el cual el aporte de esta ecuación es nulo (es decir cuando la pendiente toma un valor cero configurándose un punto de inflexión o de cambio de comportamiento), el fenómeno que esta situación genera en la regresión (puede ser un mínimo, un máximo o ambos comportamientos de manera simultánea durante el recorrido debido a que al tratarse de una derivada representa la pendiente de la curva de cada variable y se desarrolla en tres dimensiones). La estructura de este análisis corresponde a las convenciones del Cuadro 14.

		q Cuantil														
		2005					2010					2015				
		Categoría	Valor X	Valor Y	BD X	BD Y	Categoría	Valor X	Valor Y	BD X	BD Y	Categoría	Valor X	Valor Y	BD X	BD Y
Variable no lineal	Máximo															
	Mínimo															
Variable cuadrática	Máximo															
	Mínimo															

Cuadro 14. Convenciones para presentar el análisis del aporte de las variables “transformadas” y “cuadráticas” y de “efectos cuadráticos”

Fuente: El autor

En el cuadro anterior la información presentada corresponde a las siguientes categorías:

A y B. En estas casillas se relacionan el nombre y la etiqueta de la variable transformada o de la variable compuesta que se analiza. En este último caso, se indican las variables que la conforman y en la relación de cada hipótesis presentada más adelante, la especificación que la define.

C. Indica el cuantil que se está analizando en cada sección y contiene las categorías q10, q25, q50, q75 y q90 con las que se propuso analizar todo el espectro de la regresión. Así mismo y para cada cuantil, contiene información para los tres períodos de análisis (2005, 2010 y 2015).

D. En esta sección se reporta el valor de inflexión que presenta la variable transformada reportada en la sección A. de este apartado en relación a el (los) valor(es) máximo(s) o mínimo(s) absoluto(s) durante el recorrido de su evolución. Estos valores se reportan en una de las dos casillas disponibles e identificadas para los valores “máximo” o “mínimo” tal y como se indica en el cuadro. La identificación de los puntos de inflexión máximos o mínimos permite identificar cuales segmentos de la curva son crecientes o decrecientes y por tanto definir también, cuándo el aporte de esta variable a cada hipótesis es positivo o negativo. En esta casilla se indica el valor de la variable X donde existe el punto de inflexión o de aporte cero (0). Aunque lo anterior es generalizable para cualquier análisis, es de resaltar que algunos resultados obtenidos en los modelos de regresión para estas

hipótesis del Modelo 3 resultaron con coeficientes de regresión igual a cero (0), hecho que resulta en que el aporte marginal de esa variable transformada y sus términos al recorrido de la hipótesis no exista. En ese caso se reporta “no aporta”.

- E. Al haberse identificado el valor que genera esta inflexión en la curva e identificar así mismo que se trata de un máximo o un mínimo, en las casillas denominadas “BD X” se podrá consultar también el valor máximo y el valor mínimo que toma esta variable en la base de datos correspondiente para ese año. De la misma forma en que se procedió en la sección anterior, el análisis de los resultados debe hacerse de la siguiente manera: si el valor corresponde a un mínimo, esto indicaría que los valores de la base de datos menores al valor indicado corresponden a un valor negativo de la pendiente de la curva (definida por la derivada de la función) y por lo tanto el aporte marginal a la hipótesis será negativo. Por otro lado, en caso de que la categoría corresponda a un máximo, los valores inferiores al valor de inflexión indicado representan un comportamiento creciente de la curva y por tanto su efecto marginal será positivo.
- F. En el caso de las variables compuestas y tal como se anunció anteriormente, el comportamiento de esta variable compuesta depende del comportamiento de cada componente (X, Y), razón por la cual su análisis incluye el comportamiento de las dos variables en el punto de inflexión y en sus recorridos tanto inferior como superior. Este punto de inflexión (pendiente cero) se configura al analizar los valores para X y para Y de manera simultánea, configurando de esta manera el par coordenado (x, y) donde la gráfica de la derivada que representa el aporte marginal de la variable compuesta, cambia de comportamiento.

Aunque lo anterior es generalizable para cualquier análisis, es de resaltar que algunos resultados obtenidos en los modelos de regresión para estas hipótesis del Modelo 3 resultaron con coeficientes de regresión igual a cero (0), hecho que resulta en que el aporte marginal de esa variable de efectos cruzados y sus términos al recorrido de la hipótesis no exista. En ese caso se reporta “no aporta”.

Para conformar estas variables cuadráticas se procedió a la combinación de algunas lineales o transformadas con la variable “X5 Área\_Mza” y aunque en las especificaciones se plantea la ecuación respecto a esta variable también, el análisis en los cuadros se hace

solo para la otra variable que conforma la cuadrática y se propone el análisis de  $X_5$  para futuras investigaciones. También es de anotar que esta investigación propone para futuros proyectos el análisis detallado de los cambios de comportamiento en puntos intermedios contenidos entre los máximos y mínimos absolutos que se reportan en esta sección, donde pueden encontrarse puntos de silla donde la elevación de la superficie es máxima en una dirección y mínima en la dirección perpendicular.

Lo anterior puede visualizarse en las Gráficas 74 a la 80 presentadas a continuación, que contienen la representación gráfica de algunas de estas derivadas seleccionadas para ejemplificar lo expuesto en este apartado.

Como otra limitación del análisis que se presenta a continuación, se resalta que las conclusiones presentadas sobre el comportamiento de las curvas se hacen de manera genérica asociando estos conceptos a los límites inferior y superior de cada variable en la base de datos. Un análisis más detallado podría individualizar los límites de cada una de las variables en cada cuantil y presentar conclusiones más detalladas y específicas. Lo anterior también se considera una limitación del estudio y se propone como punto de partida para futuras investigaciones al respecto.

G. En esta casilla se reportan los límites superior e inferior de los rangos de dominio de cada variable  $X$  y  $Y$ , permitiendo identificar si los comportamientos posibles destacados en los puntos anteriores se presentan dentro de los rangos disponibles de análisis de las bases de datos de cada año.

A continuación la representación gráfica del comportamiento de algunas variables compuestas.

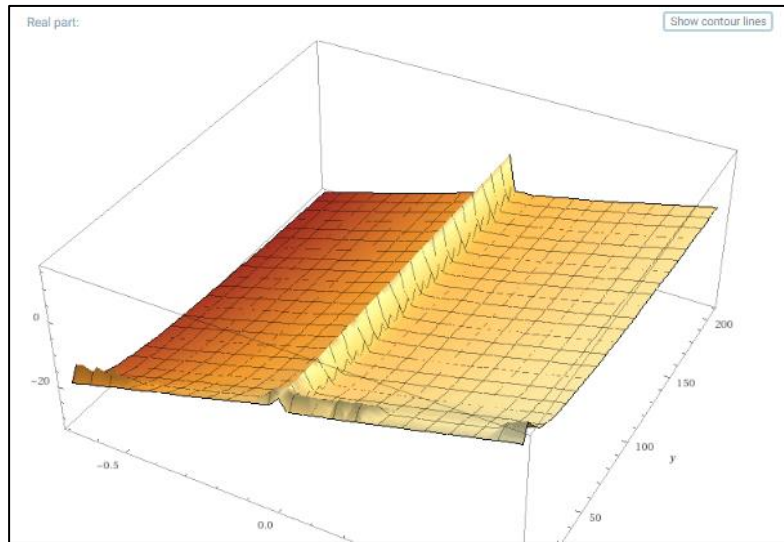


Gráfico 74. Recorrido de variables compuestas del modelo 3– ejemplo 1  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

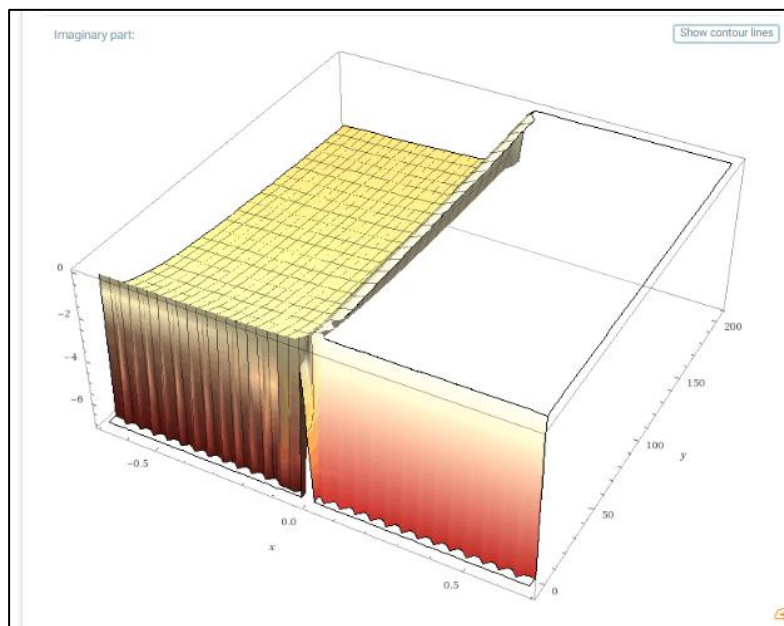


Gráfico 75. Recorrido de variables compuestas del modelo 3 – ejemplo 2  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

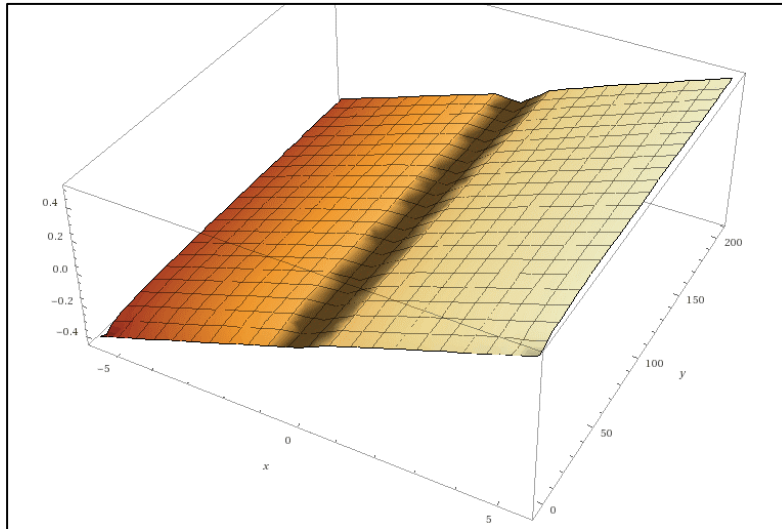


Gráfico 76. Recorrido de variables compuestas del modelo 3 – ejemplo 3  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

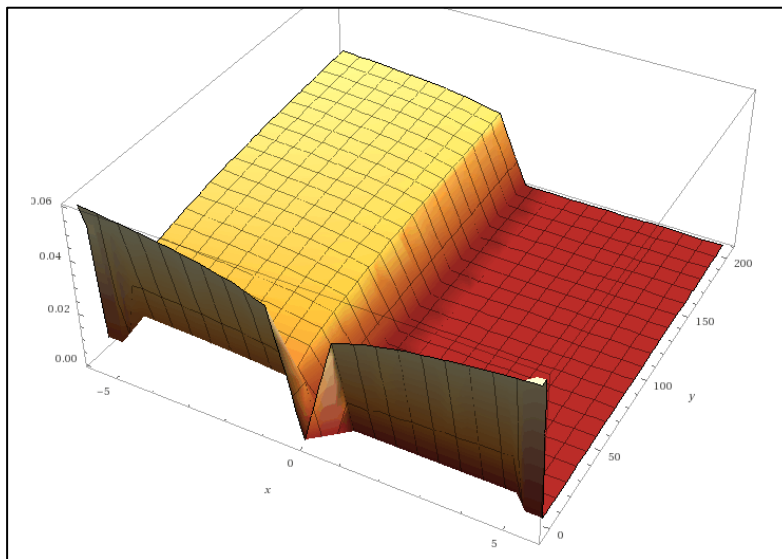


Gráfico 77. Recorrido de variables compuestas del modelo 3 – ejemplo 4  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

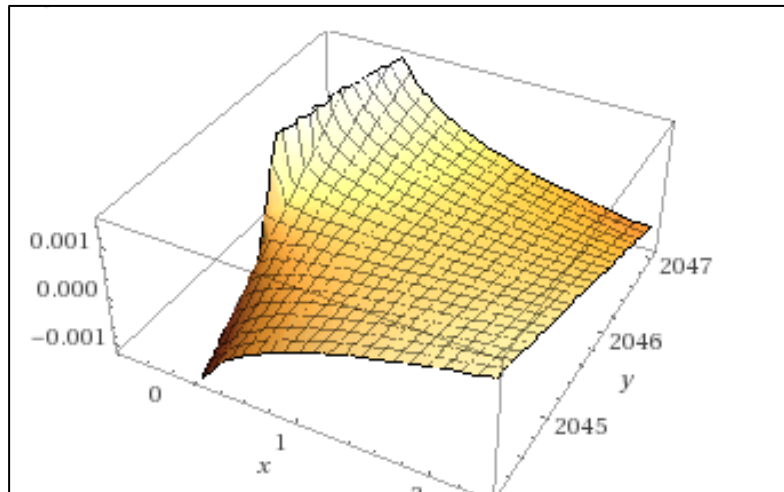


Gráfico 78. Recorrido de variables compuestas del modelo 3 – ejemplo 5  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

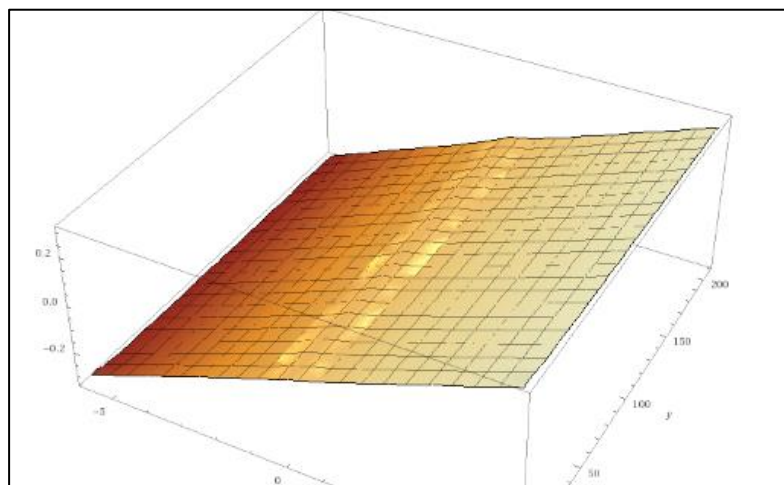


Gráfico 79. Recorrido de variables compuestas del modelo 3 – ejemplo 6  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

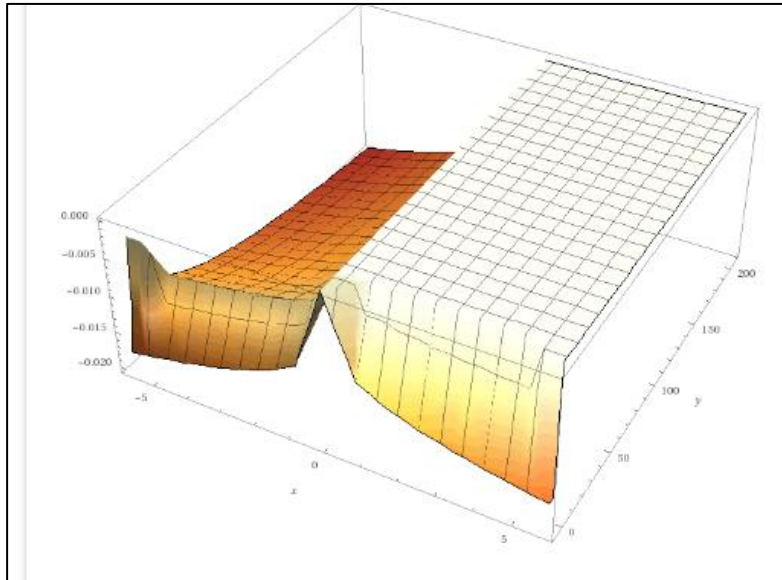


Gráfico 80. Recorrido de variables compuestas del modelo 3 – ejemplo 7  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

#### 5.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA HIPÓTESIS 1 (y: X1\_EmpresasMza)

En este modelo se utilizan variables independientes de categorías referentes a las organizaciones, a las características geográficas del territorio y al sistema de transporte BRT objeto de estudio para intentar explicar el comportamiento de ubicación de empresas en la unidad territorial definida. Como se recordará y de acuerdo con la revisión teórica adelantada, este modelo se toma como un proxy de la aglomeración y de las características de distribución empresarial en la ciudad (G. Ellison & Glaeser, 1997) y por tanto las variables explicativas y su influencia en el modelo también lo serán para este comportamiento.

##### 5.4.1. Efecto marginal en el modelo 1 – Hipótesis 1 (y: X1\_EmpresasMza)

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definida como sigue:

$$EmpresasMza_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

y cuya especificación en términos de las variables involucradas en su definición corresponde a la siguiente estructura:

$$(41) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 \\ + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} + \mu_{\phi i}$$

Los valores de los coeficientes para cada variable se presentaron en las Tablas 51, 63 y 75 para los años 2005, 2010 y 2015.

Con base en estos resultados, en el valor explicativo que estos valores representan y que cada uno de ellos proporciona en el modelo propuesto, en los siguientes apartados se analizará este aporte marginal utilizando tres categorías de variables tal y como se propuso en el Cuadro 12.

➤ **Categoría de variables relacionadas con las Organizaciones**

En cuanto a la categoría de Organizaciones para el año 2005, los resultados muestran que la cantidad de empleados por manzana presenta un nivel creciente de influencia en la variable explicada, iniciando con valores de 0,01 en el primer cuantil y aumentando hasta 0,38 en el cuantil 90 de aglomeración. Este resultado es esperado considerando que, en la mayoría de los casos, la cantidad de empleados tiene una relación directa con la cantidad de empresas que los contratan.

Por otro lado, las cuatro variables que representan el porcentaje de empresas por actividad económica en cada manzana presentan resultados mixtos en cuanto a su aporte a la variable dependiente. El mayor aporte se presenta en el q75 para la variable Industria, que aporta 0,35 a la hipótesis. Este resultado muestra que, para este año la mayor concentración de empresas del sector industria tuvieron una mayor incidencia en las características de aglomeración en la ciudad. En segundo lugar, el q50 del sector Comercio aportan 0,33 a esta concentración. Contrario a la percepción inicial, el aporte del sector Servicios fue inferior en todos los cuantiles en comparación con las dos actividades que se acaban de relacionar y en los cuantiles inferiores (donde existe menor concentración de empresas) es inferior incluso que el aporte del sector Otras Actividades.

En esta misma categoría para el año 2010, los resultados muestran que solo en el cuantil q90 la cantidad de empleados por manzana aportan en mayor medida a la cantidad de empresas por manzana, presentándose en este intervalo un crecimiento del 4,3%. En los demás casos, se presenta una disminución en este aporte. Este fenómeno puede indicar que, para este año existe una disminución en la relación entre la cantidad de empresas y la cantidad de empleados, significando esto que el promedio de trabajadores por empresa disminuyó en aquellos sectores donde las empresas se concentran en menor medida.

En cuanto al aporte de las 4 variables que representan el porcentaje de empresas por sector en cada manzana, se encuentra que la importancia de las mismas en el modelo es bastante

importante encontrándose valores crecientes entre 1,25 y 2,77 en los 4 primeros cuantiles para el sector Industria pero un alto poder explicativo negativo de -8,80 en q90, valores crecientes entre 1,39 y 6,08 para los primeros cuantiles en el sector Comercio pero un efecto de -3,07 para el q90, valores crecientes entre 1,38 y 3,31 en estos 4 cuantiles para el sector Servicios pero un efecto de -6,26 para el q90 y valores crecientes entre 1,39 y 5,79 en los primeros cuantiles y de 0,15 para el q90 en el sector de Otras Actividades. Como se destaca, el comportamiento de estas 4 variables es similar para este año y su importancia en comparación con la presentada en 2005 para este método y para los años equivalentes respecto a la explicación de la media calculada por OLS es muy notoria. El aportar efectos positivos de hasta de 6,08 unidades en la cantidad de empresas por manzana por cada empresa del sector Comercio o de -8,80 empresas por manzana por cada unidad del sector servicios, permitiría concluir que el grupo de variables relacionadas con las organizaciones se constituyen en las que más efecto tendrían en los efectos de aglomeración empresarial para el 2010, tanto de manera positiva para los primeros cuantiles como de manera negativa para el cuantil q90.

Continuando con el análisis de este grupo de variables para el 2015, nuevamente se identifica un alto nivel de influencia del efecto marginal en la variable explicada, encontrándose que para las 4 variables relacionadas con el sector económico en todos los cuantiles el aporte es positivo y creciente. En este orden de ideas, la variable Comercio genera un aumento hasta de 3,11 unidades de empresas por manzana por cada variación de una unidad de participación del sector en la manzana, el cual se obtiene en el q50. La variable Industria también presenta aportes positivos crecientes a lo largo de los cuantiles en un rango comprendido entre 1,05 y 4,49. Así mismo, las variables Servicios y Otras Actividades fluctúan en su valor explicativo entre 1,06 y 0,04 respectivamente hasta 10,81 y 3,22 respectivamente, sustentando el argumento de la importancia de incluir este fenómeno en el análisis de los efectos de la aglomeración empresarial.

La medida porcentual de las variaciones que se analizan en este apartado puede consultarse en las Tablas 87 a la 122.

Aunque la variable *Dist\_Mza\_Estac* que recoge la distancia que separa al centroide geográfico de cada manzana de la estación del sistema BRT y en principio pudo haberse incluido

dentro del grupo de variables geográficas, en ella se pretende recoger la distancia que separa a cada conglomerado de empresas del sistema de transporte y ser considerado este dato como un proxy de las condiciones de accesibilidad de las personas que se relacionan con las empresas para acceder al sistema. De esta manera y para efectos de este análisis se incluirá dentro del grupo de variables de la organización que se analizan a continuación.

Para el año 2005, el efecto representado en el coeficiente de esta variable en el recorrido por los 5 cuantiles es prácticamente nulo al obtenerse cifras cercanas a cero. Este resultado en principio puede interpretarse de la siguiente manera: en ningún segmento del recorrido de la variable que representa la cantidad de empresas en una manzana (es decir al analizar toda la muestra o y contemplar todos los niveles de densidad de empresas), cualquier cambio en la unidad de esta medida (metro lineal de la separación entre el sistema y las empresas) no representa una afectación significativa en la cantidad de empresas y su aglomeración. Es decir, esta variable no aporta un valor significativo al modelo en su intento de predecir esta hipótesis para ese año. De esta manera se puede deducir que la cantidad de empresas por manzana no se ve influenciada por la cercanía de la manzana a alguna estación del sistema.

Para el 2010, el aporte de esta variable a lo largo de todo su recorrido no varía significativamente respecto a lo ocurrido en el análisis para el 2005. Se resalta que en q75 y q90, el coeficiente sigue siendo mínimo pero esta vez con signo negativo. La conclusión del párrafo anterior sigue siendo válida para el 2010.

Para el 2015 el comportamiento es similar a los dos períodos anteriores, cambiando únicamente en el signo negativo que ahora hace presencia en tres cuantiles.

La evolución porcentual que también se presenta para este análisis si muestra resultados significativos en algunos casos de más del 100% ya sea como aumento o como reducción de los valores de cada año. Pero esta situación se explica al encontrarse valores muy pequeños en los coeficientes, lo que resulta en que las variaciones ínfimas en los absolutos pueden significar cambios importantes en las variaciones porcentuales.

➤ **Categoría de variables relacionadas con las características geográficas del territorio**

En cuanto a la categoría de Características Geográficas para el año 2005, los resultados muestran que el aporte marginal de este grupo de variables es bajo, lo que puede atribuirse a que no existe evidencia de una propensión a la aglomeración económica en función de la variación de las características del territorio o lo que es lo mismo, no existe evidencia de que el área, la población o el valor de la tierra sean condicionantes de la conformación de clústeres empresariales.

Se resalta que tanto en el 2005 y en el 2010 como en el 2015 la variable que representa la distancia de las empresas a un mismo lugar fijo dentro de la ciudad, se incluyó en esta propuesta como una variable de control de la evolución del modelo econométrico para capturar o corregir posibles errores o desviaciones originados por cambios de política del uso del suelo definidos en los períodos analizados o por los cambios en la codificación de las manzanas debido a la creación, eliminación o división de las mismas. El uso de este tipo de variables de control es una herramienta común en las investigaciones que correlacionan fenómenos sociales con la evolución de la geografía de un territorio (Osorio & Castro, 2013; Pérez Prieto & Marmolejo Duarte, 2008). Paradójicamente y aunque se esperaba que se mantuviera constante y su aporte no existiera, en algunos cuantiles y para algunos períodos su aporte es más significativo que el de otras variables del modelo, de las que se esperaba un mayor aporte como es el caso del valor de la tierra. Este hallazgo se considera benéfico para el modelo debido a que, de manera adicional a su contribución como control, también aporta como componente del grupo de variables explicativas del fenómeno.

Con este mismo propósito también se incluyó la variable que captura el área de cada manzana la cual en un porcentaje significativo, ofrece estabilidad y control de la geografía de la ciudad cuyos resultados marginales en este caso se reportan como inexistentes.

Al estar incluidas en los cuatro modelos propuestos en la presente investigación, la explicación presentada en este apartado sobre las dos variables utilizadas como control del modelo es válida para todas las etapas del experimento en todos y cada uno de los modelos propuestos.

Analizando los resultados del modelo para el año 2010, se identifica una variación respecto al año 2005. Sin embargo, para este año el efecto sigue siendo bajo. La variable que pretende evaluar el impacto del área de la manzana en la aglomeración local presenta un aporte que fluctúa representando un delta de una empresa/manzana por cada 10.000 metros cuadrados de área. Dado que bajo este nivel se encuentran solo un reducido porcentaje de manzanas censales de la ciudad,

puede considerarse que este es bajo. Este resultado contradice la lógica geográfica que argumenta el área disponible como factor de promoción de la localización. En el mismo sentido se puede evaluar la variable que recoge el área de la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) y su importancia dentro de los resultados de esta aglomeración, la cual para este año es nula en todos los cuantiles. La población y el valor de la tierra se comportan en el mismo sentido.

Para el año 2015 la situación continuó evolucionando y la injerencia de este grupo de variables aumentó su aporte al modelo. Son precisamente las dos variables de control las que más aportan en este caso, llegando incluso a encontrarse una correlación de 1 empresa por manzana por cada 1.000 metros cuadrados en el área geográfica. Al evaluar la base de datos se puede determinar que este caso corresponde a un gran porcentaje de la ciudad lo que indicaría que esta variable influye directamente en la aglomeración y por tanto responde de manera satisfactoria a lo indicado en la literatura.

En el caso de la otra variable de control correspondiente a la distancia al aeropuerto también se presenta un comportamiento importante en su mayoría positivo para los cuantiles analizados, donde se pueden reportar niveles donde el aporte es de 1 empresa por cada 10.000 metros de distancia. Esta información se encuentra en concordancia con el análisis descriptivo presentado en la sección anterior y en la realidad de Bogotá, donde la zona occidental de la ciudad no presenta los mismos niveles de economía en comparación con la región central y oriental de la ciudad para lo cual se identificaron diferentes subcentros de empleo.

En cuanto al resto de variables geográficas analizadas para los años 2005, 2010 y 2015 acerca de su aporte a la explicación de la hipótesis, se encuentra que su participación es mínima encontrándose incluso en algunos casos valores iguales a cero (0) durante el recorrido de las variables en la totalidad de la distribución.

Debe tenerse en cuenta que en el anterior análisis evaluó el aporte de la variación de cada unidad en las variables explicativas en el resultado final de la variable dependiente. Al momento de evaluar cantidades se debe tener en cuenta que las escalas y los rangos de cada variable son diferentes y pueden variar sustancialmente, por lo que su efecto nominal no es comparable entre sí.

➤ **Categoría de variables relacionadas con el Sistema BRT**

En cuanto a la categoría de variables relacionadas con el Sistema de Transporte BRT para el año 2005, los resultados muestran que el aporte marginal las dos variables es diferente.

En el año 2005 la variable que recoge la utilización del sistema evaluada en la cantidad de pasajeros que ingresan diariamente y que para la presente investigación se agrupan por Unidad de Planeamiento Zonal UPZ, no impacta de manera significativa al modelo en ninguno de los cuantiles y su aporte es prácticamente igual a cero. Al incluir esta variable en el modelo se pretende evaluar y entender la injerencia que la demanda del sistema BRT puede tener en cada una de las hipótesis para cada uno de los años. En este caso, los resultados demuestran que en el año y para la hipótesis analizada no existen efectos importantes al respecto. Esto podría interpretarse en primera instancia como la poca o nula injerencia de la cantidad de pasajeros presentes en la zona de influencia en la cual se ubican las empresas en las decisiones de posicionamiento de las mismas.

Continuando con el análisis del 2005, el modelo propuesto también evalúa el efecto que tiene la presencia de estaciones del sistema en la zona en las decisiones de posicionamiento de las organizaciones. En este sentido los resultados demuestran que, contrario a lo que podría pensarse a priori, el efecto de la existencia de estaciones no necesariamente está correlacionada con la cantidad de usuarios del sistema. En este caso, el efecto de estas dos variables, de las cuales la primera fue analizada en el párrafo anterior el comportamiento no solo es diferente en intensidad sino también en comportamiento.

Es así que se encuentra que el impacto de la cantidad de estaciones en los tres primeros cuantiles de análisis es positiva y superior a 0,25. Es decir, la existencia de estaciones en el área geográfica de influencia analizada tiene un impacto pequeño pero positivo en la ubicación de las empresas. Sin embargo y al analizar el q75 y el q90 se encuentra que este efecto es negativo, significando lo anterior que el modelo sugiere que existe una relación inversa entre la presencia del Sistema y las decisiones de localización en aquellas zonas con mayores niveles de densidad empresarial.

Lo anterior permite afirmar que en los cuantiles superiores de la distribución del recorrido de la variable dependiente, la variable utilizada como proxy de la presencia y cobertura del Sistema BRT presenta niveles importantes en su efecto sobre las decisiones de localización, siendo este en algunas ocasiones positivo y en algunas negativo. Esto se considera como un argumento que aporta

la hipótesis inicial de la investigación en donde se afirmó que existen niveles importantes de correlación entre el desarrollo del Sistema y las decisiones de localización empresarial.

Al analizar los resultados para el 2010, se presenta un comportamiento similar en el impacto de la cantidad de pasajeros en la hipótesis por lo que la conclusión es la misma. Esta misma conclusión se deriva del análisis de la variación entre los regresores para el año 2005 hacia el año 2010, donde esta variación no existe o es negativa e igual al 100% dado que estos niveles son completamente nulos para el 2010.

Sin embargo y al analizar el efecto del cubrimiento del Sistema asociado a la cantidad de estaciones, en este período existe una gran diferencia respecto al 2005, donde este efecto se reduce de manera significativa pero continúa siendo positiva en los dos primeros cuantiles, aumenta en un 16% en el q50 y reduce su impacto negativo en el q90. En este caso la evolución más notoria ocurre en el q75 donde el aporte cambia de -0,06 a 0,11, interpretándose lo anterior como un aumento en el impacto de la presencia de estaciones del Sistema en la ubicación de empresas para los niveles altos de densidad empresarial.

El análisis del comportamiento de este tipo de variables en el 2015 permite identificar que la influencia de la cantidad de usuarios del Sistema en las decisiones de localización continúa siendo estadísticamente nula. Al haberse identificado el mismo comportamiento en los tres años de análisis, puede afirmarse que en general esta variable no influye en las características de aglomeración para este modelo.

Durante este 2015 el modelo propuesto también evalúa el efecto que tiene la presencia de estaciones del sistema en la zona en las decisiones de posicionamiento de las organizaciones. En el primer cuantil el efecto alcanza niveles muy bajos y estadísticamente nulos ante lo cual es posible afirmar que en las zonas con bajos niveles de aglomeración la presencia del Sistema no existe un impacto significativo en la aglomeración de empresas.

Durante los 4 últimos cuantiles se presenta un fenómeno creciente positivo alcanzando niveles importantes que van desde 1,16 en el q50 hasta 2,14 en el q90. En términos prácticos se puede afirmar que en los niveles más altos de aglomeración donde la variable que representa la cantidad de empresas por manzana es mayor, la presencia del Sistema impacta de manera significativa las decisiones de ubicación geográfica de las empresas.

Lo anterior se encuentra en consonancia con los postulados de las hipótesis iniciales de la investigación, lo que es significativo al evidenciarse para el 2015 cuando el Sistema ya presentaba un tiempo de interacción de 15 años con el espacio urbano y con el tejido empresarial de la ciudad.

los dos primeros cuantiles de análisis, el efecto de cada estación adicional en el área tiene un impacto casi nulo en el q10 y de apenas 0,26 en el q25. Sin embargo y al analizar el q50 se encuentra que este efecto ha crecido hasta 1,16, significando lo anterior que el modelo presenta que por cada estación adicional se localiza al menos una empresa adicional en el sector. En cuanto al q90 que representa los sectores de la ciudad con mayores niveles de densidad empresarial, cada estación adicional se relaciona con la presencia de al menos 2 empresas adicionales en el sector.

Lo anterior permite afirmar que en los cuantiles superiores de la distribución del recorrido de la variable dependiente, la variable utilizada como proxy de la presencia y cobertura del Sistema BRT presenta niveles importantes en su efecto sobre las decisiones de localización. Esto se considera como un argumento que aporta la hipótesis inicial de la investigación en donde se afirmó que existe niveles importantes de correlación entre el desarrollo del Sistema y las decisiones de localización empresarial.

#### 5.4.2. Efecto marginal en el modelo 2 – Hipótesis 1 (y: X1\_EmpresasMza)

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definidos como sigue:

$$EmpresasMza_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(42) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X2 + \beta_3 \sqrt[2]{X2} + \beta_4 \sqrt[4]{X2} + \beta_5 X3 + \beta_6 LOG X3 + \beta_7 X4 + \beta_8 X5 \\ + \beta_9 LOG X5 + \beta_{10} X6 + \beta_{11} X7 + \beta_{12} X8 + \beta_{13} X9 + \beta_{14} X10 + \beta_{15} \sqrt[2]{X10} \\ + \beta_{16} X11 + \beta_{17} X12 + \beta_{18} \sqrt[4]{X12} + \beta_{19} X13 + \beta_{20} \sqrt[4]{X13} + \beta_{21} X14 + \mu_{\phi i}$$

Inicialmente en las Tablas 52, 64 y 76 se presentaron los coeficientes de regresión de las variables lineales para el modelo 2 evaluado en la hipótesis 1 para los años 2005, 2010 y 2015.

El aporte marginal de las variables X4, X6, X7, X8, X9, X11 y X14 corresponde a los coeficientes respectivos presentados en esas tablas.

El aporte marginal de las variables que forman parte de términos compuestos (en este caso  $X2$ ,  $X3$ ,  $X5$ ,  $X10$ ,  $X12$  y  $X13$ ) se relaciona con la pendiente de la gráfica que la representa, se calcula de acuerdo con la derivada de la función y su aporte está determinados por los valores que esta variable dentro del rango disponible en la base de datos para cada año.

A continuación, se propone la especificación de la ecuación que define la derivada para cada una de ellas, además del valor de cada variable que da lugar a que la derivada o pendiente de cada función alcance un valor de cero, tal y como se explicó al principio de esta sección. Al tratarse de un punto de inflexión, este valor de la variable permite también analizar en qué rangos de la variable el aporte es negativo, en cuales es equivalente a cero y en cuales es positivo. Esta información permite a su vez analizar la importancia y efecto de estas variables en el comportamiento de cada hipótesis. Los coeficientes contenidos en las tablas enunciadas al inicio de esta sección también forman parte de la especificación de las derivadas.

Se presenta la especificación de cada ecuación derivada respecto a la variable que se analiza en cada momento. Esta ecuación y el cálculo del valor de la variable  $X$  (que en este caso puede corresponder a  $X2$ ,  $X3$ ,  $X5$ ,  $X10$ ,  $X12$  y  $X13$ ) que determina el punto de inflexión de la curva se presentan en cada caso en la columna denominada “Valor  $X$ ” en las tablas a continuación.

$$a) \frac{dy}{dX2} = \beta_2 + \frac{\beta_3}{2\sqrt{X2}} + \frac{\beta_4}{4\sqrt[4]{(X2)^3}}$$

$$b) \frac{dy}{dX3} = \beta_5 + \frac{\beta_6}{\ln(10)X3}$$

$$c) \frac{dy}{dX5} = \beta_8 + \frac{\beta_9}{\ln(10)X5}$$

$$d) \frac{dy}{dX10} = \beta_{14} + \frac{\beta_{15}}{2\sqrt[2]{X10}}$$

$$e) \frac{dy}{dX12} = \beta_{17} + \frac{\beta_{18}}{4\sqrt[4]{X12^3}}$$

$$f) \frac{dy}{dX13} = \beta_{19} + \frac{\beta_{20}}{4\sqrt[4]{X13^3}}$$

Las tablas que se presentan a continuación se analizan de acuerdo con las convenciones explicadas al inicio de esta sección.

Modelo 2 y: EmpresasMza		q10		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	Máximo	Máximo	Máximo
X3	Dist_Mza_Estac	Máximo	Máximo	No aporta
X5	Área_Mza	Máximo	Máximo	No aporta
X10	Ingresos_diariosUPZ	No aporta	Mínimo	No aporta
X12	Comercio	Mínimo	Máximo	Máximo
X13	Servicios	Máximo	Máximo	Máximo

Tabla 123. Puntos de inflexión y aporte q10 Modelo 2 - Hipótesis 1 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EmpresasMza		q25		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	Máximo	Máximo	Máximo
X3	Dist_Mza_Estac	Máximo	Máximo	No aporta
X5	Área_Mza	Máximo	Máximo	No aporta
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo	Mínimo	No aporta
X12	Comercio	Mínimo	Máximo	Máximo
X13	Servicios	Máximo	Máximo	Máximo

Tabla 124. Puntos de inflexión y aporte q25 Modelo 2 - Hipótesis 1 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EmpresasMza		q50		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	Máximo	Máximo	Máximo
X3	Dist_Mza_Estac	Máximo	Máximo	No aporta
X5	Área_Mza	Máximo	No aporta	Máximo
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo	Mínimo	Mínimo
X12	Comercio	Máximo	Máximo	Máximo
X13	Servicios	Mínimo	Máximo	Máximo

Tabla 125. Puntos de inflexión y aporte q50 Modelo 2 - Hipótesis 1 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EmpresasMza		q75		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	Mínimo	Mínimo	Máximo
X3	Dist_Mza_Estac	Máximo	Máximo	Máximo
X5	Área_Mza	Máximo	Máximo	Máximo
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo	Mínimo	Mínimo
X12	Comercio	Máximo	No aporta	Máximo
X13	Servicios	Mínimo	Máximo	Máximo

Tabla 126. Puntos de inflexión y aporte q75 Modelo 2 - Hipótesis 1 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EmpresasMza		q90		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	Mínimo	Mínimo	Máximo
X3	Dist_Mza_Estac	Máximo	Máximo	Máximo
X5	Área_Mza	No aporta	No aporta	Máximo
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X12	Comercio	No aporta	Máximo	Máximo
X13	Servicios	Mínimo	Máximo	Máximo

Tabla 127. Puntos de inflexión y aporte q90 Modelo 2 - Hipótesis 1 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

El análisis del comportamiento del aporte de las variables a esta hipótesis en las categorías *Organizaciones*, *Características Geográficas* y *Sistema BRT* presenta resultados diferenciales para los diferentes años de análisis en cada cuantil. El análisis de esta categoría incluye a las variables independientes *EmpleadosMza*, *Dist\_Mza\_Estac*, *Comercio* y *Servicios* en el primer caso, a la variable *Área\_Mza* en el segundo caso y a la variable *Ingresos\_Usuarios\_UPZ* en el tercero. A continuación, este análisis por categoría.

Al analizar la evolución y el aporte de la variable que recoge la cantidad de empleados por manzana y que se ha tomado como proxy de la productividad, esta presenta aportes positivos en los cuantiles q10, q25 y q90 para los tres años y para el año 2015 en los cuantiles q75 y q90. Es decir, la evidencia demuestra que existe una relación directa entre y un aporte creciente en el número de empresas y el número de empleados para los valores inferiores de la base de datos en todos los años y para los valores superiores en el 2015. Se presenta una relación inversa en los otros casos. Esta conclusión se encuentra en concordancia con la literatura y representa la

correspondencia entre la cantidad de empresas en aglomeración y la cantidad de empleados asignados, para los primeros segmentos de la muestra. En este caso el número de empleados llega a un máximo y se evidencia la presencia de empresas de tamaño superior que agrupan a la mayoría de empleados cuando los límites superan este punto de inflexión.

En cuanto a las variables geográficas que representan la distancia de las empresas al Sistema y el tamaño del área que las agrupa se evidencian dos comportamientos: en la mayoría de los cuantiles para todos los años se comprueba un aporte positivo de estas variables y en algunos de ellos no existe un aporte. Interpretando estos resultados se puede afirmar que, la cercanía de las empresas a las estaciones del Sistema propicia la elección de las empresas de escoger su ubicación geográfica teniendo en cuenta el mayor nivel de accesibilidad a las instalaciones de la firma que tienen los ciudadanos al hacer uso de Transmilenio. El punto de inflexión y cambio de comportamiento señalados en las tablas del anexo para cada caso, demuestran que la decisión de ubicación geográfica deja de estar determinada por la cercanía al Sistema después de cierta distancia, lo cual también permite afirmar que cuando la empresa no tiene disponibilidad de ubicarse dentro de un radio de influencia determinado, esta decisión ya no se verá influenciada por el trazado del Sistema. Esta afirmación está de acuerdo con la mayoría de referentes teóricos y empíricos que se han consultado en esta investigación.

Para la variable del grupo de variables relacionadas con el Sistema y que en este caso se trata del total de *Ingresos\_diariosUPZ* se encuentran resultados mixtos, predominando los aportes positivos en del primer segmento de la base de datos el 2005 y los resultados negativos en ese mismo segmento para los años 2010 y 2015. Este resultado también puede interpretarse y analizarse a la luz de la bibliografía consultada, dado que evidencia que en la medida en que crece la utilización del sistema también existe una mayor tendencia de las empresas a localizarse en estos sectores, situación que es válida hasta ciertos niveles límite donde la cantidad de pasajeros no incide o incluso se encuentra en una relación inversa con el número de empresas de la zona.

Para el caso de las variables que recogen la distribución porcentual de cada tipo de actividad económica por manzana para los años 2005, 2010 y 2015, se presentan puntos de inflexión como máximos en la mayoría de los casos en valores diferenciales tales comprendidos entre 0,19 y 1,00. Los aportes específicos para cada caso se pueden consultar en las Tablas correspondientes de los anexos. Esto significa que todos los porcentajes de la base de datos que son menores a esos valores

representarán un aporte positivo y los valores que los superen tendrán un efecto negativo. La anterior conclusión debe sacarse para cada caso en particular atendiendo al valor que se tome de la base de datos y a su correspondiente límite y punto de inflexión para cada año y cuantil. En algunos casos los valores atípicos muestran que el aporte máximo se presenta hasta valores que se encuentran por fuera de los valores de la base de dato, por lo que debe entenderse que su aporte siempre es creciente. En el caso de la variable *Comercio* para el 2005 el modelo de regresión no presenta ningún aporte.

#### 5.4.3. Efecto marginal en el modelo 3 – Hipótesis 1 (y: X1\_EmpresasMza)

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definidos como sigue:

$$EmpresasMza_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(43) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X2 + \beta_3 \sqrt[2]{X2} + \beta_4 \sqrt[4]{X2} + \beta_5 X3 + \beta_6 LOG X3 + \beta_7 X4 + \beta_8 X5 \\ + \beta_9 LOG X5 + \beta_{10} X6 + \beta_{11} X7 + \beta_{12} X8 + \beta_{13} X9 + \beta_{14} X10 + \beta_{15} \sqrt[2]{X10} \\ + \beta_{16} X11 + \beta_{17} X12 + \beta_{18} \sqrt[4]{X12} + \beta_{19} X13 + \beta_{20} \sqrt[4]{X13} + \beta_{21} X14 \\ + \beta_{22} LOG X3 LOG X5 + \beta_{23} \sqrt[16]{X11} LOG X5 + \beta_{24} \sqrt[4]{X14} LOG X5 + \mu_{\phi i}$$

Inicialmente en las Tablas 53, 65 y 77 se presentaron los coeficientes de regresión de las variables lineales para el modelo 3 evaluado en la hipótesis 1 para los años 2005, 2010 y 2015.

El aporte marginal de las variables  $X4, X6, X7, X8$  y  $X9$  corresponde a los coeficientes respectivos presentados en esas tablas.

El aporte marginal de las variables que forman parte de términos compuestos se relaciona con la pendiente del plano de la gráfica que la representa, se calcula de acuerdo con la derivada de la función y su aporte está determinados por los valores que esta variable dentro del rango disponible en la base de datos para cada año.

A continuación, se propone la especificación de la ecuación que define la derivada para cada una de ellas, además del valor de cada variable que da lugar a que la derivada o pendiente de cada función alcance un valor de cero. Al tratarse de un punto de inflexión, este valor de la variable permite también analizar en qué rangos de la variable el aporte es negativo, en cuales es equivalente a cero y en cuales es positivo. Esta información permite a su vez analizar la importancia y efecto

de estas variables en el comportamiento de cada hipótesis. Los coeficientes contenidos en las tablas enunciadas al inicio de esta sección también forman parte de la especificación de las derivadas.

Se presenta la especificación de cada ecuación derivada respecto a la variable que se analiza en cada momento. Esta ecuación y el cálculo del valor de la variable  $X$  (que en este caso puede corresponder a  $X2$ ,  $X3$ ,  $X5$ ,  $X10$ ,  $X11$ ,  $X12$ ,  $X13$  y  $X14$ ) que determina el punto de inflexión de la curva se presentan en cada caso en la columna denominada “Valor  $X$ ” en las tablas a continuación.

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad \frac{dy}{dX2} &= \beta_2 + \frac{\beta_3}{2^2 \sqrt{X2}} + \frac{\beta_4}{4^4 \sqrt{(X2)^3}} \\ \text{b)} \quad \frac{dy}{dX3} &= \beta_5 + \frac{\beta_6}{\ln(10)X3} + \frac{\beta_{22} \ln(X5)}{\ln^2(10)X3} \\ \text{c)} \quad \frac{dy}{dX5} &= \beta_8 + \frac{\beta_9}{\ln(10)X5} + \frac{\beta_{22} \ln(X3)}{\ln^2(10)X5} + \frac{\beta_{23} \sqrt[16]{X11}}{\ln(10)X5} + \frac{\beta_{24} \sqrt[4]{X14}}{\ln(10)X5} \\ \text{d)} \quad \frac{dy}{dX10} &= \beta_{14} + \frac{\beta_{15}}{2^2 \sqrt{X10}} \\ \text{e)} \quad \frac{dy}{dX11} &= \beta_{16} + \frac{\beta_{23} \ln(X5)}{16 \ln(10)X11^{15/16}} \\ \text{f)} \quad \frac{dy}{dX12} &= \beta_{17} + \frac{\beta_{18}}{4^4 \sqrt{X12^3}} \\ \text{g)} \quad \frac{dy}{dX13} &= \beta_{19} + \frac{\beta_{20}}{4^4 \sqrt{X13^3}} \\ \text{h)} \quad \frac{dy}{dX14} &= \beta_{21} + \frac{\beta_{24} \ln(X5)}{4 \ln(10)X14^{3/4}} \end{aligned}$$

Las tablas que se presentan a continuación se analizan de acuerdo con las convenciones explicadas al inicio de esta sección, permitiendo presentar también un análisis general de los comportamientos evidenciados.

Modelo 3 y: EmpresasMza		q10					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	X
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo		Mínimo	
X13	Servicios	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 128. Puntos de inflexión y aporte q10 Modelo 3 - Hipótesis 1 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EmpresasMza		q25					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	X
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	
X13	Servicios	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	X
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 129. Puntos de inflexión y aporte q25 Modelo 3 - Hipótesis 1 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EmpresasMza		q50					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	X
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	
X13	Servicios	Máximo		Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo		Mínimo	X
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 130. Puntos de inflexión y aporte q50 Modelo 3 - Hipótesis 1 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EmpresasMza		q75					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	
X13	Servicios	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	X
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 131. Puntos de inflexión y aporte q75 Modelo 3 - Hipótesis 1 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EmpresasMza		q90					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X13	Servicios	Máximo		Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo		Mínimo	X
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 132. Puntos de inflexión y aporte q90 Modelo 3 - Hipótesis 1 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

La variable *EmpleadosMza* presenta puntos de inflexión máximos y mínimos para los tres años los cuales están contenidos dentro de los rangos válidos en la base de datos, hechos que configuran aportes positivos o negativos de acuerdo con la categoría de los puntos de inflexión señalados. Los cuantiles q10, q25 y q50 para los años 2005 y 2010 presentan puntos de inflexión máximos equivalentes a un aporte positivo en la medida en que la cantidad de empleados crece hasta llegar al punto de inflexión y luego un aporte negativo en este sentido. Para los cuantiles q75 y q90 que agrupan aquellas manzanas con mayor población de empleados, el aporte es negativo en la primera parte de la distribución y positivo a partir del punto de inflexión. También para momentos específicos para el año 2015 presenta de manera simultánea puntos máximos y mínimos lo que configura aportes crecientes y decrecientes del recorrido de la variable dentro de los rangos válidos en la base de datos. Los datos específicos de la situación se presentan en el Anexo 3 correspondiente y sirven para identificar aquellos segmentos donde se validan los postulados teóricos de aglomeración, los que establecen que a mayor cantidad de empresas en el territorio crece también el número de empleados.

La variable compuesta  $X3*X5$  y su recorrido presenta puntos de silla en la mayoría de cuantiles de cada año demostrándose de esta manera que el aporte de cada variable es opuesto al aporte de la que se analiza de manera simultánea en valores específicos, lo que hace interesante el análisis de esta complementariedad. El fenómeno puede analizarse a la luz de los postulados de la teoría y de la lógica de construcción de la variable, donde la cercanía al Sistema de Transporte favorece la cantidad de empresas como resultado de las decisiones estratégicas de accesibilidad y sus ventajas y donde las posibilidades de localización asociada al espacio disponible por unidad territorial favorecen la elección de territorio como estrategia de localización.

La variable *Ingresos\_diarios\_UPZ* no presenta aportes para el primer cuantil de este modelo en ninguno de los tres años y en los restantes presenta un comportamiento mixto. En este sentido y en base a los resultados numéricos del Anexo 3, puede realizarse un análisis detallado de los intervalos donde existe una relación positiva entre el número de empresas y el número de usuarios al Sistema lo que apoyaría la teoría de las ventajas del uso de un Sistema masivo de Transporte y en aquellas donde se encuentran contraejemplos.

La variable compuesta  $X11*X5$  en el 2005 presenta puntos de silla en algunos cuantiles de cada año demostrándose de esta manera que el aporte de cada variable es opuesto al aporte de la que se analiza de manera simultánea en valores específicos, lo que hace interesante el análisis de esta complementariedad. El fenómeno puede analizarse a la luz de los postulados de la teoría y de la lógica de construcción de la variable, donde la existencia de territorios con área mayor favorece las decisiones de localización de las empresas, pero en estos puntos específicos no están asociados a la aglomeración del sector industrial, hecho que también puede analizarse de forma contraria donde la preponderancia del sector industria se presenta en territorios con menores cantidades disponibles de terreno. Por otro lado, la existencia de mínimos y máximos locales o absolutos demuestran la existencia de recorridos donde el aporte es directamente proporcional entre estas dos variables, lo que demostraría la existencia de intervalos decrecientes donde la relación entre la composición económica y el área del terreno es negativa en relación a la cantidad de empresas e intervalos donde esta relación es positiva.

La variable *Comercio* presenta puntos de inflexión máximos y mínimos para los tres años y para algunos cuantiles en los cuales están contenidos dentro de los rangos válidos en la base de

datos, hechos que configuran aportes positivos o negativos de acuerdo con la categoría de los puntos de inflexión señalados.

La variable *Servicios* presenta puntos de inflexión máximos y mínimos para los tres años y en diferentes cuantiles los cuales están contenidos dentro de los rangos válidos en la base de datos, hechos que configuran aportes positivos o negativos de acuerdo con la categoría de los puntos de inflexión señalados. En el 2015 el punto de inflexión máximo supera el límite superior por lo que el aporte siempre es positivo.

La variable compuesta  $X_{14} * X_5$ , presenta en diferentes momentos valores máximos y mínimos que configuran los aportes directa o inversamente proporcionales a la cantidad de empresas en el territorio respecto a la presencia de actividades del sector “Otras” y del área de la manzana. En momentos específicos presenta puntos de silla donde el comportamiento de las dos variables compuestas es opuesto y por tanto su aporte a la hipótesis también lo es. Estos casos deben analizarse teniendo en cuenta los valores del intervalo de la base de datos, los momentos específicos y los valores que posibilitan entender la relación entre estas variables.

### **5.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA HIPÓTESIS 2 (y: $X_{2\_EmpleadosMza}$ )**

En este modelo se utilizan variables de categorías referentes a las organizaciones, a las características geográficas del territorio y a las variables relacionadas con el sistema de transporte BRT objeto de estudio para intentar explicar el comportamiento de la cantidad de Empleados por manzana. Esta hipótesis propuesta se encuentra en concordancia con los planteamientos de Giuliano y Small (1991) al proponer esta variable como un proxy de la productividad y de la actividad económica del territorio.

Es así que este análisis considerará y se referirá en adelante a esta hipótesis como la densidad de trabajadores por unidad geográfica o como la densidad de mano de obra asociada.

#### **5.5.1. Efecto marginal en el modelo 1 – Hipótesis 2 (y: $X_{2\_EmpleadosMza}$ )**

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definidos como sigue:

$$EmpleadosMza_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(44) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 \\ + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} + \mu_{\phi i}$$

Los valores de los coeficientes para cada variable se presentaron en las Tablas 54, 66 y 78 para los años 2005, 2010 y 2015.

Con base en estos resultados, en el valor explicativo que estos valores representan y que cada uno de ellos proporciona en el modelo propuesto, en los siguientes apartados e analizará este aporte marginal utilizando tres categorías de variables tal y como se propuso en el Cuadro 12.

### ➤ **Categoría de variables relacionadas con las Organizaciones**

En cuanto a la categoría de Organizaciones para los años 2005, 2010 y 2015 los resultados muestran resultados diferenciales para cada variable.

En el caso de la distancia de la manzana al Sistema la cual se interpreta como la decisión de ubicación organizacional, el efecto sobre la densidad de trabajadores el resultado es negativo, pero con una intensidad que estadísticamente no es significativa y puede interpretarse como nula.

En el caso de las variables que miden el porcentaje de empresas del sector Comercio y del sector Servicios para los cuantiles q10 y q25 y del sector Otras Actividades para los cuantiles para los cuantiles q10, q25 y q50 los resultados presentan un impacto negativo y menor a la unidad en la densidad de trabajadores. Esto muestra una correlación de baja intensidad y de carácter inverso en estos casos. Para el resto de cuantiles de recorrido y que representan los mayores niveles de densidad laboral, la composición de actividades económicas en las categorías referidas revela impactos positivos pero pequeños en la cantidad de empleados.

En esta clasificación de variables el comportamiento de aquella que recoge el porcentaje de empresas del sector Industria presenta niveles positivos y menores a la unidad en q10, q25 y q90 y aumenta de manera importante para q75 y q90 ubicándose en 1,67 y 3,21.

Lo anterior permite concluir que existe un efecto importante en aquellas zonas que presentan preponderancia del sector industrial en los niveles de empleo y productividad de la ciudad.

Por otro lado y como podría esperarse, el efecto de la cantidad de empresas es positivo y creciente en la cantidad de empleados por unidad geográfica, con niveles que van desde 1,77 en el q10 hasta 5,07 en el q90.

Para el 2010 la evolución respecto al 2005 es bastante notoria.

En cuanto al efecto que tiene la composición empresarial del territorio en la densidad laboral el q10 es impactado en niveles superiores a las 5 y llega a niveles de 12 unidades en los diferentes sectores de actividad. En este sentido las cifras demuestran que existe una correlación importante de los sectores Industria, Comercio y Servicios en la densidad laboral para aquellas zonas donde la densidad de empleados se encuentra en niveles bajos.

Sin embargo y para los cuantiles q25, q50, q75 y q90 el comportamiento se revierte y no solo disminuye, sino que en la mayoría de los casos se torna negativo y su medida es alta.

En este año, la influencia o efecto de la cercanía de las empresas al Sistema en la densidad laboral sigue siendo estadísticamente nula.

Sin embargo y apoyando tanto lo encontrado en la literatura como en los resultados empíricos, el efecto de la cantidad de empresas en el territorio es positivo y creciente en la cantidad de empleados, evidenciándose niveles altos de densidad con efectos hasta de 5,28 en el q90.

El caso del 2015 es similar en su comportamiento al del 2010 en relación con el impacto de la composición sectorial de las manzanas en la cantidad de empleados. Para los sectores Comercio, Industria y Servicios existe evidencia de una correlación inversa negativa con niveles altos lo que contradice la literatura. Para el caso del sector de Otras Actividades en los cuantiles q10, q25 y q50 ocurre lo mismo que en los otros sectores y para los cuantiles que recogen la mayor densidad de empleo el efecto es estadísticamente nulo. De esa manera se deduce que en el 2015 la influencia de empresas que no se encuentran dentro de los tres sectores principales no favorece la productividad.

Para el 2015 se encuentra que el efecto de la variable que agrupa la distancia de las empresas al Sistema presenta un efecto igual a cero (0) en la densidad y productividad empresarial.

Para este mismo año en el caso de la evaluación del impacto de la densidad de aglomeración en la densidad laboral es similar en comportamiento y supera en intensidad a lo ocurrido en 2010. En este caso, el aumento de una unidad en la cantidad de empresas por manzana en la cantidad de empleados puede significar hasta 9,61 en el q90 de la parte alta del recorrido de la hipótesis. Este es el resultado más notorio de esta categoría de variables en esta hipótesis.

➤ **Categoría de variables relacionadas con las Características Geográficas del territorio**

Durante el 2005 y de manera similar a lo ocurrido en el Modelo 1, las variables asociadas a las características del territorio presentan niveles y efectos bastante bajos para el recorrido de la hipótesis llegando a ser en la mayoría de los casos estadísticamente no significativos.

Su comportamiento es mixto y en algunos casos el efecto es directamente proporcional y en otros lo es inverso, pero puede asemejarse a cero (0) en términos generales.

Para los años 2010 y 2015 también se decide considerar de manera semejante el impacto de este grupo de variables al ser mínimo, destacando que en el 2015 es totalmente nulo durante todo el recorrido de distribución cuantílica.

➤ **Categoría de variables relacionadas con el Sistema BRT**

En cuanto a la categoría de variables relacionadas con el Sistema de Transporte BRT para el año 2005, los resultados muestran que el aporte marginal las dos variables es diferente.

Durante el 2005, el 2010 y el 2015 el efecto de la variable asociada a la utilización del sistema se comporta de manera mixta, pero con niveles de intensidad bastante bajos lo que permite afirmar que su efecto en la hipótesis es nulo.

Para el 2005, la variable que evalúa la presencia del sistema por medio de la medición de las estaciones agrupadas por unidad territorial presenta impactos positivos e importantes para algunos de los cuantiles. Durante el q10 y el q25 su evaluación es de 0,36 y 0,56 mientras que, para los q50, q75 y q90 su efecto es cercano a la unidad. De esto se puede afirmar que por cada variación equivalente a una estación en la unidad territorial ocurre un cambio de un empleado por manzana. Sin embargo y al evaluar las escalas y unidades de medida de cada variable, este aporte puede no ser representativo dado que un aporte de un empleado por cada estación no es muy alto.

Para el 2010 el comportamiento creciente a lo largo de los cuantiles sigue siendo consistente, pero la intensidad en esta evaluación aumenta su importancia siendo el cuantil q90 el más representativo, donde una variación de una estación del sistema en cada unidad territorial representa una variación de hasta 5,27 empleados por manzana.

Sin embargo y para el 2015 los resultados contradicen totalmente a la literatura, a otras investigaciones y a la experiencia empírica, resultando en que la variación de la cantidad de estaciones del Sistema no tiene ninguna influencia en la cantidad de empleados de esa unidad geográfica. Este es un resultado a profundizar, debido a que significaría que la expansión del Sistema BRT en el territorio no tiene ningún efecto en la densidad laboral de la ciudad.

### 5.5.2. Efecto marginal en el modelo 2 – Hipótesis 2 (y: X2\_EmpleadosMza)

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definidos como sigue:

$$EmpleadosMza_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(45) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X1 + \beta_3 X3 + \beta_4 LOG X3 + \beta_5 X4 + \beta_6 X5 + \beta_7 LOG X5 + \beta_8 X6 \\ + \beta_9 X7 + \beta_{10} X8 + \beta_{11} X9 + \beta_{12} X10 + \beta_{13} \sqrt[2]{X10} + \beta_{14} X11 + \beta_{15} X12 \\ + \beta_{16} \sqrt[4]{X12} + \beta_{17} X13 + \beta_{18} \sqrt[4]{X13} + \beta_{19} X14 + \mu_{\phi i}$$

Inicialmente en las Tablas 55, 67 y 79 se presentaron los coeficientes de regresión de las variables lineales para el modelo 2 evaluado en la hipótesis 2 para los años 2005, 2010 y 2015.

El aporte marginal de las variables X1, X4, X6, X7, X8, X9, X11 y X14 corresponde a los coeficientes respectivos presentados en esas tablas.

El aporte marginal de las variables que forman parte de términos compuestos (en este caso X3, X5, X10, X12 y X13) se relaciona con la pendiente de la gráfica que la representa, se calcula de acuerdo con la derivada de la función y su aporte está determinados por los valores que esta variable dentro del rango disponible en la base de datos para cada año.

A continuación, se presenta la especificación de la ecuación que define la derivada para cada una de ellas, además del valor de cada variable que da lugar a que la derivada o pendiente de cada función alcance un valor de cero. Al tratarse de un punto de inflexión, este valor de la variable permite también analizar en qué rangos de la variable el aporte es negativo, en cuales es equivalente a cero y en cuales es positivo. Esta información permite a su vez analizar la importancia y efecto de estas variables en el comportamiento de cada hipótesis. Los coeficientes contenidos en las tablas enunciadas al inicio de esta sección también forman parte de la especificación de las derivadas.

A continuación se presenta la especificación de cada ecuación derivada respecto a la variable que se analiza en cada momento. Esta ecuación y el cálculo del valor de la variable X (que en este caso puede corresponder a X3, X5, X10, X12 y X13) que determina el punto de inflexión de la curva se presentan en cada caso en la columna denominada “Valor X” en las tablas a continuación.

$$a) \frac{dy}{dX3} = \beta_3 + \frac{\beta_4}{\ln(10)X3}$$

$$b) \frac{dy}{dX5} = \beta_6 + \frac{\beta_7}{\ln(10)X5}$$

$$c) \frac{dy}{dX10} = \beta_{12} + \frac{\beta_{13}}{2\sqrt{X10}}$$

$$d) \frac{dy}{dX12} = \beta_{15} + \frac{\beta_{16}}{4\sqrt[4]{X12^3}}$$

$$e) \frac{dy}{dX13} = \beta_{17} + \frac{\beta_{18}}{4\sqrt[4]{X13^3}}$$

Las tablas que se presentan a continuación se analizan de acuerdo con las convenciones explicadas al inicio de esta sección.

Modelo 2 y: EmpleadosMza		q10		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X3	Dist_Mza_Estac	Mínimo	Mínimo	No aporta
X5	Área_Mza	Máximo	No aporta	No aporta
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Mínimo	No aporta
X12	Comercio	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X13	Servicios	Máximo	Mínimo	Mínimo

Tabla 133. Puntos de inflexión y aporte q10 Modelo 2 - Hipótesis 2 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EmpleadosMza		q25		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X3	Dist_Mza_Estac	Máximo	Máximo	No aporta
X5	Área_Mza	Máximo	Máximo	No aporta
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Mínimo	No aporta
X12	Comercio	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X13	Servicios	Máximo	Máximo	Mínimo

Tabla 134. Puntos de inflexión y aporte q25 Modelo 2 - Hipótesis 2 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EmpleadosMza		q50		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X3	Dist_Mza_Estac	Máximo	Máximo	No aporta
X5	Área_Mza	Máximo	Mínimo	No aporta
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Mínimo	No aporta
X12	Comercio	Mínimo	No aporta	Mínimo
X13	Servicios	Máximo	Mínimo	Mínimo

Tabla 135. Puntos de inflexión y aporte q50 Modelo 2 - Hipótesis 2 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EmpleadosMza		q75		
		Categoría	Categoría	Categoría
X3	Dist_Mza_Estac	Máximo	Máximo	No aporta
X5	Área_Mza	Máximo	Máximo	No aporta
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Mínimo	No aporta
X12	Comercio	Mínimo	No aporta	Mínimo
X13	Servicios	Máximo	Mínimo	Mínimo

Tabla 136. Puntos de inflexión y aporte q75 Modelo 2 - Hipótesis 2 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EmpleadosMza		q90		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X3	Dist_Mza_Estac	Máximo	Máximo	No aporta
X5	Área_Mza	Máximo	Máximo	Máximo
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Mínimo	No aporta
X12	Comercio	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X13	Servicios	Máximo	Mínimo	Mínimo

Tabla 137. Puntos de inflexión y aporte q90 Modelo 2 - Hipótesis 2 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

El análisis del comportamiento del aporte de las variables a esta hipótesis en las categorías *Organizaciones, Características Geográficas y Sistema BRT* presenta resultados diferenciales para los diferentes años de análisis en cada cuantil. El análisis de esta categoría incluye a las variables independientes *Dist\_Mza\_Estac, Comercio y Servicios* en el primer caso, a la variable *Área\_Mza* en el segundo caso y a la variable *Ingresos\_Usuarios\_UPZ* en el tercero. A continuación, este análisis por categoría.

En el año 2005 y para el cuantil q10, la variable *Dist\_Mza\_Estac* tiene un punto de inflexión mínimo lo que sugiere que existe una relación inversa en ese segmento donde las empresas que presentan una menor distancia al Sistema incrementan el promedio de empleados. Es decir, a menor distancia mayor es la cantidad de empleados. Esta situación es consistente con la literatura y válida hasta el punto de inflexión, a partir del cual se revierte la relación. Para los demás cuantiles del año 2005 y la totalidad del 2010, la distribución presenta una relación positiva equivalente a un comportamiento creciente en el número de empleados en la medida en que aumenta la distancia de la empresa al Sistema. Dado que esta variable representa la productividad de los sectores, en estos casos puede asegurarse que en ese segmento existe menor oportunidad de empleo y se esperaría que, de acuerdo con la teoría, esta situación sea válida solo para ciertos valores dado que al alcanzarse el punto de inflexión existe una relación inversa que favorecería la teoría donde la cercanía al Sistema favorece la oferta de empleo. Para la totalidad del año 2015, los resultados reportan una ausencia de aporte lo que puede interpretarse que, en ese año, no puede identificarse una relación entre estos dos aspectos.

Para la variable *Área\_Mza* presenta un comportamiento inicial creciente y positivo en su aporte al número de empleados lo que evidencia que en la medida en que el área de análisis en la que está ubicada la empresa aumenta, el número de empleados también lo hace. El intervalo en que esta situación se presenta debe evaluarse a la luz de los valores de la regresión presentados en las tablas correspondientes de los anexos, esperándose que se valide para la mayoría del recorrido y hacerse consistente con la teoría consultada tendiente a la identificación de aglomeraciones. Para la totalidad del año 2015, los resultados reportan una ausencia de aporte lo que puede interpretarse que, en ese año, no puede identificarse una relación entre estos dos aspectos.

Para la variable *Ingresos\_diariosUPZ* se presenta un comportamiento similar a la variable anterior pero en sentido contrario, encontrándose en todos los casos del 2005 y 2010 una relación inversa entre el número de pasajeros y el número de empleados. Esto podría significar que no hay una relación entre estas dos variables, causado posiblemente por la cobertura del Sistema. Al presnetarse el punto de inflexión del recorrido y configurarse un segundo segmento donde el aporte es creciente, se determina una evaluación consistente con la literatura y con las ventajas de movilidad que ofrece el Sistema. Un análisis de los valores que determinan este comportamiento se encuentra en el anexo. Para la totalidad del año 2015, los resultados reportan una ausencia de aporte lo que puede interpretarse que, en ese año, no puede identificarse una relación entre estos dos aspectos.

Para el caso de las variables que recogen la distribución porcentual de cada tipo de actividad económica por manzana para los años 2005, 2010 y 2015, se presentan puntos de inflexión como mínimos en la mayoría de los casos en valores -comprendidos entre 0,00 y 0,45. Los valores específicos para cada caso se pueden consultar en la Tabla 133 de los anexos. Esto significa que todos los porcentajes de la base de datos que son menores a valores representarán un aporte negativo y los valores que los superen tendrán un efecto positivo. El sector *Servicios* presenta un mínimo en el 2015 de 35,80 que al tratarse de un valor que supera el máximo posible para este tipo de datos y a su vez se presenta como un mínimo de la curva, significa que todos los valores para este cuantil y año correspondiente a esta variable son negativos en su aporte.

### 5.5.3. Efecto marginal en el modelo 3 – Hipótesis 2 (y: X2\_EmpleadosMza)

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definidos como sigue:

$$EmpleadosMza_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(50) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X1 + \beta_3 X3 + \beta_4 LOG X3 + \beta_5 X4 + \beta_6 X5 + \beta_7 LOG X5 + \beta_8 X6 \\ + \beta_9 X7 + \beta_{10} X8 + \beta_{11} X9 + \beta_{12} X10 + \beta_{13} \sqrt[2]{X10} + \beta_{14} X11 + \beta_{15} X12 \\ + \beta_{16} \sqrt[4]{X12} + \beta_{17} X13 + \beta_{18} \sqrt[4]{X13} + \beta_{19} X14 + \beta_{20} LOG X3 LOG X5 \\ + \beta_{21} \sqrt[16]{X11} LOG X5 + \beta_{22} \sqrt[4]{X14} LOG X5 + \mu_{\phi i}$$

Inicialmente en las Tablas 56, 68 y 80 se presentaron los coeficientes de regresión de las variables lineales para el modelo 3 evaluado en la hipótesis 2 para los años 2005, 2010 y 2015.

El aporte marginal de las variables  $X1, X4, X6, X7, X8$  y  $X9$  corresponde a los coeficientes respectivos presentados en esas tablas.

El aporte marginal de las variables que forman parte de términos compuestos se relaciona con la pendiente de la gráfica que la representa, se calcula de acuerdo con la derivada de la función y su aporte está determinados por los valores que esta variable dentro del rango disponible en la base de datos para cada año.

A continuación, se propone la especificación de la ecuación que define la derivada para cada una de ellas, además del valor de cada variable que da lugar a que la derivada o pendiente de cada función alcance un valor de cero. Al tratarse de un punto de inflexión, este valor de la variable permite también analizar en qué rangos de la variable el aporte es negativo, en cuales es equivalente a cero y en cuales es positivo. Esta información permite a su vez analizar la importancia y efecto de estas variables en el comportamiento de cada hipótesis. Los coeficientes contenidos en las tablas enunciadas al inicio de esta sección también forman parte de la especificación de las derivadas.

Se presenta la especificación de cada ecuación derivada respecto a la variable que se analiza en cada momento. Esta ecuación y el cálculo del valor de la variable  $X$  (que en este caso puede corresponder a  $X3, X5, X10, X11, X12, X13$  y  $X14$ ) que determina el punto de inflexión de la curva se presentan en cada caso en la columna denominada “Valor  $X$ ” en las tablas a continuación.

$$a) \frac{dy}{dX3} = \beta_3 + \frac{\beta_4}{\ln(10)X3} + \frac{\beta_{20} \ln(X5)}{\ln^2(10)X3}$$

$$b) \frac{dy}{dX5} = \beta_6 + \frac{\beta_7}{\ln(10)X5} + \frac{\beta_{20} \ln(X3)}{\ln^2(10)X5} + \frac{\beta_{21} \sqrt[16]{X11}}{\ln(10)X5} + \frac{\beta_{22} \sqrt[4]{X14}}{\ln(10)X5}$$

$$c) \frac{dy}{dX10} = \beta_{12} + \frac{\beta_{13}}{2 \sqrt[2]{X10}}$$

$$d) \frac{dy}{dX11} = \beta_{14} + \frac{\beta_{21} \ln(X5)}{16 \ln(10)X3^{15/16}}$$

$$e) \frac{dy}{dX12} = \beta_{15} + \frac{\beta_{16}}{4 \sqrt[4]{X12^3}}$$

$$f) \frac{dy}{dX13} = \beta_{17} + \frac{\beta_{18}}{4 \sqrt[4]{X13^3}}$$

$$g) \frac{dy}{dX_{14}} = \beta_{19} + \frac{\beta_{22} \ln(X_5)}{4 \ln(10) X_3^{3/4}}$$

h) Las tablas que se presentan a continuación se analizan de acuerdo con las convenciones explicadas al inicio de esta sección, permitiendo presentar también un análisis general de los comportamientos evidenciados.

i)

Modelo 3 y: EmpleadosMza		q10					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X5	Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X10	Ingresos_diariousUPZ	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X13	Servicios	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 138. Puntos de inflexión y aporte q10 Modelo 3 - Hipótesis 2 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EmpleadosMza		q25					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X5	Área_Mza	Máximo		Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo		Mínimo	
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X13	Servicios	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 139. Puntos de inflexión y aporte q25 Modelo 3 - Hipótesis 2 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EmpleadosMza		q50					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X5	Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X13	Servicios	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 140. Puntos de inflexión y aporte q50 Modelo 3 - Hipótesis 2 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EmpleadosMza		q75					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X5	Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X13	Servicios	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 141. Puntos de inflexión y aporte q75 Modelo 3 - Hipótesis 2 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EmpleadosMza		q90					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X5	Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X13	Servicios	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo		Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 142. Puntos de inflexión y aporte q90 Modelo 3 - Hipótesis 2 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

La variable compuesta  $X3*X5$  presenta un puntos mínimos y puntos de inflexión máximos a lo largo de su recorrido durante los años 2005 y 2010, situación que al evaluarse a la luz del valor de estos puntos en las tablas del Anexo 3, permiten identificar los aportes positivos o negativos a la variable dependiente. Para el año 2015 y durante los cuantiles  $q10$ ,  $q25$ ,  $q50$  y  $q75$  no existen aportes de esta variable compuesta, lo que permite afirmar que carece de valor predictivo en esas instancias y no es útil para predecir la cantidad de empleados en el territorio. Sin embargo en el cuantil  $q90$ , esta variable presenta aportes positivos y negativos lo que permite un análisis de acuerdo con los valores contenidos en el Anexo 3.

La variable *Área\_Mza* presenta puntos de inflexión máximos y mínimos para todos los casos del 2005 y no existen aportes en el cuantil  $q10$  2010 ni en el 2015 ni para el cuantil  $q25$  y cuantil  $q50$  para el 2015, hechos que configuran aportes positivos o negativos para el primer año de acuerdo con la categoría de los puntos de inflexión señalados. Esta característica permite afirmar que el poder predictivo del tamaño del territorio en el que se ubican las empresas tiene aportes puntuales para la cantidad de empleados en el mismo territorio, pero para algunos casos no es útil.

La variable *Ingresos\_diarios\_UPZ* analizada para los años 2005 y 2010 presenta puntos de inflexión máximos y mínimos los cuales están contenidos dentro de los rangos válidos en la base de datos, hechos que configuran aportes positivos o negativos de acuerdo con la categoría de los puntos de inflexión señalados. En el 2015 no existen aportes, lo que evidencia la ausencia de poder de predicción para ese período evidenciando que la cantidad de pasajeros del Sistema no permite predecir la cantidad de empleados del territorio.

La variable compuesta  $X11*X5$  presenta límites y puntos de inflexión mínimos, máximos o de las dos categorías de manera simultánea en algunos casos permitiendo de esta manera su análisis específico durante el recorrido de distribución. Esta característica dota a esta variable compuesta de un poder de predicción útil para los análisis derivados de esta investigación.

Las variable *Comercio y Servicios* presentan puntos de inflexión máximos y mínimos para los tres años los cuales están contenidos dentro de los rangos válidos en la base de datos, hechos que configuran aportes positivos o negativos de acuerdo con la categoría de los puntos de inflexión señalados. Esta característica constante a lo largo del recorrido y sus puntos de inflexión, permiten

que la proporción de distribución por tipo de actividad en las unidades territoriales se convierta en una característica que permita predecir la cantidad de empleados en el territorio.

La variable compuesta X14\*X5 presenta diferentes puntos mínimos, máximos durante el recorrido y en algunos casos presenta las dos características de manera simultánea abarcando valores que están contenidos dentro de la base de datos configurándose de esta forma aportes negativos y positivos según sea el caso. Esta variedad de posibilidades de análisis permite considerar esta variable compuesta como útil para predecir la cantidad de empleados en el territorio.

### 5.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA HIPÓTESIS 3 (y: X3\_Dist\_Mza\_Estac)

En este modelo se utilizan variables de categorías referentes a las organizaciones, a las características geográficas del territorio y a las variables relacionadas con el sistema de transporte BRT objeto de estudio para intentar explicar el comportamiento de la ubicación y las decisiones estratégicas de localización de las empresas en el territorio, evaluando la distancia euclidiana media comprendida entre la unidad de agrupación territorial escogida y la estación del Sistema más cercana. De acuerdo con los planteamientos de esta investigación y siguiendo las propuestas de Niehaus, Galilea y Hurtubia (2016) y de Santos Vázquez (2018), esta variable se toma como un proxy de la accesibilidad del sistema BRT.

#### 5.6.1. Efecto marginal en el modelo 1 – Hipótesis 3 (y: X3\_Dist\_Mza\_Estac)

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definidos como sigue:

$$Dist\_Mza\_Estac_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(46) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X1 + \beta_3 X2 + \beta_4 X4 + \beta_5 X5 + \beta_6 X6 + \beta_7 X7 + \beta_8 X8 + \beta_9 X9 \\ + \beta_{10} X10 + \beta_{11} X11 + \beta_{12} X12 + \beta_{13} X13 + \beta_{14} X14 + \mu_{\phi i}$$

Los valores de los coeficientes para cada variable se presentaron en las Tablas 57, 69 y 81 para los años 2005, 2010 y 2015.

Con base en estos resultados, en el valor explicativo que estos valores representan y que cada uno de ellos proporciona en el modelo propuesto, en los siguientes apartados e analizará este aporte marginal utilizando tres categorías de variables tal y como se propuso en el Cuadro 12.

➤ **Categoría de variables relacionadas con las Organizaciones**

Al evaluar esta categoría y su impacto en la cobertura del Sistema se encuentran los siguientes resultados:

En el año 2005 el impacto de la cantidad de empresas en la cercanía de las mismas al Sistema evidencia aun comportamiento negativo es los 4 primeros cuantiles con valores que oscilan entre -1,33 y -0,44. La interpretación de estos resultados muestra que en el espectro que reúne las  $\frac{3}{4}$  partes de empresas más cercanas a Transmilenio, la presencia de cada empresa adicional en la manzana de análisis impacta en la disminución de la distancia analizada. O En otras palabras, se encuentra una evidencia de la tendencia a la conformación de aglomeraciones dentro del área de influencia del Sistema, lo cual está en concordancia con lo evidenciado en la sección de este trabajo dedicada a la evidencia descriptiva de la evolución del posicionamiento organizacional en la ciudad.

La variable que mide la cantidad de empleados por unidad geográfica en la variable dependiente y como era de esperarse, presenta un comportamiento consecuente con el párrafo anterior, donde la mayor aglomeración de actividad económica se encuentra en las zonas pertenecientes al área de influencia del Sistema, hecho que se evidencia en los resultados negativos del coeficiente de regresión para todos los cuantiles.

El comportamiento de las cuatro variables que miden la composición del tipo de empresa en cada manzana presenta resultados mixtos pero con una tendencia similar en la mayoría de los casos, como se describe a continuación: para el sector Industria los resultados positivos comprendidos entre 72,10 y 630,68 proponen que el aumento de presencia de este tipo de empresas en el área analizada impacta en el aumento de la distancia al Sistema; para el sector Comercio solo se encuentra un coeficiente positivo en el cuantil q90 que agrupa las empresas más alejadas del Sistema lo cual puede interpretarse como la tendencia a que las empresas comerciales se localicen en cercanías de las estaciones; para el sector Servicios se retoman las tipologías de resultados presentes para el sector Industria lo que puede interpretarse como indicador de que no existen fenómenos de atracción geográfica desde el Sistema a las empresas de este sector; para el sector de Otras Actividades existe evidencia de esta atracción para aquellas cercanas a las estaciones pero

evidencia de ausencia de atracción para aquellas entran en los tres cuantiles más alejados del Sistema.

Para el año 2010 en cuanto al impacto de la cantidad de empresas en su localización se encuentran resultados mixtos: los coeficientes negativos en los dos primeros cuantiles indican que en aquellas manzanas cercanas al Sistema, existe un comportamiento inverso entre las aglomeraciones y la distancia o lo que es lo mismo, una tendencia a ubicarse cerca a este. Pero para los 3 cuantiles superiores la tendencia se revierte.

En cuanto a la cantidad de empleados los coeficientes menores a 1 proponen que el aumento de fuerza laboral incide en la disminución de la distancia al Sistema en la medida que muestran los coeficientes para cada cuantil en valores que oscilan entre 0 y 0,1. Lo anterior se considera estadísticamente no significativo.

Los resultados de los tipos de actividad presentan resultados significativos para las empresas de Industria, Servicios y Otras Actividades en sentido inversamente proporcional con coeficientes emprendidos entre -80,25 y -218,67 y directamente proporcional para los tipos Comercio con coeficientes entre 11,34 y 64,54. La interpretación de lo anterior muestra que tendencias de aumento en la composición por manzana para los tres primeros tipos favorecen las aglomeraciones dentro de la zona de influencia del Sistema y no favorecen la aglomeración para el último caso.

Para el 2015 existen resultados en diferentes sentidos. En cuanto a la cantidad de empresas estas favorecen la cercanía al Sistema, lo cual no se presenta al analizar la cantidad de empleados lo que presenta una contradicción teórica. El impacto en la conformación de aglomeraciones por sector en los 4 casos son inversamente proporcionales en su coeficiente, lo cual es un indicador que demuestra la evidencia de conformación de aglomeraciones presentada en la Sección III de este trabajo.

➤ **Categoría de variables relacionadas con las Características Geográficas del territorio**

En cuanto a la categoría de Características Geográficas y las cinco variables que se utilizan en este modelo, pueden destacarse diferentes situaciones:

Para el 2005 los coeficientes en todos los cuantiles presentan valores que se encuentran entre -0,01 y 0,07 lo cual es estadísticamente representativo. En tal sentido puede afirmarse que

para este año e hipótesis las variables de tipo geográfico no impactan de manera significativa la distancia entre los objetos de estudio.

Para el año 2010 la tendencia del 2005 se repite y los coeficientes se encuentran entre -0,020 y 0,06 por lo que la conclusión es similar.

Para el 2015 existe la misma tendencia se repite con coeficientes comprendidos entre valores cercanos al 0 y 0,08 haciéndose también válida la misma conclusión.

En general puede afirmarse que el impacto de las variables de tipo geográfico es mínimo para los 3 años en el caso de esta hipótesis.

➤ **Categoría de variables relacionadas con el Sistema BRT**

En cuanto a la categoría de variables relacionadas con el Sistema de Transporte BRT, los resultados muestran que el aporte marginal las dos variables es diferente en cada caso, de acuerdo con los análisis presentados a continuación.

En el año 2005 los resultados relacionados con la presencia de estaciones del Sistema en el área de análisis y su impacto en la elección de ubicación de las empresas es concordante con la teoría y con la literatura. Sus coeficientes son negativos y crecientes en magnitud a medida que avanzan los cuantiles con valores comprendidos entre -97,53 y -579,41. Estos resultados son una clara demostración de las fuerzas centrípetas que presentó el Sistema para este año donde la presencia de cada estación llegó a reducir hasta 580 metros aproximadamente la distancia referida.

En el mismo sentido en el año 2010 los coeficientes fluctúan entre -108,66 y -618,71 lo cual no solo confirma la misma tendencia del año anterior, sino que presenta niveles de impacto inverso más fuertes sustentando los procesos de atracción donde la presencia de cada estación llegó a reducir hasta 620 metros esta distancia.

Para el año 2010 permanece la tendencia inversa o de reducción de distancias entre las empresas y el Sistema en relación con la presencia de nuevas estaciones, disminuyendo en cierta medida en este caso el valor de los coeficientes que ahora oscilan entre -94,35 y -327,78. Lo anterior continúa demostrando la validez de argumentos de la literatura y de las hipótesis de este estudio, entendiéndose la disminución del impacto a causa el desarrollo del Sistema y el aumento de cobertura asociado a nuevas estaciones en el período de 10 años abordado, al avance en la

implementación de otros componentes del transporte público en la ciudad, a los cambios en el uso del suelo y de la dinámica empresarial de la ciudad y al aumento de densidad de la misma.

Para la variable que recoge los ingresos diarios al Sistema no se encuentra significancia en los resultados ni en la hipótesis, por lo que para este caso se considera no significativa.

Los resultados identificados en este apartado son consistentes con los postulados propuestos en la literatura. De esta manera la comprobación empírica y los hallazgos de esta investigación en relación a esta hipótesis, se consideran de gran importancia en el estudio dado que apoyan y soportan lo esgrimido como argumento inicial de la propuesta de investigación.

### 5.6.2. Efecto marginal en el modelo 2 – Hipótesis 3 (y: X3\_Dist\_Mza\_Estac)

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definidos como sigue:

$$Dist\_Mza\_Estac_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(47) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X1 + \beta_3 X2 + \beta_4 \sqrt[2]{X2} + \beta_5 \sqrt[4]{X2} + \beta_6 X4 + \beta_7 X5 + \beta_8 LOG X5 \\ + \beta_9 X6 + \beta_{10} X7 + \beta_{11} X8 + \beta_{12} X9 + \beta_{13} X10 + \beta_{14} \sqrt[2]{X10} + \beta_{15} X11 \\ + \beta_{16} X12 + \beta_{17} \sqrt[4]{X12} + \beta_{18} X13 + \beta_{19} \sqrt[4]{X13} + \beta_{20} X14 + \mu_{\phi i}$$

Inicialmente en las Tablas 58, 70 y 82 se presentaron los coeficientes de regresión de las variables lineales para el modelo 2 evaluado en la hipótesis 3 para los años 2005, 2010 y 2015.

El aporte marginal de las variables  $X1, X4, X6, X7, X8, X9, X11$  y  $X14$  corresponde a los coeficientes respectivos presentados en esas tablas.

El aporte marginal de las variables que forman parte de términos compuestos (en este caso  $X2, X5, X10, X12$  y  $X13$ ) se relaciona con la pendiente de la gráfica que la representa, se calcula de acuerdo con la derivada de la función y su aporte está determinados por los valores que esta variable dentro del rango disponible en la base de datos para cada año.

A continuación se presenta la especificación de la ecuación que define la derivada para cada una de ellas, además del valor de cada variable que da lugar a que la derivada o pendiente de cada función alcance un valor de cero. Al tratarse de un punto de inflexión, este valor de la variable

permite también analizar en qué rangos de la variable el aporte es negativo, en cuales es equivalente a cero y en cuales es positivo. Esta información permite a su vez analizar la importancia y efecto de estas variables en el comportamiento de cada hipótesis. Los coeficientes contenidos en las tablas enunciadas al inicio de esta sección también forman parte de la especificación de las derivadas.

A continuación se presenta la especificación de cada ecuación derivada respecto a la variable que se analiza en cada momento. Esta ecuación y el cálculo del valor de la variable X (que en este caso puede corresponder a X2, X5, X10, X12 y X13) que determina el punto de inflexión de la curva se presentan en cada caso en la columna denominada “Valor X” en las tablas a continuación.

$$a) \frac{dy}{dX2} = \beta_3 + \frac{\beta_4}{2\sqrt{X2}} + \frac{\beta_5}{4\sqrt[4]{(X2)^3}}$$

$$b) \frac{dy}{dX5} = \beta_7 + \frac{\beta_8}{\ln(10)X5}$$

$$c) \frac{dy}{dX10} = \beta_{13} + \frac{\beta_{14}}{2\sqrt[2]{X10}}$$

$$d) \frac{dy}{dX12} = \beta_{16} + \frac{\beta_{17}}{4\sqrt[4]{X12^3}}$$

$$e) \frac{dy}{dX13} = \beta_{18} + \frac{\beta_{19}}{4\sqrt[4]{X13^3}}$$

Las tablas que se presentan a continuación se analizan de acuerdo con las convenciones explicadas al inicio de esta sección.

Modelo 2 Dist_Mza_Estac		q10		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X5	Área_Mza	Máximo	Máximo	Máximo
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X12	Comercio	No aporta	No aporta	No aporta
X13	Servicios	Máximo	No aporta	No aporta

Tabla 143. Puntos de inflexión y aporte q10 Modelo 2 - Hipótesis 3 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2		q25		
Dist_Mza_Estac		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	Mínimo	Mínimo	Máximo
X5	Área_Mza	Máximo	Máximo	Máximo
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X12	Comercio	Máximo	Máximo	Mínimo
X13	Servicios	Máximo	Máximo	No aporta

Tabla 144. Puntos de inflexión y aporte q25 Modelo 2 - Hipótesis 3 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2		q50		
Dist_Mza_Estac		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X5	Área_Mza	Máximo	Máximo	Máximo
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X12	Comercio	Máximo	No aporta	No aporta
X13	Servicios	Máximo	Máximo	Máximo

Tabla 145. Puntos de inflexión y aporte q50 Modelo 2 - Hipótesis 3 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2		q75		
Dist_Mza_Estac				
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X5	Área_Mza	No aporta	Máximo	Máximo
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X12	Comercio	Máximo	No aporta	Mínimo
X13	Servicios	Máximo	Máximo	Máximo

Tabla 146. Puntos de inflexión y aporte q75 Modelo 2 - Hipótesis 3 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2		q90		
Dist_Mza_Estac		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X5	Área_Mza	Máximo	Máximo	Máximo
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Mínimo	Mínimo
X12	Comercio	Máximo	Máximo	Mínimo
X13	Servicios	Máximo	Máximo	Máximo

Tabla 147. Puntos de inflexión y aporte q90 Modelo 2 - Hipótesis 3 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

El análisis del comportamiento del aporte de las variables a esta hipótesis en las categorías *Organizaciones*, *Características Geográficas* y *Sistema BRT* presenta resultados diferenciales para los diferentes años de análisis en cada cuantil. El análisis de esta categoría incluye a las variables independientes *EmpleadosMza*, *Comercio* y *Servicios* en el primer caso, a la variable *Área\_Mza* en el segundo caso y a la variable *Ingresos\_Usuarios\_UPZ* en el tercero. A continuación, este análisis por categoría.

Para los años 2005, 2010 y 2015 en la mayoría de los casos, el recorrido de la primera variable que condensa la cantidad de empleados en *EmpleadosMza* y su influencia en la hipótesis presenta puntos de inflexión mínimos lo que evidencia la relación inversa y negativa donde el aporte de la disminución de una unidad en la cantidad de empleados por manzana deriva en un aumento en la distancia de las empresas al Sistema. Esta situación es concordante con la hipótesis anterior donde el aumento en la distancia favorecía el aumento de empleados. En este caso la relación se mantiene ya que la menor cantidad de empleados se asocia a mayores niveles de distancia hacia Transmilenio, lo cual también funciona de manera inversa apoyando lo encontrado en la literatura sobre las ventajas de la proximidad al Sistema. También debe evaluarse esta situación y el cambio de comportamiento a la luz de los valores de la base de datos y de los puntos de inflexión.

Para la variable *Área\_Mza* presenta un comportamiento inicial creciente y positivo en su aporte al número de empleados lo que evidencia que en la medida en que el área de análisis en la que está ubicada la empresa aumenta, el número de empleados también lo hace. El intervalo en que esta situación se presenta debe evaluarse a la luz de los valores de la regresión presentados en las tablas de los anexos correspondientes al modelo, esperándose que se valide para la mayoría del recorrido y hacerse consistente con la teoría consultada tendiente a la identificación de aglomeraciones. Para la totalidad del año 2015, los resultados reportan una ausencia de aporte lo que puede interpretarse que, en ese año, no puede identificarse una relación entre estos dos aspectos.

Para la variable *Ingresos\_diariosUPZ* y para todos los casos del 2005, 2010 y 2015 se presenta una relación inversa entre el número de pasajeros y el número de empleados, debido a la existencia de un punto mínimo que determina un recorrido negativo al inicio de cada segmento o

intervalo. Esto podría significar que no hay una relación entre estas dos variables, causado posiblemente por la cobertura del Sistema. Al presentarse el punto de inflexión del recorrido y configurarse un segundo segmento donde el aporte es creciente, se determina una evaluación consistente con la literatura y con las ventajas de movilidad que ofrece el Sistema. Un análisis de los valores que determinan este comportamiento se encuentra en los anexos correspondientes al modelo. Para la totalidad del año 2015, los resultados reportan una ausencia de aporte lo que puede interpretarse que, en ese año, no puede identificarse una relación entre estos dos aspectos.

Para el caso de las variables que recogen la distribución porcentual de cada tipo de actividad económica por manzana para los años 2005, 2010 y 2015, se presentan puntos de inflexión como máximos en la mayoría de los casos en valores tales comprendidos entre 0,01 y 0,24. Los valores específicos para cada caso se pueden consultar en la Tabla 147 de los anexos correspondientes al modelo. Esto significa que todos los porcentajes de la base de datos que son menores a estos valores representarán un aporte positivo y los valores que los superen tendrán un efecto negativo. La anterior conclusión debe sacarse para cada caso en particular atendiendo al valor que se tome de la base de datos y a su correspondiente límite y punto de inflexión para cada año y cuantil. En el caso de la variable *Comercio* para el 2015 se presenta un mínimo en 0,98 lo cual significa que en aquellas manzanas con una mezcla de actividades en la cual esta variable tenga una participación menor se configura un efecto negativo y para aquellas donde es mayor se configura uno positivo.

### 5.6.3. Efecto marginal en el modelo 3 – Hipótesis 3 (y: X3\_Dist\_Mza\_Estac)

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definidos como sigue:

$$Dist\_Mza\_Estac_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(51) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X1 + \beta_3 X2 + \beta_4 \sqrt[2]{X2} + \beta_5 \sqrt[4]{X2} + \beta_6 X4 + \beta_7 X5 + \beta_8 LOG X5 \\ + \beta_9 X6 + \beta_{10} X7 + \beta_{11} X8 + \beta_{12} X9 + \beta_{13} X10 + \beta_{14} \sqrt[2]{X10} + \beta_{15} X11 \\ + \beta_{16} X12 + \beta_{17} \sqrt[4]{X12} + \beta_{18} X13 + \beta_{19} \sqrt[4]{X13} + \beta_{20} X14 \\ + \beta_{22} \sqrt[16]{X11} LOG X5 + \beta_{23} \sqrt[4]{X14} LOG X5 + \mu_{\phi i}$$

Inicialmente en las Tablas 59, 71 y 83 se presentaron los coeficientes de regresión de las variables lineales para el modelo 3 evaluado en la hipótesis 3 para los años 2005, 2010 y 2015.

El aporte marginal de las variables  $X1, X4, X6, X7, X8$  y  $X9$  corresponde a los coeficientes respectivos presentados en esas tablas.

El aporte marginal de las variables que forman parte de términos compuestos se relaciona con la pendiente de la gráfica que la representa, se calcula de acuerdo con la derivada de la función y su aporte está determinados por los valores que esta variable dentro del rango disponible en la base de datos para cada año.

A continuación, se propone la especificación de la ecuación que define la derivada para cada una de ellas, además del valor de cada variable que da lugar a que la derivada o pendiente de cada función alcance un valor de cero. Al tratarse de un punto de inflexión, este valor de la variable permite también analizar en qué rangos de la variable el aporte es negativo, en cuales es equivalente a cero y en cuales es positivo. Esta información permite a su vez analizar la importancia y efecto de estas variables en el comportamiento de cada hipótesis. Los coeficientes contenidos en las tablas enunciadas al inicio de esta sección también forman parte de la especificación de las derivadas.

Se presenta la especificación de cada ecuación derivada respecto a la variable que se analiza en cada momento. Esta ecuación y el cálculo del valor de la variable  $X$  (que en este caso puede corresponder a  $X2, X5, X10, X11, X12, X13$  y  $X14$ ) que determina el punto de inflexión de la curva se presentan en cada caso en la columna denominada “Valor  $X$ ” en las tablas a continuación.

$$\begin{aligned}
 \text{a) } \frac{dy}{dX2} &= \beta_3 + \frac{\beta_4}{2\sqrt{X2}} + \frac{\beta_5}{4\sqrt[4]{(X2)^3}} \\
 \text{b) } \frac{dy}{dX5} &= \beta_7 + \frac{\beta_8}{\ln(10)X5} + \frac{\beta_{22} \sqrt[16]{X11}}{\ln(10)X5} + \frac{\beta_{23} \sqrt[4]{X14}}{\ln(10)X5} \\
 \text{c) } \frac{dy}{dX10} &= \beta_{13} + \frac{\beta_{14}}{2\sqrt[2]{X10}} \\
 \text{d) } \frac{dy}{dX11} &= \beta_{15} + \frac{\beta_{22} \ln(X5)}{16 \ln(10)X11^{15/16}} \\
 \text{e) } \frac{dy}{dX12} &= \beta_{16} + \frac{\beta_{17}}{4\sqrt[4]{X12^3}} \\
 \text{f) } \frac{dy}{dX13} &= \beta_{18} + \frac{\beta_{19}}{4\sqrt[4]{X13^3}} \\
 \text{g) } \frac{dy}{dX14} &= \beta_{20} + \frac{\beta_{23} \ln(X5)}{4 \ln(10)X3^{3/4}}
 \end{aligned}$$

h) Las tablas que se presentan a continuación se analizan de acuerdo con las convenciones explicadas al inicio de esta sección, permitiendo presentar también un análisis general de los comportamientos evidenciados.

Modelo 3 Dist_Mza_Estac		q10					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X5 * X11	Área_Mza * Industria	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X13	Servicios	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 148. Puntos de inflexión y aporte q10 Modelo 3 - Hipótesis 3 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 Dist_Mza_Estac		q25					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X5 * X11	Área_Mza * Industria	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X13	Servicios	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo		Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 149. Puntos de inflexión y aporte q25 Modelo 3 - Hipótesis 3 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 Dist_Mza_Estac		q50					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X5 * X11	Área_Mza * Industria	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	
X13	Servicios	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo		Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 150. Puntos de inflexión y aporte q50 Modelo 3 - Hipótesis 3 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 Dist_Mza_Estac		q75					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X5 * X11	Área_Mza * Industria	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	
X13	Servicios	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 151. Puntos de inflexión y aporte q75 Modelo 3 - Hipótesis 3 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 Dist_Mza_Estac		q90					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X5 * X11	Área_Mza * Industria	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X13	Servicios	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 152. Puntos de inflexión y aporte q90 Modelo 3 - Hipótesis 3 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

La variable *EmpleadosMza* presenta puntos de inflexión máximos y mínimos para los tres años los cuales están contenidos dentro de los rangos válidos en la base de datos, hechos que configuran aportes positivos o negativos de acuerdo con la categoría de los puntos de inflexión señalados. Este hecho sumado al caso del cuantil q10 en el 2015 en el cual se encuentra tanto límites inferiores como límites superiores en el recorrido permiten establecer que las decisiones de ubicación geográfica de las empresas pueden ser predichas por la cantidad de empleados en el territorio.

La variable de efectos cruzados *X5\*X11* presenta puntos mínimos y puntos máximos en diferentes cuantiles para todos los años e incluso de manera simultánea en varios de ellos, los cuales están contenidos dentro de la base de datos configurándose de esta forma aportes negativos y positivos según sea el caso. Esta situación permite percibir diferentes comportamientos de la distribución lo que a su vez permite potenciar el valor de predicción de la variable compuesta por el área del territorio que agrupa a las empresas y el porcentaje de participación del sector industrial en cada unidad territorial sobre las decisiones de ubicación de las empresas.

La variable *Ingresos\_diarios\_UPZ* no presenta aportes para este modelo en ninguno de los tres años. Esta situación permite afirmar que el uso de la variable no es útil en la regresión que pretende predecir las decisiones de ubicación de las empresas.

La variable compuesta  $X_{11} * X_5$  presenta puntos de inflexión máximos y mínimos de manera simultánea durante el recorrido de la variable compuesta en prácticamente la totalidad de los casos, lo que posibilita identificar en que intervalos esta variable presenta aportes positivos y en cuales presenta aportes negativos a las decisiones estratégicas de ubicación de las empresas, convirtiéndose esta característica en un gran aporte a la predicción de la ubicación de las empresas.

Las variables *Comercio* y *Servicios* presentan tanto puntos de inflexión máximos, mínimos como de las dos categorías de manera simultánea, lo que permite una amplia variedad de análisis en cuanto al aporte de la composición económica del territorio y la aglomeración de empresas en la ubicación de las mismas en el territorio.

La variable compuesta  $X_{14} * X_5$  presenta puntos mínimos y puntos máximos en diferentes cuantiles para todos los años e incluso de manera simultánea en varios de ellos, los cuales están contenidos dentro de la base de datos configurándose de esta forma aportes negativos y positivos según sea el caso. Esta situación permite percibir diferentes comportamientos de la distribución lo que a su vez permite potenciar el valor de predicción de la variable compuesta por el área del territorio que agrupa a las empresas y el porcentaje de participación del sector económico de “otras actividades” en cada unidad territorial sobre las decisiones de ubicación de las empresas.

#### **5.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA HIPÓTESIS 4 (y: $X_7$ \_Estaciones\_UPZ)**

En este modelo se utilizan variables de categorías referentes a las organizaciones, a las características geográficas del territorio y a las variables relacionadas con el sistema de transporte BRT objeto de estudio para intentar explicar el comportamiento del diseño y la distribución del Sistema a lo largo de las líneas construidas en el territorio. Para efectos de este estudio y de acuerdo con la literatura revisada, esta hipótesis se construyó bajo una variable que se ha tomado como proxy de la presencia y cobertura del sistema BRT, en concordancia con lo propuesto por Duarte y Rojas (2012), Hensher y Golob (2008) y L. Y. G. Hernández y Semeshenko (2018).

### 5.7.1. Efecto marginal en el modelo 1 – Hipótesis 4 (y: X7\_EstacionesUPZ)

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definidos como sigue:

$$EstacionesUPZ_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(48) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X1 + \beta_3 X2 + \beta_4 X3 + \beta_5 X4 + \beta_6 X5 + \beta_7 X6 + \beta_8 X8 + \beta_9 X9 \\ + \beta_{10} X10 + \beta_{11} X11 + \beta_{12} X12 + \beta_{13} X13 + \beta_{14} X14 + \mu_{\phi i}$$

Los valores de los coeficientes para cada variable se presentaron en las Tablas 60, 72 y 84 para los años 2005, 2010 y 2015.

Con base en estos resultados, en el valor explicativo que estos valores representan y que cada uno de ellos proporciona en el modelo propuesto, en los siguientes apartados e analizará este aporte marginal utilizando tres categorías de variables tal y como se propuso en el Cuadro 12.

#### ➤ **Categoría de variables relacionadas con las Organizaciones**

En cuanto a la categoría de Organizaciones para el año 2005, la regresión muestra que las variables de este tipo no presentan valores de efecto estadísticamente significativos en ningún caso, dado que estos se encuentran cercanos a cero.

El análisis de esta categoría para el año 2010 presenta resultados cercanos a cero en las variables que capturan el número de empresas y el número de empleados por manzana, por lo que este resultado se considera estadísticamente no significativo. Por otro lado y en algunos casos, las variables que capturan el porcentaje de composición de los tipos de actividades por manzana podrían ser consideradas importantes, dado que se encuentran algunos valores que oscilan entre 0,126 y 0,27 para la variable Industria. Al interpretarlos, puede afirmarse que por cada 1% de variación en la composición porcentual del tipo Industria repercute en una variación de hasta 0,27 estaciones. O lo que es lo mismo, cada 4% de variación impacta en la variación de 1 unidad en la variable estaciones por UPZ. Teniendo en cuenta que la variación del tipo de empresa se mide en cada manzana y que en una UPZ se congregan varias de ellas, la sumatoria de las variaciones en todas las manzanas de una UPZ podría impactar de manera significativa en la cantidad de estaciones de la UPZ analizada.

Para el año 2015 las variables que recogen la cantidad de empresas y de empleados no cambian significativamente en su aporte respecto a lo analizado para el 2005 y el 2010 por lo que se considerará que su efecto es estadísticamente no significativo. A su vez y al analizar las variables que reflejan el porcentaje de participación de las empresas en cada manzana catalogadas por tipo de actividad, algunos valores en

algunos cuantiles pueden considerarse representativos de manera similar a lo ocurrido en el 2010. Es así que el efecto marginal de la variable Comercio en los cuantiles q75 y q90 representan efectos de 0,21 y 0,23 respectivamente. En otras palabras y para la base de datos de ese año, una variación de 1% en la composición de empresas del tipo Comercio por manzana impacta en la variación de 0,21 y 0,23 estaciones en los cuantiles superiores. En otras palabras, la variación del 4% o del 5 en esos cuantiles impacta en la variación de 1 estación por UPZ. Tal y como se explicó para el 2010, dado que la variación porcentual del tipo de actividad se mide por cada manzana mientras que la cantidad de estaciones se agrupa por UPZ, la cantidad de manzanas que representan una UPZ podría acumular una variación suficiente para que el cambio en el número de estaciones por UPZ sea significativo.

➤ **Categoría de variables relacionadas con las Características Geográficas del territorio**

En cuanto a la categoría de Características Geográficas y las variables que en ella se agrupan, puede afirmarse al analizar los resultados que su efecto marginal es cercano a cero y estadísticamente no representativo tanto para el año 2005, como para los años 2010 y 2015.

En ese orden de ideas y como conclusión, se puede afirmar que las variables de esta categoría no influyen y no tienen importancia explicativa para el modelo cuya variable dependiente tiene que ver con la cantidad de estaciones por UPZ.

En términos aplicados también se puede afirmar que la presencia y cobertura del Sistema no se encuentran condicionadas por las características geográficas de la ciudad, al menos en lo que se relaciona con las características escogidas en esta investigación.

➤ **Categoría de variables relacionadas con el Sistema BRT**

Al evaluar el efecto de la variable que recoge el área de cada UPZ donde hace presencia el Sistema y su efecto en la cantidad de estaciones presentes en el mismo espacio geográfico, las regresiones muestran que este efecto no existe.

A manera de conclusión se puede afirmar que el tamaño diferencial entre las UPZ no fue un condicionante para el trazado y ubicación de las estaciones sino que, como se ha demostrado en los últimos apartados, ha tenido que ver con las características asociadas a las organizaciones. La anterior conclusión y los resultados que la soportan son válidos para el 2005, el 2010 y el 2015.

En cuanto a la relación y efecto de la cantidad de pasajeros que ingresan diariamente a las estaciones del Sistema, puede considerarse que este también tiene efectos poco significativos. Sin embargo y como parte de los objetivos de esta investigación que pretende medir el impacto del desarrollo del Sistema en las decisiones y en las políticas públicas, este dato es importante ya que las decisiones asociadas al desarrollo de nuevas líneas y estaciones debe estar ligado a la cantidad de personas que acceden al Sistema de forma regular y no en un solo día, lo que ampliaría el rango de esta variable. Esta ampliación se traduciría en un aumento porcentual del efecto calculado y podría convertirse en significativo.

### 5.7.2. Efecto marginal en el modelo 2 – Hipótesis 4 (y: X7\_EstacionesUPZ)

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definidos como sigue:

$$EstacionesUPZ_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(49) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X1 + \beta_3 X2 + \beta_4 \sqrt[2]{X2} + \beta_5 \sqrt[4]{X2} + \beta_6 X3 + \beta_7 LOG X3 + \beta_8 X4 \\ + \beta_9 X5 + \beta_{10} LOG X5 + \beta_{11} X6 + \beta_{12} X8 + \beta_{13} X9 + \beta_{14} X10 + \beta_{15} \sqrt[2]{X10} \\ + \beta_{16} X11 + \beta_{17} X12 + \beta_{18} \sqrt[4]{X12} + \beta_{19} X13 + \beta_{20} \sqrt[4]{X13} + \beta_{21} X14 + \mu_{\phi i}$$

Inicialmente en las Tablas 61, 73 y 85 se presentaron los coeficientes de regresión de las variables lineales para el modelo 2 evaluado en la hipótesis 4 para los años 2005, 2010 y 2015.

El aporte marginal de las variables  $X1, X4, X6, X8, X9, X11$  y  $X14$  corresponde a los coeficientes respectivos presentados en esas tablas.

El aporte marginal de las variables que forman parte de términos compuestos (en este caso  $X2, X3, X5, X10, X12$  y  $X13$ ) se relaciona con la pendiente de la gráfica que la representa, se calcula de acuerdo con la derivada de la función y su aporte está determinados por los valores que esta variable dentro del rango disponible en la base de datos para cada año.

A continuación se presenta la especificación de la ecuación que define la derivada para cada una de ellas, además del valor de cada variable que da lugar a que la derivada o pendiente de cada función alcance un valor de cero. Al tratarse de un punto de inflexión, este valor de la variable permite también analizar en qué rangos de la variable el aporte es negativo, en cuales es equivalente

a cero y en cuales es positivo. Esta información permite a su vez analizar la importancia y efecto de estas variables en el comportamiento de cada hipótesis. Los coeficientes contenidos en las tablas enunciadas al inicio de esta sección también forman parte de la especificación de las derivadas.

A continuación se presenta la especificación de cada ecuación derivada respecto a la variable que se analiza en cada momento. Esta ecuación y el cálculo del valor de la variable X (que en este caso puede corresponder a X2, X3, X5, X10, X12 y X13) que determina el punto de inflexión de la curva se presentan en cada caso en la columna denominada “Valor X” en las tablas a continuación.

$$a) \frac{dy}{dX2} = \beta_3 + \frac{\beta_4}{2^2 \sqrt{X2}} + \frac{\beta_5}{4^4 \sqrt{(X2)^3}}$$

$$b) \frac{dy}{dX3} = \beta_6 + \frac{\beta_7}{\ln(10)X3}$$

$$c) \frac{dy}{dX5} = \beta_9 + \frac{\beta_{10}}{\ln(10)X5}$$

$$d) \frac{dy}{dX10} = \beta_{14} + \frac{\beta_{15}}{2^2 \sqrt{X10}}$$

$$e) \frac{dy}{dX12} = \beta_{17} + \frac{\beta_{18}}{4^4 \sqrt{X12^3}}$$

$$f) \frac{dy}{dX13} = \beta_{19} + \frac{\beta_{20}}{4^4 \sqrt{X13^3}}$$

Las tablas que se presentan a continuación se analizan de acuerdo con las convenciones explicadas al inicio de esta sección.

Modelo 2 y: EstacionesUPZ		q10		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	No aporta	No aporta	No aporta
X3	Dist_Mza_Estac	No aporta	No aporta	No aporta
X5	Área_Mza	No aporta	No aporta	No aporta
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Máximo	Máximo
X12	Comercio	No aporta	No aporta	No aporta
X13	Servicios	No aporta	No aporta	No aporta

Tabla 153. Puntos de inflexión y aporte q10 Modelo 2 - Hipótesis 4 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EstacionesUPZ		q25		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	No aporta	No aporta	Mínimo
X3	Dist_Mza_Estac	No aporta	No aporta	Máximo
X5	Área_Mza	No aporta	No aporta	No aporta
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Máximo	Máximo
X12	Comercio	No aporta	No aporta	Mínimo
X13	Servicios	No aporta	No aporta	Mínimo

Tabla 154. Puntos de inflexión y aporte q25 Modelo 2 - Hipótesis 4 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EstacionesUPZ		q50		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	No aporta	Mínimo	No aporta
X3	Dist_Mza_Estac	No aporta	Máximo	Máximo
X5	Área_Mza	No aporta	No aporta	No aporta
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Máximo	Máximo
X12	Comercio	No aporta	Mínimo	Máximo
X13	Servicios	No aporta	Mínimo	Máximo

Tabla 155. Puntos de inflexión y aporte q50 Modelo 2 - Hipótesis 4 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EstacionesUPZ		q75		
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	No aporta	Máximo	No aporta
X3	Dist_Mza_Estac	No aporta	Máximo	Máximo
X5	Área_Mza	No aporta	No aporta	No aporta
X10	Ingresos_diariosUPZ	Mínimo	Máximo	No aporta
X12	Comercio	No aporta	Mínimo	Mínimo
X13	Servicios	No aporta	Máximo	Máximo

Tabla 156. Puntos de inflexión y aporte q75 Modelo 2 - Hipótesis 4 – años 2005-2010 -2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 2 y: EstacionesUPZ		q90		
		2005	2010	2015
		Categoría	Categoría	Categoría
X2	EmpleadosMza	Máximo	Mínimo	No aporta
X3	Dist_Mza_Estac	Máximo	Máximo	Máximo
X5	Área_Mza	No aporta	No aporta	No aporta
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo	Máximo	No aporta
X12	Comercio	Máximo	Mínimo	Mínimo
X13	Servicios	Máximo	Máximo	Máximo

Tabla 157. Puntos de inflexión y aporte q90 Modelo 2 - Hipótesis 4 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

El análisis del comportamiento del aporte de las variables a esta hipótesis en las categorías *Organizaciones*, *Características Geográficas* y *Sistema BRT* presenta resultados diferenciales para los diferentes años de análisis en cada cuantil. El análisis de esta categoría incluye a las variables independientes *EmpleadosMza*, *Dist\_Mza\_Estac*, *Comercio* y *Servicios* en el primer caso, a la variable *Área\_Mza* en el segundo caso y a la variable *Ingresos\_Usuarios\_UPZ* en el tercero. A continuación, este análisis por categoría.

Para los años 2005, 2010 y 2015 el recorrido de la primera variable que condensa la cantidad de empleados en *EmpleadosMza* no presenta efecto sobre el modelo.

En los años 2005, 2010 y 2015 la variable *Dist\_Mza\_Estac* no presenta efecto sobre el modelo.

Para la variable *Área\_Mza* en los años 2005, 2010 y 2015 no existe aporte a la explicación de la variable dependiente.

Para el caso de las variables que recogen la distribución porcentual de cada tipo de actividad económica por manzana para los años 2005, 2010 y 2015, no existe aporte a la predicción del modelo. Esta situación se puede consultar en la Tabla 153.

La variable del grupo de variables relacionadas con el Sistema y que en este caso se trata del total de *Ingresos\_diariosUPZ* ara el año 2005 presenta un puntos de inflexión mínimo o máximos comprendidos en el intervalo (5.441, 40.372) o encontrándose incluso por fuera de la base de datos. En los casos en que se trate de puntos mínimos, debe analizarse la relación inversa entre la composición de la actividad económica y la cantidad de estaciones en el territorio o de una

relación directa en el caso de puntos máximos. Estos datos analizados a la luz de los valores de los enaxos y de la base de datos pueden utilizarse como indicativos y complemento a los hallazgos de composición económica y conformación de aglomeraciones halladas en el capítulo 3. El análisis de cada caso y las conclusiones de cada valor encontrado se presentan en el anexo 2.

### 5.7.3. Efecto marginal en el modelo 3 – Hipótesis 4 (y: X7\_EstacionesUPZ)

Para el caso de la ecuación general de este modelo y esta hipótesis definidos como sigue:

$$EstacionesUPZ_i = \beta_1 + \beta_\phi X_i + \mu_{\phi i}$$

$$(50) \quad y = \beta_1 + \beta_2 X1 + \beta_3 X2 + \beta_4 \sqrt[2]{X2} + \beta_5 \sqrt[4]{X2} + \beta_6 X3 + \beta_7 LOG X3 + \beta_8 X4 \\ + \beta_9 X6 + \beta_{10} X8 + \beta_{11} X9 + \beta_{12} X10 + \beta_{13} \sqrt[2]{X10} + \beta_{14} X11 + \beta_{15} X12 \\ + \beta_{16} \sqrt[4]{X12} + \beta_{17} X13 + \beta_{18} \sqrt[4]{X13} + \beta_{19} X14 + \beta_{20} LOG X3 LOG X5 \\ + \beta_{21} \sqrt[6]{X11} LOG X5 + \beta_{22} \sqrt[4]{X14} LOG X5 + \mu_{\phi i}$$

Inicialmente en las Tablas 62, 74 y 86 se presentaron los coeficientes de regresión de las variables lineales para el modelo 3 evaluado en la hipótesis 4 para los años 2005, 2010 y 2015.

El aporte marginal de las variables X1, X4, X6, X8 y X9 corresponde a los coeficientes respectivos presentados en esas tablas.

El aporte marginal de las variables que forman parte de términos compuestos se relaciona con la pendiente de la gráfica que la representa, se calcula de acuerdo con la derivada de la función y su aporte está determinados por los valores que esta variable dentro del rango disponible en la base de datos para cada año.

A continuación, se propone la especificación de la ecuación que define la derivada para cada una de ellas, además del valor de cada variable que da lugar a que la derivada o pendiente de cada función alcance un valor de cero. Al tratarse de un punto de inflexión, este valor de la variable permite también analizar en qué rangos de la variable el aporte es negativo, en cuales es equivalente a cero y en cuales es positivo. Esta información permite a su vez analizar la importancia y efecto de estas variables en el comportamiento de cada hipótesis. Los coeficientes contenidos en las tablas enunciadas al inicio de esta sección también forman parte de la especificación de las derivadas.

Se presenta la especificación de cada ecuación derivada respecto a la variable que se analiza en cada momento. Esta ecuación y el cálculo del valor de la variable X (que en este caso puede corresponder a X2, X3, X5, X10, X11, X12, X13 y X14) que determina el punto de inflexión de la curva se presentan en cada caso en la columna denominada “Valor X” en las tablas a continuación.

$$a) \frac{dy}{dX2} = \beta_3 + \frac{\beta_4}{2\sqrt{X2}} + \frac{\beta_5}{4\sqrt[4]{(X2)^3}}$$

$$b) \frac{dy}{dX3} = \beta_6 + \frac{\beta_7}{\ln(10)X3} + \frac{\beta_{20} \ln(X5)}{\ln^2(10)X3}$$

$$c) \frac{dy}{dX5} = \frac{\beta_{20} \ln(X3)}{\ln^2(10)X5} + \frac{\beta_{21} \sqrt[16]{X11}}{\ln(10)X5} + \frac{\beta_{22} \sqrt[4]{X14}}{\ln(10)X5}$$

$$d) \frac{dy}{dX10} = \beta_{12} + \frac{\beta_{13}}{2\sqrt[2]{X10}}$$

$$e) \frac{dy}{dX11} = \beta_{14} + \frac{\beta_{21} \ln(X5)}{16 \ln(10)X11^{15/16}}$$

$$f) \frac{dy}{dX12} = \beta_{15} + \frac{\beta_{16}}{4\sqrt[4]{X12^3}}$$

$$g) \frac{dy}{dX13} = \beta_{17} + \frac{\beta_{18}}{4\sqrt[4]{X13^3}}$$

$$h) \frac{dy}{dX14} = \beta_{19} + \frac{\beta_{22} \ln(X5)}{4 \ln(10)X3^{3/4}}$$

- i) Las tablas que se presentan a continuación se analizan de acuerdo con las convenciones explicadas al inicio de esta sección, permitiendo presentar también un análisis general de los comportamientos evidenciados.

Modelo 3 y: EstacionesUPZ		q10					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo		Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X12	Comercio	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X13	Servicios	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	

Tabla 158. Puntos de inflexión y aporte q10 Modelo 3 - Hipótesis 4 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EstacionesUPZ		q25					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo		Máximo	X	Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	X
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo		Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X13	Servicios	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 159. Puntos de inflexión y aporte q25 Modelo 3 - Hipótesis 4 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EstacionesUPZ		q50					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo		Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	
X13	Servicios	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 160. Puntos de inflexión y aporte q50 Modelo 3 - Hipótesis 4 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EstacionesUPZ		q75					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo		Máximo	X	Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	X
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo		Máximo	X	Máximo	
		Mínimo	X	Mínimo		Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo		Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X13	Servicios	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo		Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 161. Puntos de inflexión y aporte q75 Modelo 3 - Hipótesis 4 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Modelo 3 y: EstacionesUPZ		q90					
		2005		2010		2015	
		Categoría	Aporte	Categoría	Aporte	Categoría	Aporte
X2	EmpleadosMza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	X
X3 * X5	Dist_Mza_Estac * Área_Mza	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X10	Ingresos_diariosUPZ	Máximo	X	Máximo	X	Máximo	
		Mínimo		Mínimo		Mínimo	
X11 * X5	Industria * Área_Mza	Máximo	X	Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X
X12	Comercio	Máximo	X	Máximo		Máximo	
		Mínimo		Mínimo	X	Mínimo	X
X13	Servicios	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	
X14* X5	OtrasActEconómicas * Área_Mza	Máximo		Máximo		Máximo	X
		Mínimo	X	Mínimo	X	Mínimo	X

Tabla 162. Puntos de inflexión y aporte q90 Modelo 3 - Hipótesis 4 – años 2005-2010 -2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

La variable *EmpleadosMza* no presenta resultados de la regresión en este modelo en el año 2005 para los cuantiles q10, q25, q50 y q75 y presenta un punto de inflexión máximo en el cuantil q90, lo que permite afirmar que su poder explicativo es limitado en esas instancias. Sumado a lo anterior, el cuantil q10 tampoco presenta valores para el coeficiente en 2010 y 2015, lo que no permitiría la utilización de esta variable como explicativa del nivel de accesibilidad del Sistema.

La variable compuesta X3\*X5 que combina el aporte de la ubicación de las empresas y de la medida del terreno en que están localizadas no presenta resultados de la regresión en este modelo para ningún período en el cuantil q10 ni para los cuantiles q25, q50 y q75 del 2005 por lo que no aporta a la explicación de la hipótesis. En los demás casos presenta aportes positivos o negativos en algunas distribuciones y los dos comportamientos de manera simultánea para otros casos lo que permitiría aprovechar en estos últimos esta información para analizar el aporte de esta construcción de efectos cruzados.

La variable *Ingresos\_diarios\_UPZ* presenta puntos de inflexión máximos y mínimos para los tres primeros años los cuales están contenidos dentro de los rangos válidos en la base de datos,

hechos que configuran aportes positivos o negativos de acuerdo con la categoría de los puntos de inflexión señalados. Sin embargo, se evidencia ausencia de aporte y por tanto de poder explicativo en los cuantiles superiores del 2015 lo que le resta en este caso nivel de utilidad para predecir el comportamiento del cubrimiento y accesibilidad del Sistema.

La variable compuesta  $X_{11} * X_5$  que condensa el aporte de la participación del sector económico Industria en la composición empresarial del territorio y de manera simultánea el área que contiene a estas empresas, no presenta resultados de la regresión en este modelo para los cuantiles  $q_{10}$ ,  $q_{25}$ ,  $q_{50}$  y  $q_{75}$  del año 2005 ni para ningún recorrido del cuantil inferior  $q_{10}$  por lo que no contribuye a la explicación de la hipótesis. En los demás resultados presenta comportamientos mixtos lo que permitiría evidenciar el aporte positivo o negativo a la explicación y predicción de la hipótesis.

Las variables *Comercio y Servicios* no presentan resultados de la regresión en este modelo para los cuantiles  $q_{10}$ ,  $q_{25}$ ,  $q_{50}$  y  $q_{75}$  del año 2005 ni para ningún recorrido del cuantil inferior  $q_{10}$  por lo que no contribuye a la explicación de la hipótesis. En los demás resultados presenta comportamientos mixtos lo que permitiría evidenciar el aporte positivo o negativo a la explicación y predicción de la hipótesis.

La variable compuesta  $X_{14} * X_5$  que condensa el aporte de la participación del sector económico “Otras actividades” en la composición empresarial del territorio y de manera simultánea el área que contiene a estas empresas, no presenta resultados de la regresión en este modelo para los cuantiles  $q_{10}$ ,  $q_{25}$ ,  $q_{50}$  y  $q_{75}$  del año 2005 ni para ningún recorrido del cuantil inferior  $q_{10}$  por lo que no contribuye a la explicación de la hipótesis. En los demás resultados presenta comportamientos mixtos lo que permitiría evidenciar el aporte positivo o negativo a la explicación y predicción de la hipótesis.

A manera de conclusión, puede decirse que las variables compuestas presentan de manera general un limitado nivel explicativo ante la hipótesis de cubrimiento y accesibilidad del Sistema expresada en la cantidad de estaciones del BRT en el territorio, situación que invita a futuras investigaciones a evaluar la inclusión de otras variables para este propósito

A manera de conclusión de este apartado, se puede afirmar que este modelo disminuye su nivel de efectividad para explicar la hipótesis en comparación con el Modelo 1 y con el Modelo 2.

El hecho de contar en algunos casos con el aporte de una sola variable explicativa tal y como se denotó en el anterior análisis, permite afirmar que el uso de las variables de efectos cuadráticos elegidas no es efectivo en este caso y valdría la pena adelantar análisis con la creación e inclusión de otras variables cuadráticas formadas a partir de las variables iniciales, dado que en otras hipótesis el uso de estas sí ha demostrado efectividad.

## **5.8. PROPUESTA ALTERNA PARA EL ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS SOBRE EL EMPLEO, LOS NIVELES DE AGLOMERACIÓN ECONÓMICA Y LA PRODUCTIVIDAD**

En la sección 4.3 de este documento se propone la especificación de los modelos utilizados para evaluar el comportamiento de las hipótesis relacionadas con los objetos de estudio. En ella se plantea este modelamiento para las denominadas dimensiones 1 (años de estudio), dimensión 2 (hipótesis de evaluación) y dimensión 3 (estructura funcional asociada con 3 tipologías en la estructura funcional de los modelos).

En la sección 5.3 se plantean diferentes estructuras de análisis para los modelos resultantes de estas tres dimensiones de acuerdo con las características de la estructura funcional, permitiendo adelantar y evaluar 36 análisis diferentes como resultado de esta combinación.

En el presente apartado se propone un análisis alterno que no se deriva de las 3 dimensiones explicadas el párrafo anterior, sino que pretende responder a las preguntas: ¿El desarrollo de Transmilenio crea o destruye empleo? y ¿El desarrollo de Transmilenio posibilita o desfavorece los niveles de aglomeración económica? Para responder a estas cuestiones de investigación se proponen dos tipos de análisis complementarios.

Estos análisis se centran en la primera y segunda hipótesis donde se eligieron como variables explicadas, tanto aquella que recoge la cantidad de empresas por manzana geográfica y que se denomina “*X1\_Empresas\_Mza*” como aquella que recoge la cantidad de empleados por manzana geográfica y que se denomina “*X2\_Empleados\_Mza*”. Como se destacó oportunamente, estas hipótesis se encuentran en concordancia con los planteamientos de Giuliano y Small (1991) al proponer estas variables como un indicador estratégico de la elección de localización geográfica

de las firmas y como proxy de la productividad y de la actividad económica del territorio. Como complemento a este argumento, el análisis que se propone en esta sección permitirá discutir los planteamientos de Saif et al. (2019) y de Villarreal (2009) que demuestran empíricamente la relación positiva entre la existencia y cobertura de un sistema de transporte público y la actividad económica del territorio, las oportunidades laborales y los de Cardozo et al. (2010) quienes evalúan mediante modelos de regresión la relación entre el territorio, el empleo, la aglomeración empresarial y la demanda de transporte público.

El presente análisis evaluará los resultados del experimento aplicados a las hipótesis 1 y 2 analizadas en los 3 momentos de estudio (2005, 2010 y 2015) y haciendo uso del diseño funcional del modelo 1. A diferencia de los análisis y resultados que se desarrollan en la sección 5.4 del documento, en esta ocasión se utilizará la información de las bases de datos de manera diferencial distinguiendo aquellos territorios en los que no existe presencia de Transmilenio de aquellos donde existe presencia del Sistema, elaborando de esta forma 2 análisis simultáneos y comparables. El primer grupo de observaciones se denomina “grupo control” y el segundo se denomina “grupo experimental”.

Aprovechando la especificación presentada para este experimento la cual se formaliza en la sección 2.8 donde se define que una de las unidades de agrupación geográfica corresponde a las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ), se entenderá que aquellos territorios enmarcados por las UPZ donde no exista ninguna estación del sistema de transporte serán considerados como territorios sin influencia y aquellos donde exista al menos una estación serán considerados como territorios de influencia.

Lo anterior permite plantear un análisis diferencial por categorías en las cuales se evaluará el modelo propuesto en cada una de ellas y en el que están presentes los siguientes postulados que permiten la diferenciación de estas categorías:

Una primera categoría que ya fue evaluada en las secciones 5.5.1 donde se evalúa la totalidad del territorio y que servirá para el análisis comparativo con los dos anteriores análisis.

Una segunda categoría que contiene aquellas observaciones que pertenecen a territorios donde no exista presencia (influencia) del Sistema y que serán tomadas en cada año como grupo de control.

Una tercera categoría que contiene aquellas observaciones que pertenecen a territorios donde si exista presencia (influencia) del Sistema y que serán tomadas en cada año como grupo experimental.

### 5.8.1.Efecto marginal comparativo en el grupo control y el grupo experimento – Hipótesis 1 (y: X1\_EmpresasMza)

En el presente apartado se muestran, comparan y analizan los resultados del aporte marginal o influencia de cada una de las variables utilizadas en el experimento para explicar el comportamiento de la variable resultado en la hipótesis que intenta recoger la evolución de la cantidad de empresas por área geográfica, permitiendo de esta forma obtener un acercamiento que responda la primera pregunta planteada al inicio de esta sección y que evidencie la propensión de las firmas hacia la aglomeración.

Adicionalmente se hará posible un análisis de la evolución en el tiempo del aporte marginal de estas variables, tanto en el grupo de control como en el grupo experimental.

El resultado de las regresiones en cuanto al aporte marginal de cada variable tanto para la población total del experimento y para los grupos “control” y “experimental” se presentan en las Tablas 163, 164 y 165.

		Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 1 - 2005														
		q10	q10 ctrl	q10 exp	q25	q25 ctrl	q25 exp	q50	q50 ctrl	q50 exp	q75	q75 ctrl	q75 exp	q90	q90 ctrl	q90 exp
X2	EmpleadosMza	0.01696	0.01717	0.01358	0.05016	0.04666	0.05054	0.14184	0.16733	0.12407	0.26064	0.30987	0.22537	0.38082	0.42033	0.34888
X3	Dist_Mza_Estac	0.00000	NS**	NS**	0.00002	NS**	NS**	0.00001	NS**	NS**	0.00010	0.00012	NS**	0.00023	0.00025	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	-0.00001	-0.00002	NS**	-0.00006	-0.00006	-0.00007	-0.00001	NS**	NS**	0.00005	0.00007	0.00015	0.00009	0.00010	NS**
X5	Área_Mza	0.00000	NS**	NS**	0.00001	0.00001	0.00002	0.00002	NS**	0.00005	0.00002	NS**	0.00006	0.00001	0.00001	NS**
X6	Área_UPZ	0.00000	NS**	NS**	0.00000	-0.00000	0.00000	0.00000	-0.00000	NS**	0.00000	-0.00000	NS**	0.00000	0.00000	NS**
X7	EstacionesUPZ	0.28622	NS**	0.17922	0.33054	NS**	0.24023	0.26737	NS**	NS**	-0.06482	NS**	NS**	-0.24612	NS**	NS**
X8	PoblaciónUPZ	0.00000	NS**	-0.00001	0.00000	0.00001	-0.00002	0.00001	0.00001	NS**	0.00001	0.00001	0.00002	0.00002	0.00001	0.00002
X9	Valor_m2	0.00000	NS**	-0.00000	0.00000	-0.00000	-0.00000	0.00000	-0.00000	-0.00000	0.00000	-0.00000	-0.00000	0.00000	-0.00000	-0.00000
X10	Ingresos_diarosUPZ	0.00002	NS**	0.00003	0.00002	-0.00007	0.00003	0.00002	-0.00009	0.00003	0.00003	-0.00010	0.00003	0.00003	0.00010	0.00003
X11	Industria	-0.00352	NS**	NS**	-0.24988	NS**	NS**	-0.02294	NS**	NS**	-0.35656	NS**	NS**	-0.20443	NS**	NS**
X12	Comercio	0.01759	NS**	NS**	0.16617	NS**	NS**	0.33129	NS**	NS**	0.27597	NS**	NS**	0.22082	NS**	NS**
X13	Servicios	0.00201	NS**	NS**	-0.09460	NS**	NS**	0.00710	NS**	NS**	0.09012	NS**	NS**	0.16708	NS**	NS**
X14	OtrasActEconómicas	0.00072	NS**	NS**	0.08933	NS**	NS**	0.24111	NS**	NS**	0.17691	NS**	NS**	0.24478	NS**	NS**
	Constant	0.41163	0.55986	2.18539	3.00717	3.22040	4.02703	3.62696	2.81146	3.43024	3.50046	2.11730	3.22053	2.63764	1.45079	NS**

Tabla 163. Efecto marginal en el grupo control y el grupo experimento - Hipótesis 1 – año 2005

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 1 - 2010														
		q10	q10 ctrl	q10 exp	q25	q25 ctrl	q25 exp	q50	q50 ctrl	q50 exp	q75	q75 ctrl	q75 exp	q90	q90 ctrl	q90 exp
X2	EmpleadosMza	0.01387	0.01993	0.01029	0.04675	0.05585	0.04293	0.13309	0.18648	0.11273	0.25523	0.37111	0.21853	0.39706	0.49938	0.34449
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	-0.00005	-0.00004	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	0.00002	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**	NS**	NS**	0.00001	0.00001	0.00004	0.00003	0.00004	0.00011	0.00006	0.00008	0.00004	0.00004	0.00007
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.00000	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	NS**	0.13964	0.15964	NS**	0.37387	0.31211	NS**	0.59942	NS**	NS**	0.33208	NS**	NS**	NS**
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	-0.00000	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.00001	NS**	NS**	NS**	NS**	0.00000	NS**
X9	Valor_m2	NS**	NS**	-0.00000	0.00000	NS**	-0.00000	0.00000	NS**	-0.00000	NS**	NS**	-0.00000	NS**	NS**	NS**
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	NS**	0.00002	0.00001	NS**	0.00002	NS**	NS**	0.00003	NS**	NS**	0.00002	NS**	NS**	NS**
X11	Industria	1.38205	0.98007	1.91646	2.57705	1.92102	2.68785	2.77318	2.33457	2.67455	1.25638	1.23200	-5.61204	NS**	-8.60894	-8.76919
X12	Comercio	1.39329	0.98007	2.35712	2.86690	1.90445	3.99737	4.48096	3.31380	6.22029	6.08163	3.77203	2.21771	-3.07260	-5.69743	NS**
X13	Servicios	1.38837	0.98007	1.87431	2.29996	1.91962	2.29199	3.10815	3.07822	2.52300	3.31204	2.82430	-3.74144	-6.26474	-6.77394	-6.19928
X14	OtrasActEconómicas	1.39725	1.00000	1.83559	2.30685	2.01462	2.16347	3.80770	4.09547	2.55506	5.79344	6.38290	-3.03968	0.15283	0.79241	NS**
	Constant	NS**	NS**	NS**	0.71422	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	8.11528	NS**	8.70426	9.27427

Tabla 164. Efecto marginal en el grupo control y el grupo experimento - Hipótesis 1 – año 2010

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

		Hipótesis 1 - y: EmpresasMza - Modelo 1 - 2015														
		q10	q10 ctrl	q10 exp	q25	q25 ctrl	q25 exp	q50	q50 ctrl	q50 exp	q75	q75 ctrl	q75 exp	q90	q90 ctrl	q90 exp
X2	EmpleadosMza	0.00006	0.00030	0.00006	0.00066	0.00076	0.00062	0.00491	0.00444	0.00415	0.02765	0.02338	0.02572	0.08283	0.07133	0.07617
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.00044	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	-0.00004	NS**	NS**	-0.00006	0.00005	NS**	NS**	0.00016	-0.00004	0.00024	0.00029	NS**	0.00058
X5	Área_Mza	0.00000	NS**	0.00003	0.00012	NS**	0.00024	0.00045	0.00014	0.00077	0.00102	0.00053	0.00163	0.00186	0.00098	0.00248
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	0.00000	NS**	0.00000	NS**	NS**	0.00000	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	NS**	0.08634	0.26529	NS**	0.27711	1.16630	NS**	0.60579	2.05748	NS**	1.10344	2.14284	NS**	1.72769
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	-0.00000	0.00000	NS**	-0.00001	-0.00001	NS**	-0.00002	-0.00001	-0.00001	-0.00002	-0.00001	NS**	-0.00002
X9	Valor_m2	NS**	NS**	0.00000	0.00000	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00001	0.00000	0.00001
X10	Ingresos_diariosUPZ	NS**	NS**	0.00001	0.00000	NS**	0.00002	NS**	NS**	0.00003	NS**	NS**	0.00003	0.00005	NS**	0.00006
X11	Industria	1.05891	1.00000	2.31518	2.62420	1.99924	3.89140	3.11207	3.30365	4.77555	2.94667	3.86290	3.12738	2.21814	3.42941	NS**
X12	Comercio	1.05690	1.00000	2.27176	2.89075	2.00000	4.15324	4.18800	4.03174	5.86247	4.44194	5.70666	4.78288	4.49423	9.93724	NS**
X13	Servicios	1.06056	1.00000	2.35749	3.34743	2.00000	4.57610	4.96502	4.39983	6.62133	7.10261	8.24076	6.87861	10.81585	16.3643	9.47280
X14	OtrasActEconómicas	NS**	NS**	0.70566	1.22752	NS**	2.25110	2.23977	2.69572	3.06855	2.62368	4.10386	NS**	3.22479	5.38369	NS**
	Constant	NS**	NS**	-0.57975	-1.16542	NS**	-2.87840	-4.37839	NS**	-9.07592	-9.84072	NS**	-15.7868	-15.02825	NS**	-24.9588

Tabla 165. Efecto marginal en el grupo control y el grupo experimento Hipótesis 2 – año 2015

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

➤ **Categoría de variables relacionadas con las Organizaciones**

En cuanto a la categoría de variables pertenecientes a la categoría definida en este estudio como “Organizaciones”, entre las que se cuentan variables relacionadas con la densidad de empleados por manzana y los porcentajes de composición de la tipología de actividad económica por manzana puede destacarse lo siguiente:

En el análisis del año 2005 y para la totalidad de la muestra, el aporte de la concentración productiva asociada al número de empleados presenta un mayor aporte en varios cuantiles analizando el grupo control en comparación al grupo experimental. Es decir, el número de empleados por unidad territorial se hace más importante como variable explicativa de la densidad de firmas en aquellas zonas donde no existe influencia de las estaciones de Transmilenio. Esta misma situación se presenta en algunos cuantiles para los años 2010 y 2015 aunque esta diferencia es menor que en el primer período, encontrándose resultados de similar magnitud o mixtos en

algunos otros. Este resultado contradice algunos de los hallazgos de la literatura que proponen que la existencia de un sistema de transporte en las cercanías a las aglomeraciones empresariales facilita en la mayoría de los casos la conformación de las mismas.

Sin embargo y de la misma forma en que ocurre en la muestra general sin distinción de la presencia de estaciones en el territorio, el aporte explicativo de esta categoría se hace mayor en la medida en que se toman muestras para los cuantiles más altos.

Por otro lado referente al análisis a la composición empresarial por tipo de actividad, para el año 2005 esta condición carece totalmente de significancia al analizar de manera independiente los grupos de control y experimental. Esto supone una gran diferencia respecto al análisis de la base total donde esta característica si denotaba aporte explicativo a la hipótesis.

Sin embargo para los años 2010 y 2015, la composición por tipo de actividad no solo recupera significancia estadística como explicación a la hipótesis, sino que los niveles de este aporte son mayores en la mayoría de cuantiles en el grupo experimental en comparación con el grupo control o con la base de datos general.

*En resumen, puede afirmarse que la composición por actividad económica adquiere mayor importancia como característica explicativa de la aglomeración empresarial, que la cantidad de empleados en el territorio.*

➤ **Categoría de variables relacionadas con las características geográficas del territorio**

Por otro lado y en cuanto a las variables pertenecientes a la categoría “Geográfica” y que agrupa aquellas relacionadas con las características geográficas del territorio entre las que se cuenta la distancia de las empresas al Sistema, el área de la manzana y de la UPZ a la que pertenece este emplazamiento, la población y el valor del terreno de cada UPZ, se resalta que:

En algunos casos existen mayores niveles de significancia estadística al analizar la base de datos general en comparación con la base diferenciada de los grupos control y experimental. En estos casos el poder explicativo de esta categoría pierde su importancia en la investigación.

Para el año 2005 y en aquellos cuantiles donde permanece la significancia explicativa, el aporte de estas variables es mayor en los grupos experimento que en la base de datos general o en el grupo control, en la mayoría de los casos.

*En resumen, podría afirmarse que las características geográficas del territorio y del emplazamiento del Sistema de transporte presentan en cuanto a sus características, una mayor capacidad explicativa y predictiva hacia la creación de aglomeraciones empresariales, entendiéndose de esta forma la importante correlación entre el desarrollo del territorio y del Sistema de transporte como motor de la generación productiva y empresarial.*

➤ **Categoría de variables relacionadas con el Sistema BRT**

Finalmente analizando la categoría “Sistema BRT” en la que se agrupan las variables utilizadas en el estudio utilizadas para formalizar características del componente troncal del Sistema definidas de manera diferencial para cada una de las unidades del territorio en las que se encuentran emplazadas las empresas tales como la cantidad de estaciones y de pasajeros discriminados por UPZ, se destaca:

Para la mayoría de cuantiles en el año 2005, el aporte marginal de la cantidad de estaciones por unidad territorial es mayor en la base de datos general que en el grupo de control o que en el grupo experimental. Para la mayoría de los casos en los cuantiles analizados para el año 2010 y 2015, el aporte de los datos en la base de datos general es mayor que en las bases diferenciadas, no encontrándose entonces un aumento en el poder explicativo de las mismas al hacer esta distinción.

Sin embargo y en cuanto a la cantidad de pasajeros que ingresan a las estaciones en los años 2005, 2010 y 2015 para la mayoría de cuantiles se observa un efecto diferente. En ellos, la mayoría de aportes en los grupos de control tienen una magnitud menor e incluso se tornan negativas, lo que conlleva a que su poder explicativo no tenga tanta importancia o sea contraria en su signo a los aportes de la base de datos general y a la base del grupo experimental.

*Podría decirse entonces que, la infraestructura del Sistema y el uso diario de la misma tiene efectos mixtos de acuerdo con la diferenciación de datos propuesta. En cuanto a las estaciones, tanto la base general como el grupo experimental presentan mayores aportes que el grupo control y lo superan también en su nivel de significancia, situación que se repite y es más importante en el grupo experimental al analizar la cantidad de usuarios del sistema. Por esta razón*

puede afirmarse que en la mayoría de los casos, la existencia, desarrollo y utilización del Sistema de transporte analizado propenden por la conformación de aglomeraciones.

### 5.8.2. Efecto marginal comparativo en el grupo control y el grupo experimento – Hipótesis 2 (y: X2\_EmpleadosMza)

En el presente apartado se muestran, comparan y analizan los resultados del aporte marginal o influencia de cada una de las variables utilizadas en el experimento para explicar el comportamiento de la variable resultado en la hipótesis que intenta recoger la evolución de la cantidad de empleados por área geográfica, permitiendo de esta forma obtener un acercamiento que responda la pregunta planteada al inicio de esta sección.

Adicionalmente se hará posible un análisis de la evolución en el tiempo del aporte marginal de estas variables, tanto en el grupo de control como en el grupo experimental.

El resultado de las regresiones en cuanto al aporte marginal de cada variable tanto para la población total del experimento y para los grupos “control” y “experimental” se presentan en las Tablas 166, 167 y 168.

		Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 1 - 2005														
		q10	q10 ctrl	q10 exp	q25	q25 ctrl	q25 exp	q50	q50 ctrl	q50 exp	q75	q75 ctrl	q75 exp	q90	q90 ctrl	q90 exp
X1	EmpresasMza	1.77946	1.62891	1.98216	2.11095	1.88710	2.39148	2.66124	2.30477	3.06830	3.64223	2.97024	4.26204	5.07148	4.36197	5.64921
X3	Dist_Mza_Estac	-0.00026	-0.00021	-0.00070	-0.00029	-0.00017	-0.00130	NS**	-0.00014	-0.00200	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	-0.00011	-0.00009	-0.00020	-0.00013	-0.00013	-0.00031	-0.00014	-0.00018	-0.00065	-0.00011	-0.00023	-0.00107	NS**	NS**	-0.00180
X5	Área_Mza	0.00001	NS**	0.00005	0.00005	0.00003	0.00012	0.00027	0.00017	0.00043	0.00107	0.00109	0.00141	0.00323	0.00291	0.00560
X6	Área_UPZ	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	NS**	NS**	0.00000	NS**	NS**	0.00000	NS**	-0.00000	NS**	NS**	-0.00001
X7	EstacionesUPZ	0.36282	NS**	0.86279	0.56029	NS**	1.13474	1.05391	NS**	1.34671	1.60232	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X8	PoblaciónUPZ	-0.00001	-0.00001	-0.00004	-0.00002	-0.00001	-0.00006	-0.00002	-0.00001	-0.00010	-0.00003	-0.00002	-0.00013	NS**	NS**	-0.00022
X9	Valor_m2	0.00000	0.00000	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	NS**	NS**	0.00001	NS**	NS**
X10	Ingresos_diarosUPZ	-0.00001	NS**	-0.00002	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	0.00006	0.00017	NS**	0.00021	NS**	NS**	0.00071
X11	Industria	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	OtrasActEconómicas	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
	Constant	NS**	NS**	NS**	NS**	0.80226	NS**	NS**	1.62481	7.63507	-4.82090	NS**	17.0479	-11.10572	NS**	45.5151

Tabla 166. Efecto marginal en el grupo control y el grupo experimento - Hipótesis 2 – año 2005

Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 1 - 2010																
	q10	q10 ctrl	q10 exp	q25	q25 ctrl	q25 exp	q50	q50 ctrl	q50 exp	q75	q75 ctrl	q75 exp	q90	q90 ctrl	q90 exp	
X1	EmpresasMza	1.33536	1.15628	1.50534	1.63727	1.41010	1.88569	2.26054	1.83485	2.61241	3.36717	2.46123	3.89283	5.28194	3.65330	5.60468
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.00063	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	-0.00003	NS**	NS**	-0.00003	-0.00002	NS**	NS**	-0.00004	NS**	NS**	-0.00007	NS**	NS**	NS**	-0.00154
X5	Área_Mza	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.00001	NS**	0.00004	0.00002	0.00010	0.00044	0.00027	0.00059	0.00186	0.00153	0.00264
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	-0.00000	NS**	NS**	-0.00000	NS**	NS**	-0.00000	NS**	NS**	-0.00000
X7	EstacionesUPZ	0.19760	NS**	0.35437	0.48146	NS**	0.64502	0.86921	NS**	0.61412	2.17394	NS**	NS**	5.27525	NS**	NS**
X8	PoblaciónUPZ	0.00000	NS**	NS**	-0.00001	NS**	-0.00001	-0.00001	-0.00000	-0.00002	-0.00002	NS**	-0.00005	NS**	NS**	-0.00018
X9	Valor_m2	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	0.00000	0.00000	NS**	0.00000	0.00000	NS**	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001
X10	Ingresos_diarosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	0.00002	NS**	NS**	0.00009	NS**	NS**	0.00022	NS**	NS**	0.00072
X11	Industria	NS**	11.2440	14.9192	NS**	NS**	17.3503	-0.63677	NS**	NS**	-2.53086	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	12.24543	10.9638	13.7397	0.29622	-0.74535	15.0189	-2.65389	-1.46957	-2.30117	-4.94806	-2.23112	-7.78269	-8.01293	-4.39818	-13.2000
X13	Servicios	12.28470	10.8505	13.9528	0.91810	-0.41665	16.1598	-1.19660	-0.60291	NS**	-2.76730	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X14	OtrasActEconómicas	5.63212	5.08045	6.85844	-4.63745	-5.35313	9.87223	-5.69714	-4.02372	-5.64726	-6.87263	-3.82882	-8.74807	-9.35427	-5.30351	NS**
	Constant	NS**	-11.1924	-15.6911	NS**	NS**	-18.0921	NS**	1.04657	NS**	NS**	1.70392	NS**	NS**	NS**	35.3182

Tabla 167. Efecto marginal en el grupo control y el grupo experimento - Hipótesis 2 – año 2010  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

Hipótesis 2 - y: EmpleadosMza - Modelo 1 - 2015																
	q10	q10 ctrl	q10 exp	q25	q25 ctrl	q25 exp	q50	q50 ctrl	q50 exp	q75	q75 ctrl	q75 exp	q90	q90 ctrl	q90 exp	
X1	EmpresasMza	0.51560	0.37500	0.59010	0.85441	0.56148	0.95339	1.60224	1.05147	1.75983	3.51125	2.23100	3.82960	9.61368	5.54563	10.2927
X3	Dist_Mza_Estac	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X4	Dist_Mza_Aerop	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X5	Área_Mza	NS**	NS**	-0.00005	NS**	NS**	-0.00004	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X6	Área_UPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X7	EstacionesUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X8	PoblaciónUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X9	Valor_m2	NS**	NS**	-0.00000	NS**	NS**	-0.00000	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X10	Ingresos_diarosUPZ	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X11	Industria	-2.06240	-1.50000	-2.29081	-2.50575	-1.12296	-2.79983	-2.80671	-1.05147	-3.51947	-3.51125	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**
X12	Comercio	-2.37245	-1.50000	-2.42284	-2.67816	-1.24592	-3.35865	-3.20448	-1.10294	-4.27991	-3.51125	-2.23100	-6.64428	NS**	NS**	NS**
X13	Servicios	-2.98910	-1.50000	-3.66685	-3.41762	-1.24592	-4.28221	-3.61343	-1.10294	-5.28021	-3.51125	-2.23100	-6.65920	NS**	NS**	NS**
X14	OtrasActEconómicas	-2.57800	-1.50000	-2.81979	-2.56322	-1.12296	-3.55975	-1.60224	NS**	-3.15810	0.00000	NS**	NS**	0.00000	NS**	NS**
	Constant	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**	NS**

Tabla 168. Efecto marginal en el grupo control y el grupo experimento Hipótesis 2 – año 2015  
Fuente: Cálculos adelantados por el autor

➤ **Categoría de variables relacionadas con las Organizaciones**

En cuanto a la categoría de variables pertenecientes a la categoría definida en este estudio como “Organizaciones”, entre las que se cuentan variables relacionadas con la densidad de empresas por manzana y los porcentajes de composición de la tipología de actividad económica por manzana puede destacarse lo siguiente:

En el análisis del año 2005 y para la totalidad de la muestra, el aporte de la concentración productiva asociada al número de empleados presenta un mayor aporte en el grupo experimental en comparación al grupo de control y con la base de datos total sin diferenciación. Es decir, el número de empresas por unidad territorial se hace más importante como variable explicativa de la densidad de trabajadores en aquellas zonas donde no existe influencia de las estaciones de

Transmilenio. Esta misma situación se presenta en la mayoría de cuantiles para los años 2010 y 2015, aunque esta diferencia es mayor que en el primer período existiendo para el último año niveles superiores de aporte marginal de esta variable. Este resultado se encuentra de acuerdo con la mayoría de hallazgos hechos en la revisión de la literatura que proponen que la existencia de un sistema de transporte en las cercanías a las aglomeraciones empresariales potencia los niveles de productividad y la generación de empleo.

En cuanto al aporte de las variables que recogen la composición porcentual de tipo de empresa por actividad empresarial en cada unidad de territorio, para el año 2005 se presenta una ausencia absoluta de significancia estadística tanto para la base de datos general como para las diferenciadas en relación a la influencia del Sistema. Para los años 2010 y 2015 en los casos en los que existe significancia, el aporte de la actividad industrial al número de empleados es bastante alta en los grupos experimentales. Para las actividades de comercio, servicios y otras, el aporte de esta composición también lo es en el grupo experimental para los cuantiles superiores a la mediana que agrupan aquellos sectores con concentraciones altas de empleo. Sin embargo para cuantiles inferiores en algunos casos, esta magnitud continúa siendo alta pero en una relación inversa, lo que permite afirmar que en estos casos la composición de estas actividades no aporta a la generación de empleo mientras que el sector industrial si lo hace.

*En resumen, puede afirmarse que la cantidad de empresas por unidad territorial se constituye en una potente variable explicativa de la cantidad de empleados y la composición por actividad económica adquiere importancia como característica explicativa de la aglomeración empresarial en relación a la variable explicada, haciéndose necesario el análisis puntual de cada caso debido a la existencia de relaciones inversas en algunos de ellos.*

➤ **Categoría de variables relacionadas con las características geográficas del territorio**

Por otro lado y en cuanto a las variables pertenecientes a la categoría “Geográfica” y que agrupa aquellas relacionadas con las características geográficas del territorio entre las que se cuenta la distancia de las empresas al Sistema, el área de la manzana y de la UPZ a la que pertenece este emplazamiento, la población y el valor del terreno de cada UPZ, se resalta que:

En algunos casos existen mayores niveles de significancia estadística al analizar la base de datos general en comparación con la base diferenciada de los grupos control y experimental. En estos casos el poder explicativo de esta categoría pierde su importancia en la investigación.

Para el año 2005 y en aquellos cuantiles donde permanece la significancia explicativa, el aporte de estas variables es mayor en los grupos experimento que en la base de datos general o en el grupo control, en la mayoría de los casos.

- *En resumen, podría afirmarse que las características geográficas del territorio y del emplazamiento del Sistema de transporte presentan en cuanto a sus características, no presentan aportes significativos para explicar la generación, creación o destrucción de empleo.*
- **Categoría de variables relacionadas con el Sistema BRT**

Finalmente analizando la categoría “Sistema BRT” en la que se agrupan las variables utilizadas en el estudio utilizadas para formalizar características del componente troncal del Sistema definidas de manera diferencial para cada una de las unidades del territorio en las que se encuentran emplazadas las empresas tales como la cantidad de estaciones y de pasajeros discriminados por UPZ, se destaca:

Para la mayoría de cuantiles en el año 2005, el aporte marginal de la cantidad de estaciones por unidad territorial es mayor en la base de datos general que en el grupo de control o que en el grupo experimental. Para la mayoría de los casos en los cuantiles analizados para el año 2010 y 2015, el aporte de los datos en la base de datos general es mayor que en las bases diferenciadas, no encontrándose entonces un aumento en el poder explicativo de las mismas al hacer esta distinción.

Sin embargo y en cuanto a la cantidad de pasajeros que ingresan a las estaciones en los años 2005, 2010 y 2015 para la mayoría de cuantiles se observa un efecto diferente. En ellos, la mayoría de aportes en los grupos de control tienen una magnitud menor e incluso se tornan negativas, lo que conlleva a que su poder explicativo no tenga tanta importancia o sea contraria en su signo a los aportes de la base de datos general y a la base del grupo experimental.

*Podría decirse entonces que, la infraestructura del Sistema y el uso diario de la misma tiene efectos mixtos de acuerdo con la diferenciación de datos propuesta. En cuanto a las estaciones, tanto la base general como el grupo experimental presentan mayores aportes que el grupo control y lo*

*superan también en su nivel de significancia, situación que se repite y es más importante en el grupo experimental al analizar la cantidad de usuarios del sistema. Por esta razón puede afirmarse que, en la mayoría de los casos, no es posible afirmar de manera concluyente que la existencia, desarrollo y utilización del Sistema de transporte analizado derivan en la creación o generación de empleo.*

### **APORTE A LA ADMINISTRACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES Y AL DISEÑO DE POLÍTICAS PÚBLICAS**

Los resultados de este estudio, que se puntualizan en las conclusiones, permiten que en este apartado se presente una reflexión resumida acerca de la contribución al desarrollo de la teoría, a la administración de las organizaciones y al diseño de políticas públicas.

a) En términos teóricos, la contribución de esta investigación tiene dos perspectivas. En la primera, resultados demostrados empíricamente respaldan postulados referidos en la revisión teórica elaborada, tal el caso de las economías de aglomeración. La segunda perspectiva destaca aquellos resultados empíricos que, respecto a características específicas, hacen de la ciudad de Bogotá una singularidad que no estaría plenamente interpretada conforme la literatura tradicional acerca aglomeraciones.

Se considera que este estudio presenta un aporte al estudio sobre la localización y la aglomeración empresarial, sobre los efectos de este fenómeno en el empleo y en las condiciones tanto de accesibilidad como de movilidad urbana. Esto último definido por los sistemas de transporte público tipo BRT.

Los argumentos enunciados se presentaron teniendo en cuenta la sustentación teórica necesaria y fueron comprobados o contrastados en diferentes etapas del estudio. Los mismos permitieron aportar en cuanto a las características de la relación entre decisiones estratégicas de las empresas y los niveles de productividad y competitividad de organizaciones bogotanas.

Durante el trabajo, se refinaron y profundizaron aspectos especificados en la revisión de literatura, permitiendo examinar detalles de cada propuesta y analizarlos a la luz de los resultados empíricos obtenidos. Esto permitió que el aporte se centrara en el análisis de estos postulados para la realidad de la ciudad de Bogotá.

Es de resaltar que las secciones metodológicas presentadas en el trabajo permitieron a su vez diferenciar dos niveles de contribución.

En el primer nivel y al analizarse la dinámica evolutiva de la localización espacial de las empresas de la ciudad y su relación con el desarrollo y aumento de cobertura del sistema BRT, las conclusiones permitieron contrastar y discutir postulados como los de Fujita et al. (2001), Glenn Ellison, Glaeser y Kerr (2010), Delgado et al. (2014), Duranton y Kerr (2015) o los de De Roo y Miller (2019). Se evidenció así que la ciudad parte de un modelo monocéntrico, pasa por un modelo policéntrico y se complejiza al igual que su economía bajo un modelo policéntrico especializado.

En el segundo nivel de análisis, no sólo se analizaron las dinámicas de localización sino también su resultado bajo la óptica de las economías de aglomeración para la ciudad. Se logró de esa manera, brindar aportes a los postulados teóricos que soportan las cuatro hipótesis planteadas en obras como las de Ottaviano y Puga (1998), Duranton y Puga (2000), Duranton y Puga (2004), Graham y Van Dender (2011), Cervero (2013) y Combes y Gobillon (2014) entre otros.

b) En cuanto a la administración de las organizaciones, este estudio presenta un aporte enfocado a apoyar decisiones estratégicas de las firmas especialmente en cuanto a la localización de las mismas. Esta investigación posibilita tener elementos de criterio para ubicar geográficamente empresas que conformen *clústers*, junto a otras organizaciones cuyos bienes y servicios son complementarios.

Tal y como generalizadamente se acepta, la conformación de estos *clústers* o agrupamientos tiene por finalidad aprovechar ventajas competitivas en función de disminución de costos, dada la complementariedad geográfica, a la vez que propiciar sinergias en la entrega de aportes agregados y promesas de valor conjunto, ante los consumidores.

Se hace evidente, como parte de los logros de este trabajo, la comprobación de que los circuitos de dotación del servicio público de transporte favorecen o posibilitan la conformación o reforzamiento de áreas productivas con mayor o menor grado de especialización en la producción de bienes o servicios.

c) En relación con la contribución al diseño de políticas públicas, este estudio es útil brindando: (i) metodologías de estudio respecto a la dotación de servicios públicos, en este caso relativos al transporte; (ii) resultados específicos que ejemplifican la dinámica del servicio público

de transporte en Bogotá; y (iii) elementos de criterio para toma de decisiones de empresas públicas y privadas respecto a la movilización de factores de producción.

Estas contribuciones son aplicables no sólo para el caso de Bogotá sino también, con las adaptaciones pertinentes, para otros centros urbanos con características propias de tamaño y localización. Se trata de fortalecer la toma de decisiones mediante métodos y procesos de análisis de datos empíricos actualizados y sus tendencias. Con ello se pueden aprovechar las ventajas aplicativas que tienen los conceptos de las economías de aglomeración y su relación con el desarrollo de sistemas de transporte público, aspectos que se resaltan en los resultados y conclusiones de esta tesis.

El análisis de la relación entre las empresas y los sistemas de transporte público masivo aporta al esclarecimiento de los fenómenos que surgen de la interacción de los actores que confluyen en las ciudades. Se contribuye de esta manera a la toma de decisiones en política pública a fin de reducir la brecha en la atención a las necesidades crecientes de infraestructura y crecimiento relacionadas con la red vial, el transporte público, la vivienda y los servicios básicos.

El análisis de los resultados de esta investigación, podría ser tomado como elemento de consideración para una política pública que busque dinamizar el desarrollo empresarial y económico, así como el desarrollo inmobiliario y las decisiones de redensificación de la zona urbana. Se contribuiría de esta manera a una planeación ordenada de las ciudades que posibilite un fortalecimiento de las instituciones y las empresas para beneficio de los habitantes.

A manera de resumen, pueden resaltarse algunos de los resultados obtenidos en este estudio. Si las empresas se sienten atraídas por ubicaciones donde existe presencia y desarrollo del sistema de transporte en buses rápidos (BRT), sería preferible definir nuevas troncales del sistema. Estas se establecerían a lo largo de aquellos corredores de la ciudad donde se estima o evidencia la necesidad de desarrollo y presencia económica de las empresas. No obstante esta investigación encontró que en algunos casos, la influencia del volumen de pasajeros no es tan estadísticamente significativa en su importancia, respecto a la ubicación de algunas empresas en particular.

Estas decisiones pueden diferenciarse también por tipo de actividad o sector económico, atendiendo a áreas geográficas en función de actividades productivas específicas.

## CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

La investigación realizada en esta tesis doctoral pretende estudiar la relación entre el aumento de la cobertura de Transmilenio - asociado a la apertura de nuevas estaciones entre el 2005 y el 2015- y los siguientes aspectos que pudieron verse influenciados por dicho aumento: (i) la ubicación geográfica de las empresas en Bogotá y (ii) efectos en el empleo. Para lograrlo, el estudio propone modelos de análisis cuantitativo y espacial bajo la tipología de series de tiempo interrumpidas (Arnau, 2001; Bono Cabré, 1994) donde se analizan tanto la evolución y desarrollo de la estructura espacial de la economía de la ciudad de Bogotá y del sistema Transmilenio en los años 2005, 2010 y 2015, como las decisiones estratégicas de ubicación geográfica, de generación de empleo de las organizaciones y el aumento en los niveles de cobertura del Sistema Público de Transporte en la ciudad en los períodos mencionados.

Esta investigación confirma lo planteado en el argumento central de este estudio donde se propone que el aumento en la cobertura de Transmilenio asociado a la apertura de nuevas estaciones en el período comprendido entre el 2005 hasta el 2015 ha impactado de manera significativa los siguientes aspectos: i) la ubicación geográfica de las empresas en Bogotá y ii) la generación de empleo en estas empresas.

En los principales aspectos contenidos en la relación sugerida en el anterior párrafo como argumento central, se encuentran aquellos que son planteados como hipótesis en aspectos relacionados con la productividad, las economías de aglomeración, la accesibilidad y la cobertura del sistema.

### **IMPLICACIONES TEÓRICAS**

Como conclusión general de este estudio se plantea que en algunos momentos específicos, estos hallazgos contradicen los planteamientos hechos en la literatura. En apartados siguientes se analizará con detalle el sentido y la magnitud de cada una de las interacciones que se plantean, donde a manera de sumario pueden destacarse los siguientes aspectos:

- Existe una fuerte relación entre el sistema BRT, la aglomeración de firmas, con la creación de empresas y con la generación de empleo.

- Se demuestra la concentración de empresas alrededor de las líneas y paraderos del sistema Transmilenio, con niveles diferenciales de aglomeración de acuerdo con los diferentes rangos de influencia o de separación geográfica, especialmente del sector comercial.

- El impacto de la presencia del sistema BRT en los niveles de presencia y densificación de empresas y empleo es significativamente más alto en aquellos sectores con niveles superiores de aglomeración.

- De acuerdo con lo anterior puede afirmarse que la presencia y desarrollo del BRT presenta en general niveles importantes en su efecto sobre las decisiones de localización de las empresas, encontrándose que en los sectores con mayores niveles de densidad empresarial cada estación adicional se relaciona al menos con 2 empresas adicionales en el territorio. Sin embargo en algunos cuantiles y en algunos períodos en particular, existe una relación inversa en este fenómeno.

- Por el contrario, la evidencia empírica demuestra que la cantidad de pasajeros del sistema analizados por unidad territorial, no impactan significativamente la decisión de posicionamiento de las empresas, dado que su aporte en los tres períodos es bastante bajo.

- En el período evolutivo analizado en la ciudad de Bogotá, la geografía urbana tiende a manifestar aspectos de ordenamiento y concentración catalogados en la literatura consultada bajo la taxonomía de policentrismo especializado, donde pueden encontrarse territorios que concentran muchas empresas con pocos empleados, situación mucho más notoria en las empresas de los sectores comercial y de servicios.

- Esta característica se ve reforzada al identificar fenómenos de aglomeración y de especialización por actividad económica, en sectores específicos de la ciudad los cuales migran y se transforman a través del tiempo, originándose fenómenos de policentrismo en concordancia con la idea anterior. Así mismo, se observan períodos y territorios de desconcentración empresarial en la serie de tiempo analizada, pudiéndose catalogar en categorías que la literatura ha agrupado bajo la denominación de distritos centrales de negocio (DCN) subcentros económicos y subcentros de empleo.

- Los resultados demuestran que la cercanía de las empresas a las líneas del sistema propicia la elección de las mismas a aprovechar las ventajas que esta accesibilidad brinda y a escoger su ubicación dentro de un rango de influencia que lo haga posible, situación que se encuentra en concordancia con los postulados teóricos y los hallazgos empíricos consultados.

Respecto al análisis de resultados y a las conclusiones de esta investigación frente al ejercicio de revisión de literatura adelantada para identificar el vacío teórico y conceptual al que se pretende aportar, se presentan las siguientes conclusiones.

- La revisión de la literatura permitió definir que debido a diferentes razones tales como el corto tiempo de la implementación y puesta en marcha de los sistemas BRT en el mundo, existe una baja disponibilidad de investigaciones concluyentes en cuanto a la relación entre el desarrollo de estos Sistemas y fenómenos tales como el cambio en el uso y en el valor del suelo de las propiedades urbanas, la respuesta de organización espacial de las ciudades, la fragmentación social, la localización residencial de sus ciudadanos y la dinámica tanto económica como geográfica de las organizaciones. Es así que se explica la ausencia de estudios concluyentes sobre la relación entre el impacto del desarrollo de los sistemas BRT y la evolución de las organizaciones.
- En ese sentido, también es posible afirmar que existen vacíos teóricos y de validación empírica sobre el análisis y comprobación de los posibles efectos de las inversiones en los sistemas de transporte público masivo tipo BRT en las decisiones estratégicas de ubicación geográfica de las organizaciones, y la generación de empleo de las mismas.
- Debido a lo anterior, puede afirmarse que existe un vacío en los estudios empíricos aplicados a Transmilenio que hayan tratado de evaluar la relación entre los efectos de las inversiones en el BRT de Bogotá, la localización de las firmas y la generación de empleo a través de modelos de análisis cuantitativo y espacial de manera simultánea.
- Para los 3 períodos de estudio, se presentan fenómenos de desconcentración económica urbana en lo que la teoría denomina policentrismo económico (Giuliano & Small, 1991; J. F. McDonald & P. J. Prather, 1994; D. McMillen & McDonald, 1997).
- Este fenómeno que se evidencia en los índices de medición de aglomeración de empresas y de empleados entre otros donde los niveles de concentración de firmas en algunas de las unidades territoriales son bastante superiores al promedio teórico, permite identificar la conformación de territorios específicos donde se evidencia la existencia de economías de aglomeración y que en la teoría son llamados centros y subcentros de negocio y de empleo.

- Esta dinámica de concentración de empleo y de empresas en espacios definidos a lo largo de la ciudad es continua, evidenciándose en los períodos de estudio que algunos sectores de la ciudad cambian su vocación en cuanto al tipo de actividad dominante mientras que otros mantienen la misma. Este fenómeno puede analizarse en paralelo con el aumento de los niveles de accesibilidad proporcionados por el aumento de cobertura de Transmilenio, toda vez que puede plantearse de manera gráfica una relación inicial positiva entre el aumento de pasajeros que usan el Sistema discriminados por territorio frente al aumento de la densidad empresarial y frente a los cambios en la composición de la actividad económica de las divisiones en el territorio que se utilizan en este estudio. Este fenómeno es especialmente notorio para las organizaciones dedicadas a la actividad comercial.

Los capítulos anteriormente descritos conforman el cuerpo del documento de tesis y en ellos se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- La revisión de la literatura y el análisis de diversos estudios empíricos sobre la relación entre las economías de aglomeración urbanas y los diferentes fenómenos sociales que allí ocurren, permiten afirmar que la evolución de la estructura espacial de la economía es particular en cada ciudad y es el resultado de la respuesta y adaptación a diferentes fenómenos y estímulos que influyen en esta dinámica.
- En concordancia a lo encontrado por Ingvardson y Nielsen (2018) en su análisis comparativo para 86 sistemas del tipo BRT alrededor del mundo, el presente estudio encontró que el impacto por la implementación de este tipo de sistemas tiene efecto en dos ámbitos: i) en el operacional al influir en el grado de atracción de pasajeros y por tanto en las dinámicas relacionadas con la accesibilidad y el territorio y ii) en el estratégico indirecto en términos de la relación con el desarrollo urbano y las decisiones de sus actores entre las cuales se encuentran las empresas.
- En particular y para la ciudad de Bogotá, investigaciones como la de Pérez (2006), la de Dueñas et al. (2009), la de (Álvarez, 2013), la de Sandoval (2013), la de Galeano Campo y Pérez Gándara (2014) y la de Bocarejo et al. (2016) – estos últimos particularmente analizando la interacción entre la sociedad y los sistemas de transporte público - refuerzan lo anteriormente enunciado y demuestran cómo la evolución

empresarial de la ciudad de Bogotá durante la última década del siglo XX y durante los primeros años del siglo XXI presentó una dinámica propia en respuesta a diferentes fenómenos que se presentaron en la ciudad, tales como el crecimiento desordenado de la población urbana, la dinámica de creación y desaparición de empresas, la evolución de estructuras espaciales de monocentrismo y policentrismo en diferentes zonas de la ciudad o la disponibilidad de acceso a diferentes estructuras e instalaciones en la ciudad.

- Aunque al adelantar un comparativo entre los niveles de densidad de empresas y de empleados por UPZ se evidencia una relación entre los mismos, esta no es directamente proporcional evidenciándose que existe una mayor tendencia hacia la densificación o aglomeración de empresas en comparación con la densificación de empleados. Esta situación podría explicarse por niveles mayores de presencia de empresas con niveles de empleo menores al promedio.
- En cuanto a la evolución de este fenómeno, también se evidencia que a lo largo de los tres períodos de estudio la cantidad de áreas de análisis que aumentan la densidad de empresas es mayor a la cantidad de áreas que aumentan la densidad de empleados. Esta situación puede interpretarse como un indicador de generación de fenómenos de policentrismo donde las empresas tienden a agruparse para aprovechar las economías de aglomeración en mayor medida que la tendencia de agrupación de los subcentros de empleo.
- De manera simultánea, estos aumentos en los niveles de agrupación empresarial presentan niveles de crecimiento que superan al de la concentración de empleados lo que puede interpretarse como una prevalencia de aparición de empresas con niveles poco elevados de generación de empleo.
- Las dos conclusiones anteriores también pueden entenderse como características típicas de policentrismo especializado típico de la ciudad de Bogotá, donde coexisten una limitada cantidad de empresas con niveles altos de empleo y una cantidad más amplia de empresas con bajos niveles de empleo, dentro de las cuales se cuentan las empresas unipersonales.
- Este análisis y los resultados que se acaban de destacar, en cuanto a la identificación de zonas específicas con altos índices de empresas y altos índices de empleo, en una ciudad donde las organizaciones de tamaño micro y pequeño constituyen el mayor porcentaje

del tejido empresarial, permiten confirmar la existencia de un fenómeno de aglomeración en torno a empresas pioneras o “ancla” en diferentes sectores y actividades económicas, configurándose en Bogotá la existencia de barrios o zonas específicas dedicadas a la misma actividad. Esta situación se enmarca perfectamente con la definición de policentrismo especializado, el cual está ampliamente tipificado en la literatura y del cual existen una amplia variedad de estudios a nivel mundial que lo sustentan.

## **IMPLICACIONES METODOLÓGICAS**

En relación con la estructura y metodología de la tesis, se resalta que el documento se divide en cinco capítulos donde en el primero de ellos se exponen tanto la revisión como la fundamentación teórica y conceptual construida para sustentar este estudio, en el segundo se presentan las características y detalle del diseño propuesto para la investigación y en los tres últimos da cuenta de los resultados de la investigación de acuerdo con el detalle presentado a continuación.

Las particularidades del diseño metodológico del estudio que se consignan en el segundo capítulo dan cuenta del tipo, diseño y alcance de la investigación a nivel de detalle. De manera complementaria en estas conclusiones se quiere resaltar la inclusión de dos variables de control. En primer lugar, se resalta que la variable que representa la distancia de las empresas a un mismo lugar fijo dentro de la ciudad, se incluyó en esta propuesta como una variable de control de la evolución del modelo econométrico para capturar o corregir posibles errores o desviaciones originados por cambios de política del uso del suelo definidos en los períodos analizados o por los cambios en la codificación de las manzanas debido a la creación, eliminación o división de las mismas. En segundo lugar, la variable que recoge la distancia de las empresas a un mismo lugar fijo dentro de la ciudad y cuya magnitud no cambia en el tiempo se incluyó en esta propuesta como la segunda variable de control de la evolución del modelo econométrico para capturar o corregir posibles errores o desviaciones originados por cambios de política del uso del suelo definidos en los períodos analizados o por los cambios en la codificación de las manzanas debido a la creación, eliminación o división de las mismas. El uso de este tipo de variables de control es una herramienta común en las investigaciones que correlacionan fenómenos sociales con la evolución de la geografía de un territorio (Osorio & Castro, 2013; Pérez Prieto & Marmolejo Duarte, 2008).

En el tercer capítulo, se exponen los resultados del estudio y la discusión en cuanto a la caracterización de la dinámica de posicionamiento, diversificación y especialización geográfica de las empresas y a la dinámica de crecimiento de Transmilenio en la ciudad de Bogotá. El cuarto capítulo contiene la validación de las hipótesis de acuerdo con la metodología propuesta, presentándose en detalle la fundamentación de los métodos de regresión planteados. En el quinto capítulo se presentan los resultados empíricos y el análisis de los resultados obtenidos para cada una de las hipótesis al ser analizados bajo la metodología de regresión aplicada de acuerdo con el detalle y características elegidos, las cuales se exponen en el cuarto capítulo.

### **IMPLICACIONES PRÁCTICAS**

De manera complementaria, el análisis de resultados cuantitativos y estadísticos resultado de la medición de diferentes índices y medidas de comportamiento geográfico, también permiten puntualizar características y fenómenos surgidos en la evolución de la ciudad, como se presenta a continuación.

- En cuanto a los niveles de concentración de empresas se puede destacar que en el año 2005 el 38,39% de UPZ superaron el porcentaje promedio aritmético de empresas/zona, en el 2010 este promedio era superado por el 38,36% de las UPZ y en el 2015 este valor equivalía a un 32,14% de estas UPZ.
- Los datos anteriormente presentados muestran una clara tendencia de índole particular en diferentes zonas de la ciudad, que incluye fenómenos tanto de desconcentración empresarial que consolidó a través del periodo analizado zonas específicas de la ciudad con dinámicas económicas propias, como de policentrismo especializado en cada una de ellas.
- En cuanto al porcentaje de actividad económica que se encontraban localizados en estas UPZ con densidad superior y que configuran el policentrismo, se encontró que para el 2005 reunían el 74,10% de empresas y el 76,34% de empleados, que en el 2010 reunían el 74,99% de empresas y el 75,84% de empleados y en el 2015 reunían el 74,06% de empresas y el 81,08% de empleados respectivamente.
- Esta situación evidencia la tendencia general y sostenida hacia la concentración de empresas y de empleo surgida de manera particular y diferenciada en cada una de las zonas que se estudian y a su vez el surgimiento de fenómenos tales como el

policentrismo especializado, con una marcada existencia de centros de negocio principales y de subcentros auxiliares tal como se demuestra en el capítulo 3 de este documento. Así mismo y al analizar el mismo fenómeno distinguiendo entre los cuatro tipos de actividad diferenciados en el documento (servicio, comercio, industria y otras actividades), puede identificarse esta evolución de manera más detallada. Estos resultados concuerdan con postulados que se propusieron desde la última década del siglo XX por autores tales como Giuliano y Small (1991), J. F. McDonald y P. J. Prather (1994) y D. McMillen y McDonald (1997) en relación con la evolución propia de las ciudades en su interacción con diferentes fenómenos sociales y económicos.

- Esta tendencia hacia la concentración de empresas y de empleo diferencial a lo largo de diferentes sectores de la ciudad es sustentada teóricamente bajo la óptica de la transición entre el monocentrismo y el policentrismo económico, donde surgen diferentes focos económicos zonales a lo largo de las ciudades los cuales responden a características y dinámicas propias. Podría afirmarse que el fenómeno detallado en la ciudad corresponde a una segunda instancia de policentrismo donde estos focos avalan la aparición del denominado policentrismo especializado.
- El resultado anteriormente descrito también sirve como punto de partida para investigaciones que busquen identificar las causas de este policentrismo especializado de acuerdo con las categorías propuestas por White (1999), quien define modelos exógenos a partir de las propuestas de White (1990) y Ross y Yinger (1995) quienes a su vez explican el surgimiento de subcentros a partir de la descentralización del empleo y modelos endógenos, en concordancia con propuestas predecesoras y sucesoras como las de Fujita y Ogawa (1982), Palivos y Wang (1996) y Berliant, Peng y Wang (2002) cuyas ideas plantean que es el surgimiento de los subcentros los que determinan las características de la ubicación de las firmas y de la generación de empleo.
- El análisis presentado sobre las concentraciones de empresas y de empleo en la ciudad y detalladas para cada una de las zonas UPZ elegidas para este estudio, se complementa con diferentes indicadores estadísticos espaciales tales como la distancia estándar y el índice de contigüidad entre empresas, además de índices comúnmente utilizados en la literatura para evidenciar la interacción de características específicas en el territorio y en el comportamiento de los actores que en este se desarrollan. Dada la particularidad

de esta investigación, mediciones tales como el índice de Gini, el índice de Theil, el índice Herfindahl – Hirschman, el índice de Lieberman, el índice I de Morin, el índice de especialización local IEL, el índice de diversificación económica IDE, el índice Gi de Getis-Ord y el análisis de *clusterización* espacial por medio del índice K de Ripley permiten analizar la evolución y correlación entre el territorio y las organizaciones.

- Los resultados del análisis de estos índices permiten en términos generales afirmar con evidencia estadísticamente significativa, que se identifican diferentes sectores donde los índices de agrupación son mayores (presencia de aglomeraciones), donde existe una mayor tendencia a la conformación de centros de empleo y de negocios diferenciados, apoyando la afirmación anterior de existencia de fenómenos de policentrismo especializado.
- Los análisis adelantados por medio de estos estadísticos permitieron evidenciar altos niveles de heterogeneidad espacial, donde la ausencia de continuidad o estabilidad en el espacio y en el tiempo de los niveles de concentración, dispersión, localización y especialización económica son una característica típica de la ciudad de Bogotá (Pachón, 1986; Pérez, 2006). También se comprobó estadísticamente que en la ciudad se habían conformado aglomeraciones para actividades de economía general, así como para cada uno de los sectores económicos analizados en los tres períodos de estudio.
- Los índices y los niveles de concentración de empresas y los de empleados difieren entre sí, especialmente cuando se analizan particularmente las cuatro categorías de actividades económicas elegidas, pudiéndose evidenciar estas diferencias entre los diferentes sectores de la ciudad y en períodos de análisis diferentes. De esta manera y para la evolución entre el 2005, el 2010 y el 2015 algunos sectores presentan niveles de densidad de empresas mayores en relación con los niveles de densidad de empleados, característica común en territorios en los cuales predomina la actividad comercial y donde las organizaciones requieren para su actividad niveles menores de empleados mientras que en algunos sectores se presentan niveles de densidad de empresas menores en relación con los niveles de densidad de empleados, característica común en territorios en los cuales predomina la actividad industrial y donde las organizaciones requieren para su actividad niveles mayores de empleados.

El cuarto capítulo contiene la validación específica de las hipótesis de acuerdo con la metodología propuesta, presentándose en detalle la fundamentación de los métodos de regresión planteados. Las principales conclusiones surgidas de este ejercicio se presentan a continuación.

- El modelamiento inicial propuesto que buscaba medir la relación entre las variables dependientes para cada hipótesis y las variables independientes, se estructuró bajo la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios Generalizados. Sin embargo se demostró que el experimento y los datos utilizados presentaban una violación de supuestos básicos de validez para regresión MCO, donde no se observó normalidad de los errores, existe evidencia de posible autocorrelación entre los errores, no existe homocedasticidad de la varianza de los errores y existe evidencia de colinealidad entre algunas variables.
- Lo anterior además de los resultados anormales ante las pruebas de otros supuestos de segundo nivel de validez que también testean la robustez de los resultados bajo este método, llevó a la propuesta de una modelación más robusta mediante regresión cuantílica.
- Esta propuesta se considera el aporte metodológico central de esta investigación,
- La elección de tratamiento de los datos del presente experimento bajo la metodología de regresión cuantílica brinda ventajas que permiten certificar sus resultados como válidos para la totalidad de la muestra.
- El modelamiento propuesto y que responde a un diseño que pretende complementar la elección de una metodología de regresión cuantílica como solución a problemas asociados a la heterogeneidad de la muestra, a la posibilidad de presentarse problemas funcionales asociados a variables omitidas o inflación de la varianza,
- Los planteamientos teóricos y empíricos de autores tales como Griffith (1981), Sala Rios (2000), Craig y Ng (2001), D. McMillen (2001a), Graham (2007b) y Redfearn (2007) permiten afirmar que las variables utilizadas en el presente experimento para explicar la relación entre el desarrollo del componente troncal del sistema integrado de transporte público masivo en la ciudad de Bogotá y las decisiones estratégicas de las firmas en cuanto a localización geográfica y generación de empleo por medio de las

hipótesis propuestas, pueden considerarse como adecuadas y representativas de los componentes de la relación establecida.

En la última sección del presente trabajo en correspondiente al quinto capítulo, se presentan los resultados empíricos de la investigación correspondiente a la comprobación y análisis de los resultados de las regresiones para cada una de las hipótesis propuestas. En los apartados que se presentan a continuación se exponen las principales conclusiones y elementos de discusión resultado de la comprobación de estas cuatro hipótesis y las variables que las conforman, en cada uno de los tres períodos de análisis y bajo la estructura de tres modelos de combinatoria de variables iniciales, transformadas y cruzadas.

- Con este mismo propósito también se incluyó la variable que captura el área de cada manzana la cual en un porcentaje significativo, ofrece estabilidad y control de la geografía de la ciudad cuyos resultados marginales en este caso se reportan como inexistentes.
- El análisis cuantitativo de experimentos que permiten la obtención de un número de observaciones considerablemente grande y el cual es típico de investigaciones relacionadas con las ciencias sociales, económicas y administrativas, permite el aprovechamiento de diferentes metodologías entre las que se cuentan las regresiones por mínimos cuadrados y las regresiones cuantílicas. Su validez se encuentra condicionada a las características de los datos y cada una de ellas responde a definiciones teóricas y metodológicas específicas bajo las cuales han sido desarrolladas.
- En el caso del presente experimento en razón al volumen, a la heterogeneidad y a la existencia de valores atípicos en la muestra se decidió utilizar la metodología de regresión cuantílica que permite valores aceptables de ajuste y precisión, que pueden considerarse más robustos que los obtenidos con los modelos de regresión de mínimos cuadrados ordinarios.
- Los valores de ajuste y posibilidad explicativa de las dos metodologías, los cuales son mostrados de manera comparativa en las Tablas 47 a la 50. En ellas se evidencia que esta comparación entre el nivel de ajuste  $R^2$  bajo la metodología OLS y el nivel de ajuste pseudo R bajo la metodología cuantílica, es mayor en el primer caso para la mayoría de

casos contenidos en los cuantiles  $q_{10}$  y  $q_{25}$ , es similar para el caso de la mediana y es mayor en la mayoría de los casos para el segundo caso.

- No obstante lo anterior, tanto la teoría como la literatura y los resultados empíricos del presente experimento avalan el uso de las regresiones cuantílicas en este caso y sustentan el mayor nivel explicativo de esta elección sustentando esto en dos argumentos principales. En primer lugar, la violación de los supuestos de la regresión OLS y en segundo lugar la inclusión de la totalidad de la muestra que permite obtener resultados del efecto marginal de las variables para todos los cuantiles y por tanto disponer de modelos explicativos más completos.
- El análisis del nivel de significancia de cada variable en cada hipótesis, en cada modelo y para cada año de acuerdo con los criterios expuestos en la metodología, permitieron identificar cuales variables presentan tanto niveles como capacidades explicativas adecuadas para los objetivos trazados en la presente investigación. Lo anterior permite proponer modelos e hipótesis ajustados para cada caso, dotando a la presente investigación de resultados específicos para cada caso y potencializando el aporte tanto para la academia como para los encargados de tomar decisiones en política pública.
- Esta situación permite considerar esta propuesta como adecuada para los diferentes actores interesados en el uso de herramientas cuantitativas, tanto para estimar la relación entre las diferentes variables incluidas en el experimento como para estimar la relación entre los dos fenómenos definidos como objetos de estudio de esta investigación.
- Complementando estos análisis, la investigación también permite definir que existe un aporte y una presencia diferencial de cada una de las variables o de sus combinatorias en los modelos explicativos de aglomeración, productividad, decisiones estratégicas de las empresas o cobertura y accesibilidad del sistema BRT. Estos resultados pueden consultarse en las Tablas 51 a la 86.
- Tanto el aporte puntual del aporte explicativo de cada variable como el análisis evolutivo de este aporte en cada período, sumado a los cambios del mismo en cada modelo permiten analizar el dinamismo de la importancia explicativa de manera detallada para cada caso.
- Este análisis evolutivo no fue identificado ni en el análisis de la literatura ni en los estudios empíricos consultados, considerándose el mismo como uno de los aportes

destacados en este documento. Estos resultados pueden consultarse en las Tablas 87 a la 122.

- La inclusión de los Modelos 2 y 3 en esta propuesta, permitió mejorar los niveles de ajuste de cada propuesta. Dado que estos modelos incluyen variables no lineales y tanto la intensidad como el sentido del aporte de cada una de ellas está determinada por la derivada de la función en cada instante, el análisis de esta propuesta también permitió definir el comportamiento de cada una de estas variables diferenciadas por rango de recorrido y por la existencia de posibles puntos de inflexión, hecho que se presenta cuando esta derivada toma valores iguales a cero.
- Este comportamiento de las variables no lineales se analiza por medio de la metodología propuesta en los cuadros 12, 13, 14 y 15. En ellos se permite identificar los puntos de inflexión en el recorrido de cada variable y por tanto definir en cuáles segmentos de este recorrido existen aportes positivos o negativos.
- Lo anterior se complementa con la definición que definen los valores reales de las bases de datos y que determinan el recorrido total de cada función, pudiéndose determinar los límites inferior y superior del aporte marginal de cada variable como explicación a la hipótesis que conforma.
- Dentro del análisis de este recorrido, también se registra la posición que ocupan los puntos de inflexión identificados, haciéndose posible la ocurrencia de una de dos posibles situaciones en cada caso. Como primera posibilidad, es posible que uno o más puntos de inflexión se encuentren contenidos dentro del recorrido y esto determinaría aportes tanto positivos como negativos para la hipótesis, atendiendo a cada valor de la base de datos. Como segunda posibilidad es posible que esa función no presente puntos de inflexión o que ellos se encuentren fuera del rango de la base de datos. En ese caso el aporte será el mismo para toda la hipótesis, determinándose en los mencionados cuadros si es positivo o negativo.
- Vale la pena recordar que lo anteriormente explicado corresponde a los resultados de la propuesta metodológica que el autor propone para utilizar herramientas matemáticas para entender e interpretar los modelos econométricos propuestos. Pero dado que el tema de investigación es netamente organizacional y urbano, no debe perderse de vista que lo que se está proponiendo se plantea para ampliar el entendimiento empírico del

experimento y su aporte al comportamiento de los fenómenos urbanos y empresariales elegidos.

- Como propuesta de profundización y como punto de partida para futuras investigaciones al respecto, los análisis que se acaban de presentar pueden hacerse para rangos o valores específicos de las variables logrando de esta manera una infinidad de interpretaciones concordante con la cantidad de datos involucrados.
- El modelo 3 propuesto analizado en los cuadros 14 y 15 se resalta como un aporte innovador, dado que involucra los efectos cruzados de dos variables simultáneamente. Esta variación permite un análisis más profundo no solo del aporte de cada variable sino de la combinación de dos o más de ellas de manera simultánea. La representación gráfica de esta situación puede consultarse en los gráficos 74 al 80.
- Tal y como se indicó en el trabajo, esta construcción genera recorridos de las variables que son sugeridos por la literatura como alternativa para evaluar comportamientos que puede considerarse atípicos debido a la existencia de outliers, recorridos parabólicos y/o en aquellos donde se busca mejorar el efecto y el ajuste del modelo ((Motulsky & Ransnas, 1987; Rawlings et al., 2001; Yu et al., 2003)). En este análisis, la detección de los denominados puntos de silla y su interpretación complementa la de los máximos y mínimos locales ya hecha en el modelo anterior.
- Propuestas acerca de cómo puede complementarse este análisis mediante otras ópticas tales como el análisis de la combinación de otras variables o como el análisis detallado del comportamiento en cada cuantil, se encuentran en la sección relacionada con el análisis del efecto marginal de las variables exógenas.
- En la segunda sección del capítulo cinco se presenta la especificación de cada hipótesis en correspondencia a los modelos propuestos y se analizan los resultados y el significado del aporte marginal de las variables en cada caso. A continuación, se resaltan las principales conclusiones al respecto asociadas a la relación entre el desarrollo del sistema de transporte y las decisiones estratégicas de las firmas.

En las siguientes secciones se reunirán las conclusiones para cada una de las cuatro hipótesis presentándose estas tanto para el modelo 1 de variables iniciales, como para el modelo 2 de

variables transformadas y para el modelo 3 de variables cruzadas. Estas corresponden a una síntesis de los resultados encontrados bajo la estructura propuesta y que se presentan de manera detallada e involucrando los valores numéricos de cada aporte marginal en el capítulo 5 dedicado a la exposición de los resultados empíricos.

- En cuanto a la hipótesis 1 diseñada para analizar el efecto en las economías de aglomeración, en el modelo 1 se destacan los siguientes resultados:

Se encuentra una relación directa entre el número de empresas y la cantidad de empleados por área siendo más representativa en el caso de las empresas dedicadas a la actividad comercial, no existe evidencia significativa de influencia importante de la distancia de las empresas a las líneas del sistema de transporte para ninguno de los años, no existe evidencia de que el área, la población o el valor de la tierra sean condicionantes de la conformación de clústeres empresariales, la distancia constante en el tiempo de las empresas al aeropuerto de la ciudad si presenta aportes importantes a la aglomeración lo que apoya los planteamientos relacionados con la conformación de subcentros de negocio (Osorio & Castro, 2013; Pérez Prieto & Marmolejo Duarte, 2008), el efecto del tamaño o área de cada manzana es positivo pero mínimo pero reducido respecto a la cantidad de empresas por sector en valores del orden de 1 (una) empresa/manzana por cada 10.000 metros cuadrados de área contradiciendo la lógica geográfica que argumenta el área disponible como factor de promoción de la localización, el aporte de la presencia y cobertura del sistema de transporte en las áreas analizadas es positivo en algunos cuantiles inferiores pero negativo en los superiores pudiéndose interpretar esta situación como un argumento que apoya la hipótesis inicial de la investigación en donde se afirmó que existen niveles importantes de correlación entre el desarrollo del sistema y las decisiones de localización empresarial

- En cuanto a la hipótesis 1 diseñada para analizar el efecto en las economías de aglomeración, en el modelo 2 se destacan los siguientes resultados:

El aporte de la variable que recoge la cantidad de empleados por manzana y que se ha tomado como proxy de la productividad, esta presenta aportes positivos en los cuantiles

inferiores para los tres años y también en los superiores para el año 2015 hecho que se encuentra en concordancia con la literatura y representa la correspondencia positiva entre la cantidad de empresas en aglomeración y la cantidad de empleados asignados, la cercanía de las empresas a las estaciones de Transmilenio propicia la elección de estas firmas de escoger su ubicación reiterándose el argumento de la accesibilidad al territorio, en la medida en que crece la utilización del sistema también existe una mayor tendencia de las empresas a localizarse en estos sectores en la mayoría de los casos.

- En cuanto a la hipótesis 1 diseñada para analizar el efecto en las economías de aglomeración, en el modelo 3 se destacan los siguientes resultados:

La variable que representa la cantidad de empleados como un proxy de la productividad tiene incidencia importante en la aglomeración empresarial en niveles más importantes que los presentados para los dos modelos anteriores comprobándose que en este caso los efectos cruzados mejoran la percepción del aporte de esta característica, se obtienen mejores posibilidades de análisis y de predicción con la variable cruzada que combina las características de accesibilidad al sistema con el área de la manzana que con la capacidad de predicción de cada una de las variables de manera independiente, se evidencia una relación positiva entre el número de empresas y el número de usuarios al Sistema lo que apoyaría la teoría de las ventajas del uso de un sistema masivo de transporte tipo BRT, se evidencia un mejoramiento en la capacidad de determinación de la dependencia de la aglomeración con las variables cruzadas que capturan tanto el tamaño de las manzanas y la participación de las empresas del sector Industria como las que capturan el tamaño de las manzanas y la participación de las empresas del sector Otras actividades en el tejido empresarial de la ciudad, así como el mejoramiento de ajuste y de posibilidades de análisis en diferentes rangos de las demás variables lo cual resulta del uso de modelos con variables de efecto cuadrático.

Se considera que la inclusión de variables de efectos cuadráticos y su combinación con las variables iniciales y las variables transformadas brindan al investigador respuestas con variaciones de comportamiento que brindan a su vez la posibilidad de análisis específicos por rangos o en valores puntuales. Esta posibilidad permite considerar este porte como importante para los objetivos del estudio.

- En cuanto a la hipótesis 2 diseñada para analizar el efecto en los niveles de productividad representados en la presencia de empleo por unidad de área, en el modelo 1 se destacan los siguientes resultados:

En general los niveles de impacto de las variables predictoras en la hipótesis incrementa su efecto con el transcurso de los años haciéndose más notoria para el 2015, se evidencia un efecto positivo y creciente al evaluar el aporte de la cantidad de empresas por unidad de análisis pudiéndose afirmar la comprobación de una relación directa entre las economías de aglomeración y la productividad de la ciudad, existe un efecto importante en aquellas zonas que presentan preponderancia del sector industrial en los niveles de empleo y productividad de la ciudad, existe un efecto negativo contrario en la productividad si se evalúa la distancia de las empresas al sistema, existe un aporte importante de la presencia de empresas del sector industrial que incrementa su efecto en los cuantiles superiores, la influencia o efecto de la cercanía de las empresas al sistema en la densidad laboral sigue siendo estadísticamente nula, se encuentra que el efecto de la variable que agrupa la distancia de las empresas al sistema presenta un efecto igual a cero (0) en la densidad y productividad empresarial para el año 2015 pudiéndose afirmar que en este caso la presencia del sistema no condiciona la generación de empleo. Finalmente y para el 2015 se encontró que la evaluación del impacto de la aglomeración de empresas en la densidad laboral es positiva y supera en intensidad a lo ocurrido en 2010 y en 2015 obteniéndose de esta forma el resultado más notorio en este aspecto. Finalmente se resalta que para el 2015 los resultados contradicen totalmente a la literatura, a otras investigaciones y a la experiencia empírica resultando en que la variación de la cantidad de estaciones del Transmilenio no tiene ninguna influencia en la cantidad de empleados por unidad de análisis y por tanto puede afirmarse que los resultados muestran que el desarrollo del sistema no evidenció impacto en la productividad de la ciudad.

- En cuanto a la hipótesis 2 diseñada para analizar el efecto en los niveles de productividad representados en la presencia de empleo por unidad de área, en el modelo 2 se destacan los siguientes resultados:

Los resultados sugieren para que para aquellos sectores donde existen menos empleados en el 2005 que existe una relación inversa en ese segmento donde las empresas que presentan una menor distancia al sistema incrementan el promedio de empleados,

encontrándose concordancia con la teoría que explica la relación entre la facilidad de acceso al territorio y la generación de empleo. Sin embargo para el 2010, la evidencia contradice la teoría mencionada lo que constituye un hallazgo a resaltar en la investigación. Los resultados mixtos y con niveles de aporte bajos encontrados en el 2015 no permite identificar una relación que apoye o contradiga la teoría. Por otro lado, tanto la teoría como las conclusiones de estudios consultados como referencia se confirman en esta investigación al encontrar evidencia estadística de la relación entre los niveles de productividad y el tamaño de cada unidad territorial analizada, al configurarse una relación positiva y creciente en estas dos características.

- En cuanto a la hipótesis 2 diseñada para analizar el efecto en los niveles de productividad representados en la presencia de empleo por unidad de área, en el modelo 3 se destacan los siguientes resultados:

Dado que en este modelo se incluyen variables cruzadas compuestas a fin de encontrar comportamientos diferenciales en las variables predictoras y mejorar la capacidad de análisis de cada modelo, puede resaltarse que se encuentran efectos tanto positivos como negativos en los resultados de empleo surgidos del aporte de la distancia a las estaciones y al área de cada manzana. Esta situación permite al investigador crear intervalos diferenciales de análisis que permiten ofrecer y sustentar hipótesis mucho más acertadas originadas en estos predictores. Esta situación también se presenta al evaluar la hipótesis a la luz de la cantidad de usuarios de las estaciones en el área de influencia de cada empresa y al evaluar las variables que involucran la participación de los diferentes tipos de actividad económica en cada zona de análisis. En conclusión, la propuesta hecha para esta hipótesis haciendo uso de las variables cruzadas incrementa las posibilidades de análisis para cada caso haciendo uso del set de variables disponible.

Se considera que la inclusión de variables de efectos cuadráticos y su combinación con las variables iniciales y las variables transformadas brindan al investigador respuestas con variaciones de comportamiento que brindan a su vez la posibilidad de análisis específicos por rangos o en valores puntuales. Esta posibilidad permite considerar este aporte como importante para los objetivos del estudio.

- En cuanto a la hipótesis 3 diseñada para analizar el efecto en los niveles de accesibilidad al sistema representados en la distancia de las empresas a este sistema, en el modelo 1 se destacan los siguientes resultados:

se reafirman los resultados presentados en capítulos anteriores donde la revisión de la teoría y los resultados de la estadística espacial del tercer capítulo demostraban la existencia de aglomeraciones económicas que presentan rasgos de policentrismo especializado que se hace más evidente con el tiempo, se presenta una relación inversa entre la distancia de las empresas a las estaciones y el número de empleados por unidad de área apoyando la conclusión anterior, la continuidad de fenómenos de atracción de las empresas del sector comercio y las estaciones del sistema, presencia de evidencia en cuanto al hecho de que un aumento en la composición por manzana para los sectores comercio e industria favorecen las aglomeraciones dentro de la zona de influencia del Sistema y no favorecen la aglomeración para el caso del sector otras actividades, el impacto en el efecto marginal de cada regresión por parte de las variables que agrupan características geográficas del sistema es mínima o inexistente, un aumento en la cobertura y capacidad de atracción o existencia de fuerzas centrípetas entre la posición de las estaciones y la localización y aglomeración de las empresas con rasgos que se fortalecen en el tiempo.

- En cuanto a la hipótesis 3 diseñada para analizar el efecto en los niveles de accesibilidad al sistema representados en la distancia de las empresas a este sistema, en el modelo 2 se destacan los siguientes resultados:

Se encuentran resultados significativos sobre la existencia de fenómenos donde el aporte de la disminución de una unidad en la cantidad de empleados por manzana deriva en un aumento en la distancia de las empresas a las estaciones o lo que es lo mismo, a mayores distancias de la empresa al Transmilenio menores niveles de productividad representados en generación de empleo. En términos generales el aumento de las áreas donde se encuentran las empresas favorece la presencia de empleados. En cuanto a la comparación del efecto de la cantidad de pasajeros en el área de influencia y la cantidad de empleados, se presenta un aporte decreciente en los primeros segmentos y creciente

en los más altos presentándose un fenómeno que puede relacionar aquellas áreas donde el uso del sistema es alto con la participación de empleados entre estos pasajeros.

- En cuanto a la hipótesis 3 diseñada para analizar el efecto en los niveles de accesibilidad al sistema representados en la distancia de las empresas a este sistema, en el modelo 3 se destacan los siguientes resultados:

Algunas variables incluidas en este modelo no presentan aportes significativos lo que permite tomar la decisión de apartarlas para la predicción de las hipótesis. Sin embargo la mayoría de los recorridos de los predictores sobre todo en las variables compuestas cruzadas, presenta comportamientos que incluyen puntos de inflexión permitiendo de esta manera identificar cuáles valores de la base de datos presenta aportes positivos y cuales presentan aportes negativos. Esta situación reitera lo argumentado para este modelo, al afirmarse que la identificación de comportamientos opuestos en diferentes valores disponibles permite una amplia variedad de análisis en cuanto al aporte de la composición económica del territorio, la productividad, los niveles de cobertura y accesibilidad derivado de la presencia de estaciones de pasajeros y la aglomeración de empresas en la ubicación de las mismas en el territorio.

En general y al igual que en la anterior hipótesis, se considera que la inclusión de variables de efectos cuadráticos y su combinación con las variables iniciales y las variables transformadas brindan al investigador respuestas con variaciones de comportamiento que brindan a su vez la posibilidad de análisis específicos por rangos o en valores puntuales. Esta posibilidad permite considerar este porte como importante para los objetivos del estudio.

- En cuanto a la hipótesis 4 diseñada para analizar el efecto en los niveles de cubrimiento y presencia del sistema representados en la cantidad de estaciones por unidad de área estudiada, en el modelo 1 se destacan los siguientes resultados:

En este modelo presentado para evaluar la variación en la cantidad de estaciones por unidad de área, las variables categorizadas bajo la etiqueta de variables relativas a las organizaciones no reportan niveles de efecto suficientemente significativos. En

términos aplicados también se puede afirmar que la presencia y cobertura del Sistema no se encuentran condicionadas por las características geográficas de la ciudad, al menos en lo que se relaciona con las características escogidas en esta investigación. También se puede afirmar que el tamaño diferencial entre las UPZ no fue un condicionante para el trazado y ubicación de las estaciones sino que, como se ha demostrado en los últimos apartados, ha tenido que ver con las características asociadas a las organizaciones. La anterior conclusión y los resultados que la soportan son válidos para el 2005, el 2010 y el 2015. En cuanto a la relación y efecto de la cantidad de pasajeros que ingresan diariamente a las estaciones del Sistema, puede considerarse que este también tiene efectos poco significativos. Sin embargo y como parte de los objetivos de esta investigación que pretende medir el impacto del desarrollo del Sistema en las decisiones y en las políticas públicas, este dato es importante ya que las decisiones asociadas al desarrollo de nuevas líneas y estaciones debe estar ligado a la cantidad de personas que acceden al Sistema de forma regular y no en un solo día, lo que ampliaría el rango de esta variable. Esta ampliación se traduciría en un aumento porcentual del efecto calculado y podría convertirse en significativo.

- En cuanto a la hipótesis 4 diseñada para analizar el efecto en los niveles de cubrimiento y presencia del sistema representados en la cantidad de estaciones por unidad de área estudiada, en el modelo 2 se destacan los siguientes resultados:

El análisis del comportamiento del aporte de las variables a esta hipótesis en las categorías *Organizaciones*, *Características Geográficas* y *Sistema BRT* presenta resultados diferenciales para los diferentes años de análisis en cada cuantil. Esta situación permite al investigador analizar los efectos diferenciados en varios rangos, aumentando la capacidad de deducción de posibles comportamientos de la hipótesis y por tanto favorece las posibilidades de análisis del modelo. En general los resultados de este modelo pueden utilizarse como indicativos y complemento a los hallazgos de composición económica y conformación de aglomeraciones halladas en el capítulo 3.

- En cuanto a la hipótesis 4 diseñada para analizar el efecto en los niveles de cubrimiento y presencia del sistema representados en la cantidad de estaciones por unidad de área estudiada, en el modelo 3 se destacan los siguientes resultados:

Como una excepción en el comportamiento y aporte que este modelo permite en las hipótesis anteriores e considera que la inclusión de variables de efectos cuadráticos y su combinación con las variables iniciales y las variables transformadas no brindan en este caso variaciones de comportamiento que permitan la posibilidad de análisis específicos por rangos o en valores puntuales.

A manera de conclusión de este apartado, se puede afirmar que este modelo disminuye su nivel de efectividad para explicar la hipótesis en comparación con el Modelo 1 y con el Modelo 2 o con el mismo modelo para las anteriores hipótesis. El hecho de contar en algunos casos con el aporte de una sola variable explicativa para todo un modelo dado que el efecto de las demás predictoras es nulo, tal y como se quiso resaltar en el capítulo de resultados específicos, permite afirmar que el uso de las variables de efectos cuadráticos elegidas no es efectivo en este caso y valdría la pena adelantar análisis con la creación e inclusión de otras variables cuadráticas formadas a partir de las variables iniciales, dado que en otras hipótesis el uso de estas si ha demostrado efectividad.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Abreha, D. A. (2007). *Analysing public transport performance using efficiency measures and spatial analysis: The case of Addis Ababa, Ethiopia*.
- Acevedo, J., Bocarejo, J., Echeverry, J., Lleras, G., Ospina, G., & Rodríguez, A. (2009). El transporte como soporte al desarrollo del país. *Bogotá: Ediciones Uniandes*.
- Agostini, C. A., & Palmucci, G. (2008). Capitalización heterogénea de un bien semipúblico: El Metro de Santiago. *Cuadernos de economía*, 45(131), 105-128.
- Alcácer, J., & Chung, W. (2010). Location strategies for agglomeration economies. *Harvard Business School Strategy Unit Working Paper*(10-071), 06-144.
- Alcácer, J., & Delgado, M. (2012). Spatial organization of firms: internal and external agglomeration economies and location choices through the value chain. *US Census Bureau Center for Economic Studies Paper No. CES-WP-12-33*.
- Almonte, L. D. J., & Suárez, Y. C. (2016). Empleo en el sector terciario. Una estimación espacial para los municipios de la región centro de México, 1999-2009. *región y sociedad*, 29(68).
- Alonso Villar, O., Chamorro Rivas, J., & González Cerdeira, X. (2003). Spillovers geográficos y sectoriales de la industria. *Revista de Economía Aplicada*, 11(32).
- Álvarez, J. G. (2013). Incidencia de las economías de aglomeración en los sectores reales localizados en el área urbana de Bogotá. *Ensayos sobre Política Económica*, 31(70), 157-214.
- Alvesson, M., & Deetz, S. (2000). *Doing critical management research*: Sage.
- Alvesson, M., & Sköldberg, K. (2009). *Reflexive methodology: New vistas for qualitative research*: Sage.
- Alvesson, M., & Willmott, H. (1992). On the idea of emancipation in management and organization studies. *Academy of management review*, 17(3), 432-464.
- Alvesson, M., & Willmott, H. (2012). *Making sense of management: A critical introduction*: Sage.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, 27(2), 93-115.
- Anselin, L. (2001). Spatial econometrics. *A companion to theoretical econometrics*, 310330.
- Anselin, L. (2013). *Spatial econometrics: methods and models* (Vol. 4): Springer Science & Business Media.
- Anselin, L., Bera, A. K., Florax, R., & Yoon, M. J. (1996). Simple diagnostic tests for spatial dependence. *Regional science and urban economics*, 26(1), 77-104.
- Arnau, J. (2001). *Diseños de series temporales: técnicas de análisis* (Vol. 46): Edicions Universitat Barcelona.
- Aroca, P. (2000). Econometría espacial: una herramienta para el análisis de la economía regional. *presentado al IV Encuentro de la Red de Economía Social PANAMA, Septiembre, 5*.
- Arteaga, I., García, M., Guzmán, C., & Mayorga, M. (2017). Los pasajes del BRT en Bogotá: los puentes peatonales del sistema “Transmilenio” como dispositivos que generan nueva urbanidad. *QRU: Quaderns de Recerca en Urbanisme*(7), 142-167.
- Audretsch, D., & Feldman, M. (1996). R&D spillovers and the geography of innovation and production. *The American Economic Review*, 86(3), 630-640.
- Ayçaguer, L. C. S., & Utra, I. M. B. (2001). Selección algorítmica de modelos en las aplicaciones biomédicas de la regresión múltiple. *Medicina clínica*, 116(19), 741-745.
- Bailey, T. C., & Gatrell, A. C. (1995). *Interactive spatial data analysis* (Vol. 413): Longman Scientific & Technical Essex.

- Baldwin, R. E., & Okubo, T. (2006). Heterogeneous firms, agglomeration and economic geography: spatial selection and sorting. *Journal of Economic Geography*, 6(3), 323-346.
- Banco Mundial. (2016). *América Latina y el Caribe: panorama general*. Bogotá: Grupo Banco Mundial.
- Banister, D., & Berechman, J. (2003). *Transport investment and economic development*: Routledge.
- Banister, D., & Berechman, Y. (2001). Transport investment and the promotion of economic growth. *Journal of Transport Geography*, 9(3), 209-218.
- Bárcena, A. (2001). Evolución de la urbanización en América Latina y el Caribe en la década de los noventa: desafíos y oportunidades. *La nueva agenda de América Latina*(790), 51-61.
- Barlow, D. H., Hersen, M., Moreno, R., Amigó, W., Magnet, A., & Feliu, J. C. (1988). *Diseños experimentales de caso único*: Martínez Roca.
- Baronio, A., Vianco, A., & Rabanal, C. (2012). Una Introducción a la Econometría Espacial: Dependencia y Heterogeneidad. *Catedra de econometría*.
- Barrios, V. P. (2002). *¿Influye la accesibilidad en la renta inmobiliaria?: estudio del caso del Sistema de Transporte Masivo Transmilenio, Bogotá*. Master's thesis. Facultad de Economía, Universidad de los Andes, Bogotá.
- Baum-Snow, N. (2007). Did highways cause suburbanization? *The Quarterly Journal of Economics*, 122(2), 775-805.
- Beall, J. (2019). 8. Social policy and urban development. *Handbook of Social Policy and Development*, 147.
- Becker, S. O., Ekholm, K., Jäckle, R., & Muendler, M.-A. (2005). Location choice and employment decisions: a comparison of German and Swedish multinationals. *Review of World Economics*, 141(4), 693-731.
- Beeson, P. E. (2017). Agglomeration economies and productivity growth *Sources of metropolitan growth* (pp. 19-33): Routledge.
- Behrentz, E., Carrizosa, J., & Acevedo, J. (2009). Lograr la sostenibilidad: un debate entre Bogotá y la región. *Revista de Estudios Sociales*(32), 204-210.
- Bellet, C., Alonso Logroño, M. P., & Casellas, A. (2010). Infraestructuras de transporte y territorio. Los efectos estructurantes de la llegada del tren de alta velocidad en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 2010, núm. 52, p. 143-163.
- Berliant, M., Peng, S.-K., & Wang, P. (2002). Production externalities and urban configuration. *Journal of Economic Theory*, 104(2), 275-303.
- Bertolini, L. (1998). Station area redevelopment in five European countries: An international perspective on a complex planning challenge. *International Planning Studies*, 3(2), 163-184.
- Bertolini, L., & Dijst, M. (2003). Mobility environments and network cities. *Journal of urban design*, 8(1), 27-43.
- Biosca, O., Spiekermann, K., & Stepniak, M. (2013). Transport accessibility at regional scale. *Europa*, 21(24), 5-17.
- Blair, J. P. (1995). *Local economic development: Analysis and practice* (Vol. 16): Sage.
- Blum, U., Haynes, K. E., & Karlsson, C. (1997). Introduction to the special issue The regional and urban effects of high-speed trains. *The annals of regional science*, 31(1), 1-20.
- Bocarejo, J. P., Portilla, I., & Meléndez, D. (2016). Social fragmentation as a consequence of implementing a Bus Rapid Transit system in the city of Bogotá. *Urban studies*, 53(8), 1617-1634.

- Bocarejo, J. P., Portilla, I., & Pérez, M. A. (2013). Impact of Transmilenio on density, land use, and land value in Bogotá. *Research in Transportation Economics*, 40(1), 78-86.
- Bohórquez, I. A., & Ceballos, E. V. (2008). Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales. *Ecos de Economía*, 12(27).
- Boix Domènech, R. (2004). *Redes de ciudades y externalidades*. (Ph.D. thesis), Universitat Autònoma de Barcelona.
- Bono Cabré, R. (1994). *Diseños de series temporales interrumpidas: técnicas alternativas de análisis*: Universitat de Barcelona.
- Bono Cabré, R. (2012). Diseños cuasi-experimentales y longitudinales.
- Box, G., & Jenkins, G. (1970). *Time series analysis: forecasting and control*, 1976. ISBN: 0-8162-1104-3.
- Box, G., Jenkins, G., Reinsel, G., & Ljung, G. (2015). *Time series analysis: forecasting and control*: John Wiley & Sons.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1287-1294.
- Briant, A., Combes, P.-P., & Lafourcade, M. (2010). Dots to boxes: Do the size and shape of spatial units jeopardize economic geography estimations? *Journal of urban economics*, 67(3), 287-302.
- Brühlhart, M., & Mathys, N. A. (2008). Sectoral agglomeration economies in a panel of European regions. *Regional science and urban economics*, 38(4), 348-362.
- Buchinsky, M. (1998). The dynamics of changes in the female wage distribution in the USA: a quantile regression approach. *Journal of applied econometrics*, 13(1), 1-30.
- Burchfield, M., Overman, H. G., Puga, D., & Turner, M. A. (2006). Causes of sprawl: A portrait from space. *The Quarterly Journal of Economics*, 587-633.
- Burnett, V. (2009). Spain's High-Speed Rail Offers Guideposts for US. *New York Times*, 29.
- Burrell, G., & Morgan, G. (1979). *Sociological paradigms and organisational analysis* (Vol. 248): London: Heinemann.
- Buzai, G. D., & Borsdorf, A. (2014). *Mapas sociales urbanos*: Lugar Ed.
- Cabrera-Moya, D. R. R. (2014). Backlogs in operating conditions of Transmilenio in Bogotá. Is it a problem of exploitation or exploration? In A. Beltrán, C. E. Cobo, & S. A. Restrepo (Eds.), *Investigación en Administración y Redes Globales de conocimiento* (pp. 1761 - 1772). Cali, Valle: Universidad Externado de Colombia, Universidad del Valle
- Cai, L., & Hayes, A. F. (2008). A new test of linear hypotheses in OLS regression under heteroscedasticity of unknown form. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 33(1), 21-40.
- Calthorpe, P. (2017). Highspeed rail and smart growth in California. In B. Pérez & E. Deakin (Eds.), *High-Speed Rail and Sustainability: Decision-making and the political economy of investment*. Abingdon, Reino Unido: Routledge.
- Callejón, M. (1997). Concentración geográfica de la industria y economías de aglomeración. *Economía industrial*, 317, 61-68.
- Camagni, R. (1993). Organisation économique et réseaux de villes. *Derycke coord, Espace et dynamiques territoriales. Paris: Economica*.
- Camagni, R. (2005). *Economía urbana*. Barcelona, España: Antoni Bosch Editor.

- Camagni, R., Capello, R., & Caragliu, A. (2017). Static vs. dynamic agglomeration economies: Spatial context and structural evolution behind urban growth *Seminal Studies in Regional and Urban Economics* (pp. 227-259): Springer.
- Camagni, R., & Gibelli, M. C. (1994). Réseaux de villes et politiques urbaines. *Flux*, 10(16), 5-22.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (2011). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*: Amorrortu Editores España SL.
- Canna, R. (2013). *Entre el método y la teoría: el debate disciplinar por la definición de las autopistas urbanas en Estados Unidos*. Paper presented at the V Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Buenos Aires, junio 2013.
- Cardozo, O. D., Gutiérrez, J., & García, J. C. (2010). Influencia de la morfología urbana en la demanda de transporte público: análisis mediante SIG y modelos de regresión múltiple. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*(10), 82-102.
- Carrigan, A., King, R., Velásquez, J. M., Raifman, M., & Duduta, N. (2013). Social, environmental and economic impacts of BRT systems: bus rapid transit case studies from around the world. *World Resources Institute, EMBARQ*.(2013). <http://www.wrirosscities.org/sites/default/files/Social-Environmental-Economic-Impacts-BRT-Bus-Rapid-Transit-EMBARQ.pdf>.
- Cascajo, R. (2004). *Metodología de evaluación de efectos económicos, sociales y ambientales de proyectos de transporte guiado en ciudades*. Tesis Doctoral, Madrid.
- Castells, M. (2000). La ciudad de la nueva economía. *Papeles de población*, 12(27), 207-221.
- Castillo, G. H., & Vargas, E. C. (2017). Crisis de la aglomeración económica. Las zonas metropolitanas de México. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, 4(1), 9-39.
- Cervero, R. (1997). *Transit-induced accessibility and agglomeration benefits: A land market evaluation*. California, Estados Unidos: Institute of Urban and Regional Development, University of California at Berkeley
- Cervero, R. (1998). *The transit metropolis: a global inquiry*: Island press.
- Cervero, R. (2013). Linking urban transport and land use in developing countries. *Journal of Transport and Land Use*, 6(1), 7-24.
- Cervero, R., & Kang, C. (2011). Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea. *Transport Policy*, 18(1), 102-116.
- Ciccone, A., & Hall, R. E. (1993). *Productivity and the density of economic activity*. National Bureau of Economic Research. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w4313.pdf>
- Clark, G. L., Feldman, M. P., Gertler, M. S., & Wójcik, D. (2018). *The New Oxford Handbook of Economic Geography*: Oxford University Press.
- Combes, P.-P. (2000). Economic structure and local growth: France, 1984–1993. *Journal of urban economics*, 47(3), 329-355.
- Combes, P.-P., Duranton, G., & Gobillon, L. (2008). Spatial wage disparities: Sorting matters! *Journal of urban economics*, 63(2), 723-742.
- Combes, P.-P., & Gobillon, L. (2014). The empirics of agglomeration economies. *Sciences Po Publications*.
- Combes, P.-P., & Lafourcade, M. (2005). Transport costs: measures, determinants, and regional policy implications for France. *Journal of Economic Geography*, 5(3), 319-349.
- Combes, P.-P., & Lafourcade, M. (2011). Competition, market access and economic geography: Structural estimation and predictions for France. *Regional science and urban economics*, 41(6), 508-524.

- Cortés, E. C., Lajara, B. M., Larrosa, P. S., & Poveda, A. C. (2017). *El crecimiento económico en las aglomeraciones y economías de urbanización*. Paper presented at the Diálogos bilaterales entre investigadores de la Glasgow Caledonian University (Reino Unido) y la Universidad de Alicante (España): Estudios interdisciplinarios.
- Cottineau, C., Finance, O., Hatna, E., Arcaute, E., & Batty, M. (2018). Defining urban clusters to detect agglomeration economies. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 2399808318755146.
- Cragg, J. G. (1983). More efficient estimation in the presence of heteroscedasticity of unknown form. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 751-763.
- Craig, S. G., Kohlhase, J. E., & Perdue, A. W. (2016). Empirical polycentricity: The complex relationship between employment centers. *Journal of Regional Science*, 56(1), 25-52.
- Craig, S. G., & Ng, P. T. (2001). Using quantile smoothing disciplines to identify employment subcenters in a multicentric urban area. *Journal of urban economics*, 49(1), 100-120.
- Crozet, Y. (2017). Appraisal methodologies and the limits to speed gains. *Transportation research procedia*, 25, 2898-2912.
- Cullinane, S. (2002). The relationship between car ownership and public transport provision: a case study of Hong Kong. *Transport Policy*, 9(1), 29-39.
- Cullinane, S., & Cullinane, K. (2003). Car dependence in a public transport dominated city: evidence from Hong Kong. *Transportation research part D: Transport and environment*, 8(2), 129-138.
- Cuthbert, A. L., & Anderson, W. P. (2002). Using spatial statistics to examine the pattern of urban land development in Halifax–Dartmouth. *The Professional Geographer*, 54(4), 521-532.
- Chan, L., Lau, W., Lee, S., & Chan, C. (2002). Commuter exposure to particulate matter in public transportation modes in Hong Kong. *Atmospheric environment*, 36(21), 3363-3373.
- Chandra, A., & Thompson, E. (2000). Does public infrastructure affect economic activity?: Evidence from the rural interstate highway system. *Regional science and urban economics*, 30(4), 457-490.
- Chaparro, I. (2002). *Evaluación del impacto socioeconómico del transporte urbano en la ciudad de Bogotá: El caso del sistema de transporte masivo*, Transmilenio (Vol. 48): United Nations Publications.
- Chapman, K., & Walker, D. (1991). *Industrial Location: Principles and Policies*: Blackwell.
- Chapman, R. L., Soosay, C., & Kandampully, J. (2003). Innovation in logistic services and the new business model: a conceptual framework. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(7), 630-650.
- Chasco Yrigoyen, C. (2003). Métodos gráficos del análisis exploratorio de datos espaciales. *Instituto LR Klein, Departamento de Economía Aplicada, Universidad Autónoma de Madrid*. Disponible en: (<http://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2003%20-20Almeria/asepeltPDF/93.PDF>).
- Cheng, Y.-H., & Chen, S.-Y. (2015). Perceived accessibility, mobility, and connectivity of public transportation systems. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 386-403.
- Christaller, W. (1966). *Central Places in Southern Germany*. Nueva Jersey: Englewood Hills: Prentice Hall.
- Dadashpoor, H., & Rostami, F. (2017). Measuring spatial proportionality between service availability, accessibility and mobility: Empirical evidence using spatial equity approach in Iran. *Journal of Transport Geography*, 65, 44-55.

- Daldoul, M., Jarboui, S., & Dakhlaoui, A. (2016). Public transport demand: dynamic panel model analysis. *Transportation*, 43(3), 491-505.
- De Roo, G., & Miller, D. (2019). *Compact cities and sustainable urban development: A critical assessment of policies and plans from an international perspective*: Routledge.
- Deakin, E. (2017). Background on high-speed rail. In B. Pérez & E. Deakin (Eds.), *High-Speed Rail and Sustainability: Decision-making and the political economy of investment*. Abingdon, Reino Unido: Routledge.
- del Valle Moreno, J., & Guerra Bustillo, W. (2012). La multicolinealidad en modelos de regresión lineal múltiple. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(4), 80-83.
- Delgado, M., Porter, M. E., & Stern, S. (2014). Clusters, convergence, and economic performance. *Research policy*, 43(10), 1785-1799.
- Dempster, A. P., Schatzoff, M., & Wermuth, N. (1977). A simulation study of alternatives to ordinary least squares. *Journal of the American Statistical Association*, 72(357), 77-91.
- Deng, T., & Nelson, J. D. (2010). The impact of bus rapid transit on land development: A case study of Beijing, China. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 66, 1196-1206.
- Díaz, R. A. (2015). Dinámica de la generación y calidad del empleo y su distribución por ramas de actividad, en Santiago del Estero-La Banda, 2003-2010. *Trabajo y sociedad*(24), 131-145.
- Dicken, P. (2003). *Global Shift: Reshaping the Global Economic Map in the 21st Century*: SAGE Publications.
- Diggle, P. J., Besag, J., & Gleaves, J. T. (1976). Statistical analysis of spatial point patterns by means of distance methods. *Biometrics*, 659-667.
- Dixon, P. M. (2002). *Nearest neighbor methods*. New Jersey, EE.UU: John Wiley & Sons.
- Donaldson, D. (2010). *Railroads of the Raj: Estimating the impact of transportation infrastructure*. Retrieved from
- Dornbusch, R. (1980). *Open economy macroeconomics*: Basic Books New York.
- Duarte, F., & Rojas, F. (2012). Intermodal connectivity to BRT: a comparative analysis of Bogotá and Curitiba. *Journal of Public Transportation*, 15(2), 1.
- Dueñas, M., Morales, M. E., & Olmos, L. E. (2009). Aglomeración industrial en el área metropolitana de Bogotá DC. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 17(2), 99-118.
- Duguit, L. (1917). *Las transformaciones del derecho público*: F. Beltrán.
- Durand, J. (2004). Ensayo teórico sobre la emigración de retorno. El principio del rendimiento decreciente. *Cuadernos geográficos*, 35(2), 103-116.
- Duranton, G., & Kerr, W. R. (2015). *The logic of agglomeration* (0898-2937). Retrieved from
- Duranton, G., & Overman, H. G. (2005). Testing for localization using micro-geographic data. *The Review of Economic Studies*, 72(4), 1077-1106.
- Duranton, G., & Puga, D. (2000). Diversity and specialisation in cities: why, where and when does it matter? *Urban studies*, 37(3), 533-555.
- Duranton, G., & Puga, D. (2004). Micro-foundations of urban agglomeration economies. *Handbook of regional and urban economics*, 4, 2063-2117.
- Duranton, G., & Turner, M. A. (2012). Urban growth and transportation. *The Review of Economic Studies*, 79(4), 1407-1440.
- Durbin, J. (1970). Testing for serial correlation in least-squares regression when some of the regressors are lagged dependent variables. *Econometrica (pre-1986)*, 38(3), 410.

- Durbin, J., & Watson, G. S. (1951). Testing for serial correlation in least squares regression. II. *Biometrika*, 38(1/2), 159-177.
- Easterling, K. (1999). *Organization space: landscapes, highways, and houses in America*: MIT Press.
- Ellison, G., & Glaeser, E. (1997). Geographic concentration in US manufacturing industries: A dartboard approach. *Journal of Political Economy*, 105(5), 889-927.
- Ellison, G., & Glaeser, E. L. (1994). *Geographic concentration in US manufacturing industries: a dartboard approach*. Retrieved from
- Ellison, G., Glaeser, E. L., & Kerr, W. R. (2010). What causes industry agglomeration? Evidence from coagglomeration patterns. *American Economic Review*, 100(3), 1195-1213.
- EMBARQ, B. C. o. E. y. (2020). Global BRTData. from BRT+ Centre of Excellence y EMBARQ <http://www.brtdata.org>
- Epps, T. W., & Epps, M. L. (1977). The robustness of some standard tests for autocorrelation and heteroskedasticity when both problems are present. *Econometrica (pre-1986)*, 45(3), 745.
- Estupiñan, N. (2011). Impactos en el uso del suelo por inversiones de transporte público masivo. *Revista de ingeniería*(33), 34-43.
- Faggio, G., Silva, O., & Strange, W. C. (2017). Heterogeneous agglomeration. *Review of Economics and Statistics*, 99(1), 80-94.
- Felsenstein, D., & Taylor, M. (2019). *Promoting local growth: process, practice and policy*: Routledge.
- Fingleton, B. (2004). Regional economic growth and convergence: insights from a spatial econometric perspective *Advances in spatial econometrics* (pp. 397-432): Springer.
- Flórez, J. A., Gutiérrez, H. A., & Zea, J. F. (2015). Estimación por muestreo del índice de Gini para las localidades de Bogotá usando funciones en R. *Comunicaciones en Estadística*, 8(1), 59-79.
- Foucault, M. (2004). Sécurité, territoire, population, Cours au collège de France. " *Sécurité, territoire, population*": Cours au Collège de France.
- Fujita, M., Krugman, P., & Mori, T. (1999). On the evolution of hierarchical urban systems. *European Economic Review*, 43(2), 209-251.
- Fujita, M., Krugman, P., & Venables, A. (1999). *The spatial economy: cities, regions, and international trade*. Londres, Inglaterra: Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Fujita, M., Krugman, P. R., & Venables, A. (2001). *The spatial economy: Cities, regions, and international trade*: MIT press.
- Fujita, M., & Ogawa, H. (1982). Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations. *Regional science and urban economics*, 12(2), 161-196.
- Fujita, M., Thisse, J.-F., & Zenou, Y. (1997). On the endogeneous formation of secondary employment centers in a city. *Journal of urban economics*, 41(3), 337-357.
- Fujita, M., & Thisse, J. F. (1996). Economics of agglomeration. *Journal of the Japanese and international economies*, 10(4), 339-378.
- Fujita, M., & Thisse, J. F. (2003). Does geographical agglomeration foster economic growth? And who gains and loses from it? *Japanese Economic Review*, 54(2), 121-145.
- Galán Zazo, J. I., Suárez González, I., & Zúñiga Vicente, J. Á. (1998). Factores determinantes de las decisiones de localización en España. *Economía industrial*(320), 151-164.
- Galeano Campo, C. M., & Pérez Gándara, I. D. (2014). *Identificación de subcentros de empleo y comercio para la ciudad de Bogotá*. (Maestría), UniAndes, Bogotá.

- García López, M.-À. (2006). *Estructura espacial del empleo y economías de aglomeración: el caso de la industria en la Regió Metropolitana de Barcelona*. (PhD), Universitat Autònoma de Barcelona.
- García, M. Á., & Muñiz, I. (2005). El impacto espacial de las economías de aglomeración y su efecto sobre la estructura urbana. El caso de la industria en Barcelona, 1986-1996. *Revista de Economía Aplicada*, 8(52), 91-119.
- Gärdenfors, P. (1987). Variations on the Ramsey test: More triviality results. *Studia Logica*, 46(4), 321-327.
- Garmendia, M., de Ureña, J. M., Ribalaygua, C., Leal, J., & Coronado, J. M. (2008). Urban residential development in isolated small cities that are partially integrated in metropolitan areas by high speed train. *European urban and regional studies*, 15(3), 249-264.
- Garson, G. D. (2012). Testing statistical assumptions. *Asheboro, NC: Statistical Associates Publishing*.
- Garza, M., & Bichara, E. (1990). Consideraciones sobre la función de producción Cobb-Douglas.
- George, P., & Soto, E. G. (2004). *Diccionario de Geografía*. Madris, España: Ediciones Akal.
- Geurs, K. T., & Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127-140.
- Ghosh, B. N., & Chopra, P. K. (2003). *A Dictionary of Research Methods*. Leeds, UK: Wisdom House.
- Gibbons, S., & Machin, S. (2005). Valuing rail access using transport innovations. *Journal of urban economics*, 57(1), 148-169.
- Giddens, A., & Dallmayr, F. R. (1982). *Profiles and critiques in social theory*: Univ of California Press.
- Gillen, D. W., & Waters II, W. (1996). Introduction: Transport infrastructure investment and economic development. *Logistics and Transportation Review*, 32(1), 1.
- Gioia, D. A., & Pitre, E. (1990). Multiparadigm perspectives on theory building. *Academy of management review*, 15(4), 584-602.
- Giuliani, D., Arbia, G., & Espa, G. (2012). Weighting Ripley's K-function to account for the firm dimension in the analysis of spatial concentration. *International Regional Science Review*, 0160017612461357.
- Giuliano, G., & Small, K. A. (1991). Subcenters in the Los Angeles region. *Regional science and urban economics*, 21(2), 163-182.
- Glaeser, E. L., & Kahn, M. E. (2004). Sprawl and urban growth. *Handbook of regional and urban economics*, 4, 2481-2527.
- Glaeser, E. L., Kahn, M. E., & Rappaport, J. (2008). Why do the poor live in cities? The role of public transportation. *Journal of urban economics*, 63(1), 1-24.
- Glaeser, E. L., Kallal, H. D., Scheinkman, J. A., & Shleifer, A. (1991). *Growth in cities*. Retrieved from
- Goldberg, L. R., & Mahmoud, O. (2013). Risk without return.
- Goles, T., & Hirschheim, R. (2000). The paradigm is dead, the paradigm is dead... long live the paradigm: the legacy of Burrell and Morgan. *Omega*, 28(3), 249-268.
- González Rodríguez, L. J., & Aldana, E. (2005). Análisis de la relación demográfica Bogotá DC-Sabana utilizando dinámica de sistemas.
- Gospodini, A. (2005). Urban development, redevelopment and regeneration encouraged by transport infrastructure projects: the case study of 12 European cities. *European Planning Studies*, 13(7), 1083-1111.

- Graham, D. (2007a). Agglomeration Economies and Transport Investment. *Joint Transport Research Centre Discussion Paper*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1787/234743465814> doi:10.1787/20708270
- Graham, D. (2007b). Agglomeration, productivity and transport investment. *Journal of transport economics and policy (JTEP)*, 41(3), 317-343.
- Graham, D., & Van Dender, K. (2011). Estimating the agglomeration benefits of transport investments: some tests for stability. *Transportation*, 38(3), 409-426.
- Grajales, T. (2000). Diseños de investigaciones. Disponibles en: <http://tgrajales.net/invesdisenos.pdf> Fecha de consulta: el, 23.
- Gras, J. A. (2001). *Diseños de series temporales: técnicas de análisis*: Universitat de Barcelona.
- Greene, D. L. (1980). Recent trends in urban spatial structure. *Growth and Change*, 11(1), 29-40.
- Greene, W. H. (2017). *Econometric Analysis* (8th ed.): Pearson Education.
- Griffith, D. A. (1981). Modelling urban population density in a multi-centered city. *Journal of urban economics*, 9(3), 298-310.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. *Handbook of qualitative research*, 2(163-194).
- Guimaraes, P., Figueirido, O., & Woodward, D. (2003). A tractable approach to the firm location decision problem. *Review of Economics and Statistics*, 85(1), 201-204.
- Gujarati, D. (2010). *Econometría (5a. ed.)*: McGraw-Hill Interamericana.
- Gutiérrez, J. (2001). Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid–Barcelona–French border. *Journal of Transport Geography*, 9(4), 229-242.
- Habermas, J. (1984). *The Theory of Communicative Action, Volume I*. Boston: Beacon.
- Hall, B. (2005). A note on the bias in herfindahl-type measures based on count data. *REVUE D ECONOMIE INDUSTRIELLE-PARIS-EDITIONS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES-*, 110, 149.
- Hall, P. (1989). The turbulent eighth decade: Challenges to American city planning. *Journal of the American Planning Association*, 55(3), 275-282.
- Hall, P. (2014). *Cities of tomorrow: an intellectual history of urban planning and design since 1880*: John Wiley & Sons.
- Hall, P., & Tewdwr-Jones, M. (2010). *Urban and regional planning*: Routledge.
- Hansson, S. O. (1992). In defense of the Ramsey test. *The Journal of Philosophy*, 89(10), 522-540.
- Harris, C. D. (1954). The Market as a Factor in the Localization of Industry in the United States. *Annals of the association of American geographers*, 44(4), 315-348.
- Heinen, E., & Ogilvie, D. (2016). Variability in baseline travel behaviour as a predictor of changes in commuting by active travel, car and public transport: a natural experimental study. *Journal of transport & health*, 3(1), 77-85.
- Held, D. (1980). *Introduction to critical theory: Horkheimer to Habermas* (Vol. 261): Univ of California Press.
- Henderson, J. V. (2003). Marshall's scale economies. *Journal of urban economics*, 53(1), 1-28.
- Henderson, J. V., Shalizi, Z., & Venables, A. J. (2001). Geography and development. *Journal of Economic Geography*, 1(1), 81-105.
- Henderson, V., Kuncoro, A., & Turner, M. (1995). Industrial development in cities. *Journal of political economy*, 103(5), 1067-1090.
- Henneberry, J. (1998). Transport investment and house prices. *Journal of Property Valuation and Investment*, 16(2), 144-158.

- Hensher, D. A., & Golob, T. F. (2008). Bus rapid transit systems: a comparative assessment. *Transportation*, 35(4), 501-518.
- Hernandez, D. (2018). Uneven mobilities, uneven opportunities: Social distribution of public transport accessibility to jobs and education in Montevideo. *Journal of Transport Geography*, 67, 119-125.
- Hernández, L. Y. G., & Semeshenko, V. (2018). Transporte y calidad de vida urbana. Estudio de caso sobre el Metroplús de Medellín, Colombia. *Lecturas de Economía*(89), 103-131.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5<sup>a</sup> ed.). México: Editorial Mc Graw Hill.
- Herstad, S. J., Sandven, T., & Solberg, E. (2013). Location, education and enterprise growth. *Applied Economics Letters*, 20(10), 1019-1022.
- Hickman, R., Givoni, M., Bonilla, D., & Banister, D. (2016). The transport and development relationship. In R. Hickman, M. Givoni, D. Bonilla, & D. Banister (Eds.), *Handbook on Transport and Development* (pp. PPP). Cheltenham, UK: Elgar.
- Hidalgo, D. (2005). Comparación de Alternativas de Transporte Público Masivo-Una Aproximación Conceptual. *Revista de ingeniería*(21), 92-103.
- Hidalgo, D. (2014). La apuesta del colapso. *EL TIEMPO*. Retrieved from ET - Noticias principales website: <http://www.eltiempo.com/bogota/la-apuesta-del-colapso-opinion/14967765>
- Hidalgo, D., Pereira, L., Estupiñán, N., & Jiménez, P. L. (2013). TransMilenio BRT system in Bogota, high performance and positive impact—Main results of an ex-post evaluation. *Research in Transportation Economics*, 39(1), 133-138.
- Higgins, C. D., & Kanaroglou, P. S. (2016). A latent class method for classifying and evaluating the performance of station area transit-oriented development in the Toronto region. *Journal of Transport Geography*, 52, 61-72.
- Hilber, C. A., & Voicu, I. (2010). Agglomeration economies and the location of foreign direct investment: Empirical evidence from Romania. *Regional studies*, 44(3), 355-371.
- Holmes, T. J., & Stevens, J. J. (2004). Spatial distribution of economic activities in North America *Handbook of regional and urban economics* (Vol. 4, pp. 2797-2843): Elsevier.
- Holl, A. (2004a). Manufacturing location and impacts of road transport infrastructure: empirical evidence from Spain. *Regional science and urban economics*, 34(3), 341-363.
- Holl, A. (2004b). Start-ups and relocations: Manufacturing plant location in Portugal. *Papers in Regional Science*, 83(4), 649-668.
- Holl, A. (2004c). Transport infrastructure, agglomeration economies, and firm birth: empirical evidence from Portugal. *Journal of Regional Science*, 44(4), 693-712.
- Holl, A. (2007). Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish motorway building programme. *Journal of Transport Geography*, 15(4), 286-297.
- Holl, A. (2008). Production subcontracting and location. *Regional science and urban economics*, 38(3), 299-309.
- Holl, A. (2013). Localización y productividad de la empresa española. *Investigaciones regionales*(25).
- Hoogstra, G. J., & van Dijk, J. (2004). Explaining firm employment growth: does location matter? *Small business economics*, 22(3-4), 179-192.
- Hoover, E. (1937). *Location Theory and the Shoe and Leather Industries*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hughes, M. (2007). Inter-regional TGV line will have an international impact. *Railway Gazette International*. Retrieved from <https://trid.trb.org/view.aspx?id=862686>

- Ingvardson, J. B., & Nielsen, O. A. (2018). Effects of new bus and rail rapid transit systems—an international review. *Transport reviews*, 38(1), 96-116.
- Inoue, H., Nakajima, K., & Saito, Y. U. (2017). Localization of knowledge-creating establishments. *Japan and the World Economy*, 43, 23-29.
- Jacobs, J. (1970). The economy of cities. *The economy of cities*.
- Jiang, L. (2012). *Study on Guangzhou's Employment Subcentres and Polycentricity*. Paper presented at the Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology.
- Jiménez, A. M. (1991). Modelización cartográfica de densidades mediante estimadores Kernel. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 155-170.
- Jofre Monseny, J., & Viladecans Marsal, E. (2007). La distribución geográfica de la industria en España: Concentración vs urbanización. *Papeles de Economía Española*, 2007, vol. 112, num. Junio, p. 22-33.
- Johnson, D., Ercolani, M., & Mackie, P. (2017). Econometric analysis of the link between public transport accessibility and employment. *Transport Policy*, 60, 1-9.
- Jun, M.-J. (2012). Redistributive effects of bus rapid transit (BRT) on development patterns and property values in Seoul, Korea. *Transport Policy*, 19(1), 85-92.
- Kain, J. F. (1992). The spatial mismatch hypothesis: three decades later. *Housing policy debate*, 3(2), 371-460.
- Keijer, M., & Rietveld, P. (2000). How do people get to the railway station? The Dutch experience. *Transportation Planning and Technology*, 23(3), 215-235.
- Kilpatrick, J., Throupe, R., Carruthers, J., & Krause, A. (2007). The impact of transit corridors on residential property values. *Journal of Real Estate Research*, 29(3), 303-320.
- Kincheloe, J. L., & McLaren, P. (2002). Rethinking critical theory and qualitative research. *Ethnography and schools: Qualitative approaches to the study of education*, 87-138.
- Kissack, R. (2013). Introducción: ciudades y espacios urbanos en la política internacional/Introduction: cities and urban spaces in global politics. *Revista CIDOB d'afers internacionals*, 7-18.
- Kitamura, R. (2009). The effects of added transportation capacity on travel: a review of theoretical and empirical results. *Transportation*, 36(6), 745-762.
- Knoben, J., & Oerlemans, L. (2008). Ties that spatially bind? A relational account of the causes of spatial firm mobility. *Regional studies*, 42(3), 385-400.
- Knoben, J., & Oerlemans, L. A. (2006). Proximity and inter-organizational collaboration: A literature review. *International Journal of Management Reviews*, 8(2), 71-89.
- Knoben, J., & Oerlemans, L. A. (2012). Configurations of inter-organizational knowledge links: Does spatial embeddedness still matter? *Regional studies*, 46(8), 1005-1021.
- Koenker, R. (1981). A note on studentizing a test for heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 17(1), 107-112.
- Koenker, R. (2005). *Quantile regression*, volume 38 of Econometric Society Monographs: Cambridge university press Cambridge:.
- Koenker, R., & Basset, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica*, 46(1), 33-50.
- Koenker, R., & Hallock, K. F. (2001). Quantile regression. *Journal of economic perspectives*, 15(4), 143-156.
- Koopmans, T. C. (1957). *Three essays on the state of economic science*.
- Korsu, E., & Wenglenski, S. (2010). Job accessibility, residential segregation and risk of long-term unemployment in the Paris region. *Urban studies*, 47(11), 2279-2324.

- Kravchenko, M. (2017). Econometric Analysis of Machine-Building Enterprises' Sustainability in the Context of Neo-System Paradigm. *Scientific Papers of the University of Pardubice. Faculty of Economics and Administration*(41), 79-89.
- Krugman, P. (1990). *Increasing returns and economic geography*. Retrieved from
- Krugman, P. (1991). *Geography and trade*: MIT press.
- Krugman, P. (1994). Complex landscapes in economic geography. *The American Economic Review*, 84(2), 412-416.
- Krugman, P. (1995). Innovation and agglomeration: two parables suggested by city-size distributions. *Japan and the World Economy*, 7(4), 371-390.
- Krugman, P. (1997). *Development, Geography, and Economic Theory*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Krugman, P. (1998). What's new about the new economic geography? *Oxford review of economic policy*, 14(2), 7-17.
- Kujala, R., Weckström, C., Mladenović, M. N., & Saramäki, J. (2018). Travel times and transfers in public transport: Comprehensive accessibility analysis based on Pareto-optimal journeys. *Computers, Environment and Urban Systems*, 67, 41-54.
- Lampón Caride, J. F. (2011). Determinación de las bases para construir un modelo de explicación de la deslocalización empresarial a través de la revisión de los principales trabajos empíricos. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 17(3), 173-190.
- Lee, J., & Wong, D. W. (2001). *Statistical analysis with ArcView GIS*: John Wiley & Sons.
- Lee, Y. (2006). Relocation patterns in US manufacturing.
- Lee, Y. (2008). Geographic redistribution of US manufacturing and the role of state development policy. *Journal of urban economics*, 64(2), 436-450.
- Levinson, H., Zimmerman, S., Clinger, J., Rutherford, S., Smith, R. L., Cracknell, J., & Soberman, R. (2003a). Bus rapid transit. *Transit Cooperative Research Program Report*, 90.
- Levinson, H., Zimmerman, S., Clinger, J., Rutherford, S., Smith, R. L., Cracknell, J., & Soberman, R. (2003b). Bus rapid transit, volume 1: Case studies in Bus Rapid Transit.
- Lindström, S., & Rabinowicz, W. (1995). The Ramsey test revisited.
- Litman, T. (2017). *Evaluating transportation economic development impacts*: Victoria Transport Policy Institute.
- López, H. A., & Mora, H. M. (2007). Cálculo de los estimadores de regresión cuantílica lineal por medio del método ACCPM. *Revista Colombiana de Estadística*, 30(1), 53-68.
- Lösch, A., Woglom, W. H., & Stolper, W. F. (1954). *The Economics of Location*: Yale University Press.
- Lu, X., & Fu, J. (2012). Comparative Analysis on Commercial Facilities Layout Surrounding Railway Station Zone in China. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 4(23).
- Lucas, R. E., & Rossi-Hansberg, E. (2002). On the internal structure of cities. *Econometrica*, 70(4), 1445-1476.
- Lyytinen, K., & Klein, H. K. (1985). The critical theory of Jurgen Habermas as a basis for a theory of information systems. *Research methods in information systems*, 219-236.
- Maoh, H., & Kanaroglou, P. (2007). Geographic clustering of firms and urban form: a multivariate analysis. *Journal of Geographical Systems*, 9(1), 29-52.

- Maoh, H., Koronios, M., & Kanaroglou, P. S. (2010). Exploring the land development process and its impact on urban form in Hamilton, Ontario. *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien*, 54(1), 68-86.
- Marcon, E., & Puech, F. (2003). Evaluating the geographic concentration of industries using distance-based methods. *Journal of Economic Geography*, 3(4), 409-428.
- Marshall, A. (1890). *Principles of economics*. Londres, Inglaterra: McMillan.
- Martínez, L., & Viegas, J. (2009). Effects of transportation accessibility on residential property values: Hedonic Price Model in the Lisbon, Portugal, metropolitan area. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*(2115), 127-137.
- Marx, K. (1975). Economic & philosophical manuscripts of 1844.
- May, N. (1993). *L'aménagement du territoire et le système national urbain: de l'armature urbaine aux réseaux de villes: questions pour la recherche et l'action*.
- McDonald, J., & Prather, P. J. (1994). Suburban employment centres: The case of Chicago. *Urban studies*, 31(2), 201-218.
- McDonald, J. F. (1987). The identification of urban employment subcenters. *Journal of urban economics*, 21(2), 242-258.
- McDonald, J. F. (1997). *Fundamentals of urban economics*: Prentice Hall.
- McDonald, J. F., & Prather, P. J. (1994). Suburban employment centres: The case of Chicago. *Urban studies*, 31(2), 201-218.
- McMillen, D. (2001a). Nonparametric employment subcenter identification. *Journal of urban economics*, 50(3), 448-473.
- McMillen, D. (2001b). Nonparametric Employment Subcenter Identification. *Journal of urban economics*(3), 448.
- McMillen, D. (2003). Identifying sub-centres using contiguity matrices. *Urban studies*, 40(1), 57-69.
- McMillen, D. (2004). Employment densities, spatial autocorrelation, and subcenters in large metropolitan areas. *Journal of Regional Science*, 44(2), 225-244.
- McMillen, D., & Lester, T. W. (2003). Evolving subcenters: employment and population densities in Chicago, 1970–2020. *Journal of Housing Economics*, 12(1), 60-81.
- McMillen, D., & McDonald, J. F. (1997). A nonparametric analysis of employment density in a polycentric city. *Journal of Regional Science*, 37(4), 591-612.
- McMillen, D., & Smith, S. C. (2003). The number of subcenters in large urban areas. *Journal of urban economics*, 53(3), 321-338.
- McMillen, D. P., & McDonald, J. F. (1998). Suburban subcenters and employment density in metropolitan Chicago. *Journal of urban economics*, 43(2), 157-180.
- Mejía-Dorantes, L., Paez, A., & Vassallo, J. M. (2012). Transportation infrastructure impacts on firm location: the effect of a new metro line in the suburbs of Madrid. *Journal of Transport Geography*, 22, 236-250.
- Melo, P. C., Graham, D. J., & Noland, R. B. (2009). A meta-analysis of estimates of urban agglomeration economies. *Regional science and urban economics*, 39(3), 332-342.
- Mencinger, J. (2003). Does foreign direct investment always enhance economic growth? *Kyklos*, 56(4), 491-508.
- Mendieta-López, J. C., & Perdomo Calvo, J. A. (2007). *Especificación y estimación de un modelo de precios hedónico espacial para evaluar el impacto de Transmilenio sobre el valor de la propiedad en Bogotá*: Univ. de los Andes, Fac. de Economía, CEDE Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico.

- Mendizabal, A., & Errasti, A. (2006). Aspectos económicos y sociales de las deslocalizaciones productivas. *Lan Harremanak. Revista de Relaciones Laborales*.
- Mendoza Cota, J. E. (2014). Especialización manufacturera y aglomeración urbana en las grandes ciudades de México. *Economía Sociedad y Territorio*.
- Miller, H. J., & Shaw, S.-L. (2001). *Geographic information systems for transportation: principles and applications*: Oxford University Press on Demand.
- Mills, E. S. (1967). An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area. *The American Economic Review*, 57(2), 197-210.
- Mitchell, S. (2019). London calling? Agglomeration economies in literature since 1700. *Journal of urban economics*.
- Moeur, M. (1993). Characterizing spatial patterns of trees using stem-mapped data. *Forest science*, 39(4), 756-775.
- Moeur, M. (1997). Spatial models of competition and gap dynamics in old-growth *Tsuga heterophylla*/*Thuja plicata* forests. *Forest Ecology and Management*, 94(1-3), 175-186. doi:10.1016/S0378-1127(96)03976-X
- Mogridge, M. (1986). If London is more spread out than Paris, why don't Londoners travel more than Parisians? *Transportation*, 13(1), 85-104.
- Mononen, P., Leviäkangas, P., & Haapasalo, H. (2017). From internal efficiency to societal benefits—Multi modal transport safety agency's socio-economic impact analysis. *Research in Transportation Economics*, 66, 78-90.
- Montañez, S. L. (2013). Alternativas de solución a la problemática de crecimiento urbano caso de estudio expansión del casco urbano de Bogotá, sobre la sabana de Bogotá.
- Moreno, R., & Vayá, E. (2000). *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: la econometría espacial* (Vol. 44): Edicions Universitat Barcelona.
- Moreno, R., & Vayá, E. (2002). Econometría espacial:: nuevas técnicas para el análisis regional. Una aplicación a las regiones europeas. *Investigaciones regionales*(1), 83.
- Morris, J. H., Sherman, J. D., & Mansfield, E. R. (1986). Failures to detect moderating effects with ordinary least squares-moderated multiple regression: Some reasons and a remedy. *Psychological bulletin*, 99(2), 282.
- Motulsky, H. J., & Ransnas, L. A. (1987). Fitting curves to data using nonlinear regression: a practical and nonmathematical review. *The FASEB journal*, 1(5), 365-374.
- Moulaert, F., Salin, E., & Werquin, T. (2001). Euralille Large-Scale Urban Development and Social Polarization. *European urban and regional studies*, 8(2), 145-160.
- Mugion, R. G., Toni, M., Raharjo, H., Di Pietro, L., & Sebathu, S. P. (2018). Does the service quality of urban public transport enhance sustainable mobility? *Journal of cleaner production*, 174, 1566-1587.
- Mulley, C., Rizzi, L. I., Millett, C., & Shiftan, Y. (2016). *Public transport and health: Publicising the evidence*: Elsevier.
- Mumford, L. (1989). *The City in History: Its Origins, Its Transformations, and Its Prospects*. 1961. *San Diego and New York: Harcourt, Brace & Co.*
- Munnell, A. H. (1992). Policy watch: infrastructure investment and economic growth. *The Journal of Economic Perspectives*, 6(4), 189-198.
- Munoz-Raskin, R. (2010). Walking accessibility to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogotá, Colombia. *Transport Policy*, 17(2), 72-84.
- Muñiz, I., Galindo, A., & García López, M.-À. (2006). Cubic spline population density functions and subcentre delimitation. The case of Barcelona.

- Musgrave, R. A. (1939). The voluntary exchange theory of public economy. *The Quarterly Journal of Economics*, 53(2), 213-237.
- Nakamura, D. (2018). Analysis on Firm Behavior and Individual's Utility Maximization Through Regional Agglomeration Economies *Applied Analysis of Growth, Trade, and Public Policy* (pp. 65-72): Springer.
- Newbold, P. (1975). The principles of the Box-Jenkins approach. *Journal of the operational research society*, 26(2), 397-412.
- Niebuhr, A. (2001). *Convergence and the effects of spatial interaction*. Retrieved from
- Niehaus, M., Galilea, P., & Hurtubia, R. (2016). Accessibility and equity: An approach for wider transport project assessment in Chile. *Research in Transportation Economics*, 59, 412-422.
- O'Brien, R. M. (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality & quantity*, 41(5), 673-690.
- Ohlin, B. (1967). *Interregional and international trade*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Osorio, F. C., & Castro, S. X. B. (2013). Atributos territoriales y la localización de las aglomeraciones industriales en Bogotá.
- Ottaviano, G. I., & Puga, D. (1998). Agglomeration in the global economy: a survey of the 'new economic geography'. *The World Economy*, 21(6), 707-731.
- Pachón, Á. (1986). *El estudio urbano: resumen de resultados e implicaciones de política* (Á. Pachón Ed.): Instituto de Estudios Políticos, Fundación Simón Bolívar.
- Páez, A., & Scott, D. M. (2005). Spatial statistics for urban analysis: a review of techniques with examples. *GeoJournal*, 61(1), 53-67.
- Palivos, T., & Wang, P. (1996). Spatial agglomeration and endogenous growth. *Regional science and urban economics*, 26(6), 645-669.
- Pan, H., & Zhang, M. (2008). Rail transit impacts on land use: Evidence from Shanghai, China. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*(2048), 16-25.
- Papageorgiou, Y. (2018). *The isolated city state: An economic geography of urban spatial structure* (Vol. 18): Routledge.
- Patton, P. (1986). *Open Road: A Celebration of the American Highway*: Simon & Schuster.
- Pennings, E., & Sleuwaegen, L. (2000). International relocation: firm and industry determinants. *Economics Letters*, 67(2), 179-186.
- Peña Sánchez, A. R. (2007). Elementos determinantes de la localización del capital productivo empresarial en Andalucía, 1980-2000. *Cuadernos de economía*, 26(47), 53-80.
- Perdomo Calvo, J. A., Mendoza, C. A., Baquero-Ruiz, A. F., & Mendieta-Lopez, J. C. (2007). Study of the effect of the transmilenio mass transit project on the value of properties in Bogotá, Colombia.
- Pérez, J. (2006). Bogotápolis: un estudio sobre la localización del empleo manufacturero en Bogotá, 1992-2003. *Desarrollo y Sociedad*, 256(57), 255-299.
- Pérez Prieto, C. B., & Marmolejo Duarte, C. R. (2008). *La localización intrametropolitana de las actividades de la innovación: un análisis para la Región Metropolitana de Barcelona*. Paper presented at the X Coloquio Internacional de Geocrítica.
- Perk, V. A., & Catala, M. (2009). *Land use impacts of bus rapid transit: effects of BRT station proximity on property values along the Pittsburgh Martin Luther King, Jr. East Busway*. Retrieved from

- Perry, J. N., & Dixon, P. M. (2002). A new method to measure spatial association for ecological count data. *Ecoscience*, 9(2), 133-141.
- Peterman, D. R. (2010). *High speed rail in the United States*: DIANE Publishing.
- Pons Rotger, G. A., & Nielsen, T. A. S. (2015). Effects of job accessibility improved by public transport system: Natural experimental evidence from the Copenhagen metro. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 15(4), 419-441.
- Porter, M. E. (1998). *Clusters and the new economics of competition* (Vol. 76): Harvard Business Review Boston.
- Postone, M., Galambos, L., & Sewell, J. E. (1995). *Time, labor, and social domination: A reinterpretation of Marx's critical theory*: Cambridge University Press.
- Puga, D. (2017). *The changing distribution of firms and workers across cities*. Retrieved from
- Pushkarev, B., & Zupan, J. M. (1976). Public transportation and land use policy. *Regional Plan News*, 99(August).
- Quah, D., & Simpson, H. (2003). Spatial cluster empirics. *London School of Economics Working Paper Series*.
- Rappaport, J., Glaeser, E. L., & Kahn, M. E. (2000). *Why Do the Poor Live in Cities?* : National Bureau of Economic Research.
- Rawlings, J. O., Pantula, S. G., & Dickey, D. A. (2001). *Applied regression analysis: a research tool*: Springer Science & Business Media.
- Redding, S., & Venables, A. J. (2004). Economic geography and international inequality. *Journal of International Economics*, 62(1), 53-82.
- Redfearn, C. L. (2007). The topography of metropolitan employment: Identifying centers of employment in a polycentric urban area. *Journal of urban economics*, 61(3), 519-541.
- Resende, M. (1994). Medidas de concentração industrial: uma resenha. *Análise econômica*, 12(21 e 22).
- Richmond, J. (2001). A whole-system approach to evaluating urban transit investments. *Transport reviews*, 21(2), 141-179.
- Rietveld, P., & Bruinsma, F. (2012). *Is transport infrastructure effective?: transport infrastructure and accessibility: impacts on the space economy*: Springer Science & Business Media.
- Ripley, B. (2005). *Spatial Statistics*. New Jersey, EE.UU: John Wiley & Sons.
- Rivera-Batiz, F. L. (1988). Increasing returns, monopolistic competition, and agglomeration economies in consumption and production. *Regional science and urban economics*, 18(1), 125-153.
- Robinson, P. M. (1987). Asymptotically efficient estimation in the presence of heteroskedasticity of unknown form. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 875-891.
- Roca Cladera, J., Arellano Ramos, B., & Moix Bergadà, M. (2011). Estructura urbana, policentrismo y sprawl: los ejemplos de Madrid y Barcelona. *Ciudad y territorio, estudios territoriales*, 43(168), 299-321.
- Rodrigue, J.-P., Comtois, C., & Slack, B. (2016). *The geography of transport systems* (4 ed.). Nueva York, Estados Unidos: Routledge.
- Rodríguez, D., & Targa, F. (2004). Value of accessibility to Bogotá's bus rapid transit system. *Transport reviews*, 24(5), 587-610.
- Rodríguez, D. A., & Mojica, C. H. (2008). Land value impacts of bus rapid transit: the case of Bogotá's TransMilenio. *Land Lines*.

- Rodríguez, D. A., & Mojica, C. H. (2009). Capitalization of BRT network expansions effects into prices of non-expansion areas. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(5), 560-571.
- Rose, M. H. (1990). *Interstate: Express highway politics, 1939-1989*: Univ. of Tennessee Press.
- Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of political economy*, 82(1), 34-55.
- Rosenthal, S., & Strange, W. (2001). The determinants of agglomeration. *Journal of urban economics*, 50(2), 191-229.
- Rosenthal, S., & Strange, W. (2004). Evidence on the nature and sources of agglomeration economies. *Handbook of regional and urban economics*, 4, 2119-2171.
- Ross, S., & Yinger, J. (1995). Comparative static analysis of open urban models with a full labor market and suburban employment. *Regional science and urban economics*, 25(5), 575-605.
- Ruiz Estupiñan, N. H. (2006). *Transmilenio y la gestión del suelo*. Uniandes.
- Ryder, A. (2012). High speed rail. *Journal of Transport Geography*, 22, 303-305.
- Saavedra, J. J. (2009). Descubriendo el lado oscuro de la gestión: los Critical Management Studies o una nueva forma de abordar los fenómenos organizacionales. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*.
- Saif, M. A., Zefreh, M. M., & Torok, A. (2019). Public Transport Accessibility: A Literature Review. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 47(1), 36-43.
- Sala Rios, M. (2000). Aproximación multicriterio a la estructura industrial de la economía española. *Economía industrial*, 2000, núm. 332, p. 89-98.
- Samuelson, P. A. (1954). The pure theory of public expenditure. *The review of economics and statistics*, 387-389.
- Samuelson, P. A. (1995). Diagrammatic exposition of a theory of public expenditure. *Review of Economics and Statistics*, 37.
- Sanchez, T. W. (1998). The connection between public transit and employment.
- Sandoval, C. A. (2013). *Aglomeración turística y desarrollo económico local: el caso de la localidad de La Candelaria (Bogotá-Colombia)*. (Maestría), Uniandes, Bogotá.
- Santos Vázquez, E. G. (2018). Valoración del acceso a un sistema de autobuses de tránsito rápido (BRT). Caso de la ecovía en el área metropolitana de Monterrey.
- Sapena, M., & Ruiz, L. (2018). Caracterización de patrones espaciales de crecimiento urbano mediante índices espacio-temporales de los usos del suelo. In M. López-García, P. Carmona, J. Salom, & J. Albertos (Eds.), *Tecnologías de la información geográfica: Perspectivas multidisciplinares en la sociedad del conocimiento* (pp. 580-591): Publicacions de la Universitat de València.
- Sasaki, K. (1990). The establishment of a subcenter and urban spatial structure. *Environment and Planning A*, 22(3), 369-383.
- Sassen, S. (2007). El reposicionamiento de las ciudades y regiones urbanas en una economía global: ampliando las opciones de políticas y gobernanza. *eure (Santiago)*, 33(100), 9-34.
- Savage, I. (2004). Management objectives and the causes of mass transit deficits. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(3), 181-199.
- Savin, N. E., & White, K. J. (1977). The Durbin-Watson test for serial correlation with extreme sample sizes or many regressors. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1989-1996.

- Scholl, L., Bouillon, C. P., Oviedo, D., Corsetto, L., & Jansson, M. (2016). *Urban Transport and Poverty: Mobility and Accessibility Effects of IDB-supported BRT Systems in Cali and Lima*. Retrieved from
- Scholl, L., Guerrero, A., Quintanilla, O., Celse L'Hoste, M., Sadeghi, P., Scholl, L., . . . Sadeghi, P. (2015). Brief: Comparative Case Studies of Three IDB-supported Urban Transport Projects.
- Serrano Martínez, L. (1995). *Indicadores de capital humano y productividad*: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.
- Serrano, R. M., & Valcarce, E. V. (2002). Econometría espacial:: nuevas técnicas para el análisis regional. Una aplicación a las regiones europeas. *Investigaciones regionales*(1), 83.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-experimental Designs for Generalized Causal Inference*: Houghton Mifflin.
- Shuai, X. (2005). Are Center Cities the Engines of Growth for their Suburbs? *Business Economics*, 40(4), 22-31.
- Shukla, V., & Waddell, P. (1991). Firm location and land use in discrete urban space: a study of the spatial structure of Dallas-Fort Worth. *Regional science and urban economics*, 21(2), 225-253.
- Sobrinho, J. (2016). Localización industrial y concentración geográfica en México. *Estudios demográficos y urbanos*, 31(1), 9-56.
- Srivastava, V., Dube, M., & Singh, V. (1996). Ordinary least squares and Stein-rule predictions in regression models under inclusion of some superfluous variables. *Statistical Papers*, 37(3), 253-265.
- Stiglitz, J. E. (1998). International financial institutions and the provision of international goods. *EIB Papers*, 3(2), 116-132.
- Stine, R. A. (1995). Graphical interpretation of variance inflation factors. *The American Statistician*, 49(1), 53-56.
- Sullivan, A. M. (1986). A general equilibrium model with agglomerative economies and decentralized employment. *Journal of urban economics*, 20(1), 55-74.
- Suzuki, H., Cervero, R., & Iuchi, K. (2013). *Transforming cities with transit: Transit and land-use integration for sustainable urban development*: World Bank Publications.
- Swanson, R. A., & Holton, E. F. (2005). *Research in organizations: Foundations and methods in inquiry*. San Francisco, CA, EE.UU.: Berrett-Koehler Publishers.
- Tarchópulos, D., & Ramos, O. L. C. (2003). Formas de crecimiento urbano en Bogotá: patrones urbanísticos y arquitectónicos en la vivienda dirigida a los sectores de bajos ingresos. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales*(7), 77.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2010). *SAGE Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA, EE.UU: SAGE Publications.
- Thisse, J.-F., Wasmer, E., & Zenou, Y. (2003). Ségrégation urbaine, logement et marchés du travail. *Revue française d'économie*, 17(4), 85-129.
- Thomas, A., & Deakin, E. (2008). Land use challenges to implementing transit-oriented development in China: Case study of Jinan, Shandong Province. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*(2077), 80-86.
- Trullén, J. (2002). Barcelona como ciudad flexible. Economías de localización y economías de urbanización en una metrópolis polinuclear. *Desarrollo local: teorías y estrategias*. Madrid, Civitas.

- Tyler, N. (2017). Safety accessibility and sustainability: The importance of micro-scale outcomes to an equitable design of transport systems. *IATSS research*, 41(2), 57-65.
- Urazán, C. F., & Velandia, E. A. (2012). Consideraciones sobre el esquema del Sistema Integrado de Transporte Público para Bogotá. *Épsilon*(18), 105-121.
- van Dijk, J., & Pellenbarg, P. H. (2000). Spatial perspectives on firm demography. *Papers in Regional Science*, 79(2), 107-110.
- Venables, A. J. (2006). Shifts in economic geography and their causes. *Economic Review-Federal Reserve Bank of Kansas City*, 91(4), 61.
- Venter, C., Jennings, G., Hidalgo, D., & Valderrama Pineda, A. F. (2018). The equity impacts of bus rapid transit: A review of the evidence and implications for sustainable transport. *International Journal of Sustainable Transportation*, 12(2), 140-152.
- Vernon, R. (1963). *Metropolis 1985: An interpretation of the findings of the New York metropolitan region study* (Vol. 9): Doubleday.
- Verstraten, P., Verweij, G., & Zwaneveld, P. J. (2019). Complexities in the spatial scope of agglomeration economies. *Journal of Regional Science*, 59(1), 29-55.
- Viladecans Marsal, E. (2003). Economías externas y localización del empleo industrial. *Revista de Economía Aplicada*, 11(31).
- Villarreal, D. R. (2009). Sistema de transporte público y desplazamientos al trabajo en la Zona Metropolitana del Valle de México 1994-2007. *Revista Transporte y Territorio*(1), 112-143.
- Viton, P. A. (1981). On competition and product differentiation in urban transportation: The San Francisco bay area. *The Bell Journal of Economics*, 362-379.
- Vuchic, V. R. (2002). Urban public transportation systems. *University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA*.
- Wacquant, L. J. (2001). *Parias urbanos: marginalidad en la ciudad a comienzos del milenio: Manantial Buenos Aires*.
- Waldman, D. M. (1983). A note on algebraic equivalence of White's test and a variation of the Godfrey/Breusch-Pagan test for heteroscedasticity. *Economics Letters*, 13(2-3), 197-200.
- Watson, G. S. (1967). Linear least squares regression. *The Annals of Mathematical Statistics*, 38(6), 1679-1699.
- Weber, A. (1909). Über den standort der insutrien (C. J. Friedrich, Trans.).
- Weidong, C. (2012). Study on location Features and spatial correlation of port enterprises: taking Shanghai port backup area as an example. *Geographical Research*, 31(6), 1079-1088.
- White, M. J. (1990). Commuting and congestion: a simulation model of a decentralized metropolitan area. *Real Estate Economics*, 18(3), 335-368.
- White, M. J. (1999). Urban areas with decentralized employment: Theory and empirical work. *Handbook of regional and urban economics*, 3, 1375-1412.
- Wieand, K. F. (1987). An extension of the monocentric urban spatial equilibrium model to a multicenter setting: The case of the two-center city. *Journal of urban economics*, 21(3), 259-271.
- Winston, C., & Maheshri, V. (2007). On the social desirability of urban rail transit systems. *Journal of urban economics*, 62(2), 362-382.
- Winston, C., & Shirley, C. (2010). *Alternate route: Toward efficient urban transportation*. Washington, Estados Unidos: Brookings Institution Press.
- Wirasinghe, S., Kattan, L., Rahman, M., Hubbell, J., Thilakarathne, R., & Anowar, S. (2013). Bus rapid transit—a review. *International Journal of Urban Sciences*, 17(1), 1-31.

- Wood, A., & Roberts, S. (2011). *Economic Geography. Places: Networks and Flows*. Londres: UK: Routledge.
- Wooldridge, J. (2006). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno*: Thomson-Paraninfo.
- Wooldridge, J. M. (2001). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno* (4ª ed.). México D.F, México: Thomson Learning.
- Wright, L. (2002). *Bus rapid transit*: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).
- Xiao, Z. (2009). Quantile cointegrating regression. *Journal of Econometrics*, 150(2), 248-260.
- Yang, K., & Xu, Y. (2006). Regional differences in the development of Chinese small and medium-sized enterprises. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 13(2), 174-184.
- Yang, T., Pan, H., Hewings, G., & Jin, Y. (2019). Understanding urban sub-centers with heterogeneity in agglomeration economies—Where do emerging commercial establishments locate? *Cities*, 86, 25-36.
- Yu, K., Lu, Z., & Stander, J. (2003). Quantile regression: applications and current research areas. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 52(3), 331-350.