

## La reconfiguración de los subcentros de empleo en Ciudad Juárez, Chihuahua, 2004-2014

### Employment Sub-centers Reconfiguration in Ciudad Juárez, Chihuahua, 2004-2014

Isaac Chaparro Hernández\*  <https://orcid.org/0000-0002-6448-4433>  
Vladimir Hernández Hernández\*\*  <https://orcid.org/0000-0003-0206-9768>

#### Resumen

El objetivo es identificar la estructura urbana de Ciudad Juárez y demostrar la reconfiguración de los subcentros de empleo mediante la implementación de tres indicadores de autocorrelación espacial. El método considera los principios de la dependencia espacial mediante la detección de la autocorrelación global y local. Para ello se hace uso de tres indicadores: *I* de Moran, *G* de Getis-Ord y *c* de Geary. Las variables usadas fueron la densidad bruta de empleo total, en manufactura y terciario de 2004 a 2014 a escala de áreas geostatísticas básicas. La falta de censos económicos más recientes se considera una limitante, además de que no se encontraron investigaciones previas que hayan utilizado estrictamente la metodología aquí propuesta para comparar y discutir resultados. A través de los indicadores de autocorrelación global fue posible identificar el grado de agrupamiento de las densidades de empleo, mientras que los locales permitieron caracterizar los subcentros de trabajo. Los resultados muestran clústeres de alta densidad que conforman cuatro islas dispersas y dos núcleos de empleo. Además, se comprueba la utilidad de combinar los tres tipos de autocorrelaciones espaciales.

**Palabras clave:** subcentros de empleo; estructura urbana; dependencia espacial; autocorrelación espacial; Ciudad Juárez.

#### Abstract

This article aims to identify Ciudad Juárez urban structure and to demonstrate employment sub-centers reconfiguration through the implementation of three spatial correlation indicators. This method, objectified by local and global autocorrelation detection, takes into account the principles of spatial dependency. For the purpose, there were used Moran's *I*, Getis-Ord's *G*, and Geary's *c* indicators. Manufacturing and tertiary sectors total employment gross densities from 2004 to 2014 at basic geostatistical areas scale were the variables used. The limitation of this work is the lack of data from recent census and the absence of previous research that strictly applied the methodology used in this work, therefore it is not possible to compare and discuss results. Due to the indicators, it was possible to identify the employment densities grouping level, while the local indicators characterized employment sub-centers. Results show that high-density clusters shape four dispersed islands and two employment centers and it has been possible to prove the utility to combine the three spatial correlation types to demonstrate employment sub-centers reconfiguration.

**Keywords:** employment sub-centers; urban structure; spatial dependency; spatial autocorrelation; Ciudad Juárez.

**Cómo citar:** Chaparro Hernández, I., y Hernández Hernández, V. (2020). La reconfiguración de los subcentros de empleo en Ciudad Juárez, Chihuahua, 2004-2014. *región y sociedad*, 32, e1268. doi: 10.22198/rys2020/32/1268

\* Autor para correspondencia. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte. Av. del Charro Núm. 450 Norte, Col. Partido Romero, C. P. 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Correo electrónico: isaac.chaparro@uacj.mx

\*\* Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte. Av. del Charro Núm. 450 Norte, Col. Partido Romero, C. P. 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Correo electrónico: vladimir.hernandez@uacj.mx

Recibido: 22 de noviembre de 2019  
Aceptado: 2 de abril de 2020  
Liberado: 4 de mayo de 2020



Esta obra está protegida bajo una Licencia  
Creative Commons Atribución-No Comercial  
4.0 Internacional.

## Introducción

En las postrimerías del siglo XX las teorías clásicas de localización utilizadas para intentar representar los cambios en la estructura interna de las **áreas urbanas** ya eran insuficientes para explicar las ciudades modernas (Graizbord, 2008, p. 73). A escala mundial, la evolución de la estructura urbana tradicional de las grandes zonas metropolitanas desde hace más de tres décadas tiende a agruparse en múltiples nodos de actividad económica resultado de dos grandes fuerzas. Por un lado, los costos de aglomeración que, como grandes atractores, tienden a agrupar las actividades productivas al superar las barreras espaciotemporales y, por el otro, los costos de congestión actúan como fuerzas expulsoras de las actividades debido a la presencia de diseconomías (Baumont, Ertur y Le Gallo, 2003; Cervero y Wu, 1997; García-López, 2007; Gordon y Richardson, 1986; Guliano y Small, 1991; McDonald, 1987; McDonald y McMillen, 1990; McMillen, 2003; Song, 1994). La revisión de la literatura indica que mientras las fuerzas derivadas de las economías de aglomeración sean mayores a los costos de congestión el empleo tenderá a concentrarse. En ese escenario la ciudad tendrá un centro principal de actividad económica. En cambio, cuando los costos de congestión se incrementan, la movilidad de las personas disminuye y buscarán la satisfacción de sus necesidades en los lugares cercanos a sus ubicaciones, lo cual generará una demanda que deberá ser satisfecha con nuevos centros de consumo y trabajo. El resultado es una nueva estructura de subcentros de empleo.

En la misma medida que nuevas propuestas teóricas intentan explicar la emergente configuración de la estructura interna de las ciudades, se desarrollan novedosas técnicas para develar los subcentros de empleo. Destacan los métodos para identificar altos índices de densidad en zonas contiguas; la técnica de umbrales que utiliza magnitudes y densidades de empleo; aquellos que sintetizan las condiciones de la actividad laboral denominados flujos de movilidad; las técnicas paramétricas y no paramétricas y los métodos de econometría espacial (Garrocho y Campos, 2007; Ramírez, 2009).

En México existen estudios que han registrado de manera sistemática los cambios de los subcentros de empleo. Incluso algunos autores han mencionado que tal vez la ciudad monocéntrica en las principales zonas metropolitanas de México dejaron de existir (Garrocho y Campos, 2007, p. 112). Aguilar y Alvarado (2004) analizaron el patrón de distribución del empleo en Ciudad de México. Estos autores utilizaron la magnitud total de la ocupación laboral, es decir, 5 500 empleos para definir subcentros. Otro trabajo (Graizbord y Acuña, 2004) utiliza flujos de movilidad, denominados sobresalientes, para indagar la estructura urbana de Ciudad de México, y concluye que existe una organización hiperárquica de los subcentros de empleo. Además, se han identificado sistemas policéntricos en Toluca, Estado de México. A partir del método de doble umbral se analizó la evolución de los subcentros de empleo (Garrocho y Campos, 2007). En cuanto a los trabajos en las ciudades del norte de México, destaca el estudio en la ciudad de Tijuana (Alegría, 2004), donde se caracteriza la estructura urbana, mientras que Rodríguez-Gámez y Dallerba (2012), con la utilización de

indicadores locales de asociación espacial, identifican subcentros de empleo en Hermosillo. De la revisión de estudios en México, se puede concluir que no existe un método único para la identificación y la explicación de los subcentros de empleo, además de que la investigación es diversa tanto en ciudades del centro como del norte del país.

El estudio de la estructura del empleo en Ciudad Juárez es relevante porque, a diferencia de otras metrópolis de México, en la ciudad fronteriza se manifiesta un fuerte proceso de industrialización opuesto a la dinámica de metrópolis centrales del país (Fuentes y Hernández, 2015, p. 435). Los antecedentes del estudio de la estructura urbana en Ciudad Juárez se remiten a finales de la década de 1990 (Gutiérrez, 2009), cuando se empieza a discutir el impacto de programas federales y locales en la configuración espacial de ésta y su proceso de expansión territorial hacia el poniente y el sur del asentamiento original. En 1994 ya se discutía la transición de la estructura del empleo en la ciudad de monocéntrica a policéntrica (Fuentes, 2001). A finales de la década en cuestión, la urbe contaba con dos centros principales: su tradicional centro —adyacente a la línea fronteriza— y la zona PRONAF, conocida así por su crecimiento económico que impulsó el Programa Nacional Fronterizo en la década de 1960. Además, se discute una descentralización del empleo a lo largo de las principales avenidas con dirección sur y suroriente siguiendo a los grupos de mayor ingreso económico (Fuentes, 2001, p. 105). Por último, la referencia más reciente (Fuentes y Hernández, 2015) se remite a la evolución de los subcentros comprendida entre el periodo de 1994 a 2004. El presente trabajo sigue la línea de investigación antes esbozada para la identificación y la explicación de la dinámica del empleo en Ciudad Juárez.

Por lo anterior, más allá de concluir si existe o no una estructura subcéntrica, el reto es caracterizar y explicar las concentraciones de empleos que articulan el funcionamiento de las ciudades y su estructura. El sistema que forma la configuración espacial del empleo es clave para evaluar temas transversales en el desarrollo urbano y la planificación, entre ellos, la accesibilidad a los lugares de trabajo y al sistema de equipamiento urbano, la dinámica de los sistemas de transporte y los patrones de movilidad urbana. Como mencionan Garrocho y Campos (2007):

conocer la estructura de la ciudad a partir de la identificación de los subcentros de empleo terciario no sólo facilita entender la organización comercial y de servicios de la ciudad, sino anticipar riesgos y oportunidades en materia de transporte, precios del suelo y distribución del empleo y de la población. (p. 113)

En este contexto la pregunta de investigación que se plantea es: **¿cómo varía espacial y temporalmente la localización del empleo en Ciudad Juárez? Para dar respuesta se utilizarán indicadores globales y locales de autocorrelación espacial.** El artículo se organiza en cinco secciones. En la primera se discute el marco teórico; en la segunda se caracterizan el contexto urbano y el económico de la zona de estudio; en la tercera se describen el método de investigación, las

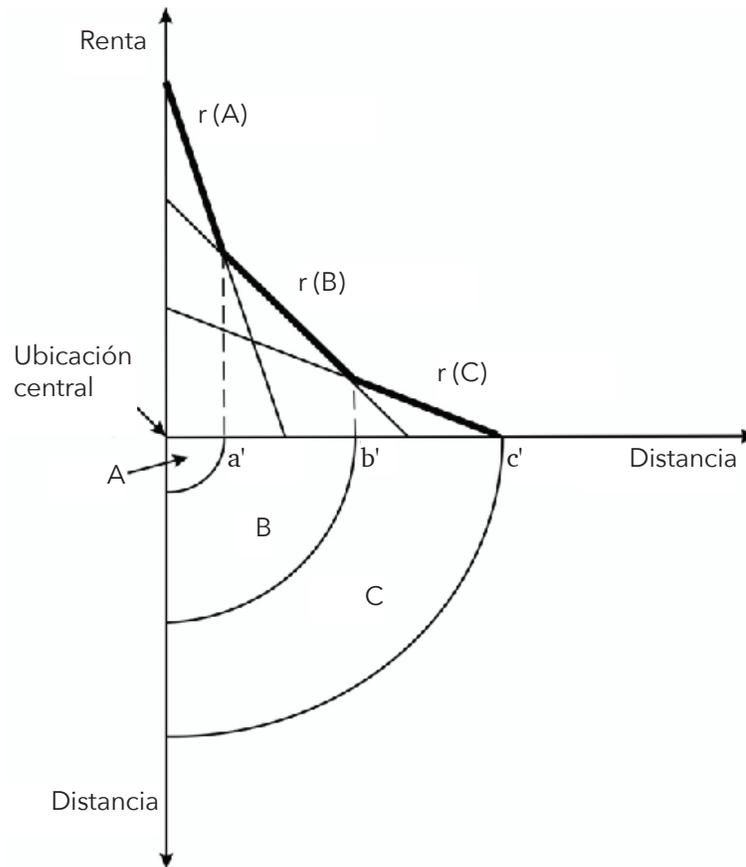
fuentes de información y las técnicas empleadas; en la cuarta se presentan los resultados de la autocorrelación global y local y además se propone un modelo de los subcentros de empleo; la quinta sección está destinada a las conclusiones.

## Marco teórico

La estructura espacial de las ciudades puede sintetizarse mediante un modelo de dos grandes mercados: el concerniente a la vivienda y el suelo y el que se refiere al empleo (Graizbord, 2008, p. 35). De manera abstracta dichos mercados pueden representarse como grandes nodos conectados por redes de transporte. A partir de lo anterior, es posible identificar tendencias en la configuración estructural de las ciudades, sobre todo cuando las fuerzas de aglomeración superan los costos de congestión y favorecen una densidad alta de empleo en una zona específica de la ciudad (Fujita y Krugman, 2004; Garrocho y Campos, 2007). Aquí las rentas por el uso del suelo son inversamente proporcionales a la distancia del centro de empleo —zona de mayor accesibilidad—. En consecuencia, sólo aquellas empresas que pueden pagar una renta del suelo elevada podrán localizarse en la zona de mayor accesibilidad; el centro principal de empleo se convierte en el nodo exportador (Fuentes y Hernández, 2015). Alrededor de este centro se localizarán las viviendas de los trabajadores y otras industrias que requieran mayor cantidad de suelo. La construcción teórica del modelo monocéntrico<sup>1</sup> fue discutida, entre otros, por William Alonso (1964), a quien se le atribuye la construcción de la teoría económica del uso del suelo. Es interesante la forma como Alonso concibe la competencia por el suelo urbano mediante la *oferta* que un usuario realiza por el uso del suelo urbano y acuña el término *bid rent functions*. El modelo de Alonso se construyó mediante los costos de transporte y el precio del suelo urbano en el mercado; la asignación de las ubicaciones es una función comparativa de varias ofertas o *bids*. De forma racional, la ubicación es asignada a la oferta de mayor valor. De manera gráfica, las ofertas se representan como curvas de renta competitiva; en la figura 1 las curvas están ordenadas según su inclinación. El modelo original especificó tres curvas: la primera con la mayor pendiente  $r(A)$  indica la de mayor accesibilidad al centro; por lo tanto, los negocios y comercios son los que más *ofrecen* para tener una ubicación en los lugares centrales. A continuación, estarán las residencias  $r(B)$  rodeadas de las zonas agrícolas  $r(C)$ , definiendo tres usos de suelo a partir de la ubicación central: A) negocios y comercio, B) residencial y C) agrícola.

<sup>1</sup> Entre los modelos de estructura urbana más citados están los elaborados por la Escuela de Chicago. Éstos fueron los primeros intentos para caracterizar los usos de suelo urbano. Son tres los modelos denominados clásicos —el de anillos concéntricos, el de sectores y el de núcleos múltiples—, los cuales se construyen a partir de un centro principal de actividad económica. De esta tradición se derivó el término CBD (central business district) o distrito central de negocios (DCN), el cual se concibió rodeado por otros usos de suelo: vivienda e industria.

Figura 1. Curvas de renta competitivas



Fuente: Camagni (2005, p. 55).

La segunda tendencia de configuración de estructura urbana está definida a partir de la desconcentración del empleo de las zonas centrales, ocasionada por el predominio de los costos de congestión sobre las economías de aglomeración, también discutida como la superioridad de las fuerzas centrífugas (Fujita y Krugman, 2004, p. 180). Para McDonald (1987), el empleo es la variable adecuada para entender la formación de subcentros urbanos. Para otros autores (Avenidaño, 2008), el modelo policéntrico<sup>2</sup> es la extensión del modelo monocéntrico, entendiéndolo como un proceso en el tiempo relacionado de manera directa con las fuerzas de aglomeración, la mejoras en las vialidades y los modos de transporte.

<sup>2</sup> En este trabajo, dado el objetivo de caracterizar la distribución espacial del empleo, no se hace diferencia entre policentros y subcentros, si bien el concepto de policentrismo se aplica en primera instancia a la organización espacial de ciudades caracterizadas por su integración funcional, económica y de cooperación. También se define como un área metropolitana separada por dos o más centros de empleo (Ramírez, 2009).

Existe cierto consenso en admitir que para una estructura urbana de subcentros no existe un modelo general, como es el caso del modelo monocéntrico, y lo que se construye teóricamente son dos modelos: uno con exponentes de la nueva geografía económica y el segundo con aportes a partir de policentros en red. Para el primer enfoque la clave de la generación de nuevos subcentros se debe a las economías de aglomeración que actúan como fuerzas concentradoras –centrípetas– de la actividad económica. Hasta aquí existe un parecido con el modelo monocéntrico. La diferencia estriba en que los modelos de subcentros ejercen fuerzas que contrarrestan la aglomeración. Dichas fuerzas –centrí-fugas– son costos que empujan la actividad económica hacia la dispersión. Esta postura considera que la estructura de subcentros de empleo es consecuencia de la evolución del distrito central de negocios (DCN), debido al crecimiento de las economías y sobre todo a la posibilidad de reproducir economías de aglomeración en otras zonas de la ciudad. Esto tiene como efecto una caída del centro principal y la aparición de nuevos subcentros (Sánchez, 2013). Aguilar y Alvarado (2004) mencionan que

al interior de las metrópolis ya no existe una relación directa entre centralidad y presencia de un único DCN, se puede hablar de una nueva forma de centralidad metropolitana, se puede tratar de pocos subcentros relativamente extensos, o de toda una red de subcentros de menores dimensiones. (p. 266)

Los autores plantean un supuesto relevante para la estructura urbana y la movilidad en las ciudades de los países en desarrollo: debido al rápido proceso de urbanización, los pocos subcentros de empleo no lograrán satisfacer la demanda de empleo de la población. En ese escenario, los desplazamientos de la periferia al centro continuarán figurando como el principal patrón de movilidad urbana. En ese sentido, la localización central en algunas ciudades en México aún sigue siendo muy importante.

#### Entorno urbano y económico de Ciudad Juárez

La primera zona industrial en Ciudad Juárez se localizó al suroriente a finales de la década de 1950. Las empresas más reconocidas en dicha época eran la cervecería Cruz Blanca, la fábrica de mezclilla Río Bravo, una fábrica de clavos, una productora de *whisky*, así como las vinculadas al sector primario. Por otro lado, debido a la apertura de empresas en la región, 57% de la población residente en la ciudad procedía de otros estados del país. A causa de este fenómeno migratorio, se empezó a expandir la mancha urbana, sobre todo hacia el oriente de la ciudad (Gutiérrez, 2009, p. 136).

A partir de 1950, la ciudad tuvo un incremento importante de empresas, por lo que en 1965 se instaura el primer parque industrial, propiedad de Jaime Bermúdez (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2008); en consecuencia, surge el interés de empresas de manufacturas nacionales y extranjeras en ubicarse en la ciudad y tener beneficios por la mano de obra de bajo costo y la ubicación geográfica. Al mismo tiempo, el desarrollo del turismo entre 1961 y 1967 fue un impulso medular en la urbanización de la ciudad.

Durante este periodo se construyeron hoteles, centros comerciales, parques y obras de embellecimiento urbano. Se benefició sobre todo el anillo envolvente del PRONAF (Gutiérrez, 2009).

Otro hito que transformó el crecimiento urbano de la frontera norte fue la conclusión en 1964 del acuerdo Mexican Farm Labor Program, conocido como Programa Bracero entre Estados Unidos y México (Taylor, 2003). Se estima que regresaron al país alrededor de 200 000 trabajadores desempleados. En ese contexto se impulsó el Programa de Industrialización Fronteriza (PIF) en Ciudad Juárez y en las demás ciudades que colindan con Estados Unidos (Trejo, 2017, p. 87) para dar empleo a las personas que se vieron afectadas por el fin del Programa Bracero. Además, se delimitó una zona franca de 20 kilómetros donde las empresas podían hacer producciones masivas, lo cual dio origen a la denominada maquiladora (Taylor, 2003, p. 1051). La franja se concibió como un espacio con beneficios para importar herramientas desde Estados Unidos que favorecían los procesos de producción y ensamble. Después se exportaban los productos terminados con mayores utilidades económicas (Galván y García, 2018, p. 138); por consiguiente, se impulsó la generación de empleos en la industria maquiladora, el crecimiento de la ciudad y la demanda de servicios e infraestructura urbana.

El 99% de la población del municipio radica en la zona urbana, lo que la convierte en la ciudad con más habitantes del estado de Chihuahua y la octava zona metropolitana más grande de México (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2012). Los datos en la tabla 1 indican que en los últimos 30

Tabla 1. Incremento de la población y expansión del área urbana de Ciudad Juárez, 1900-2015

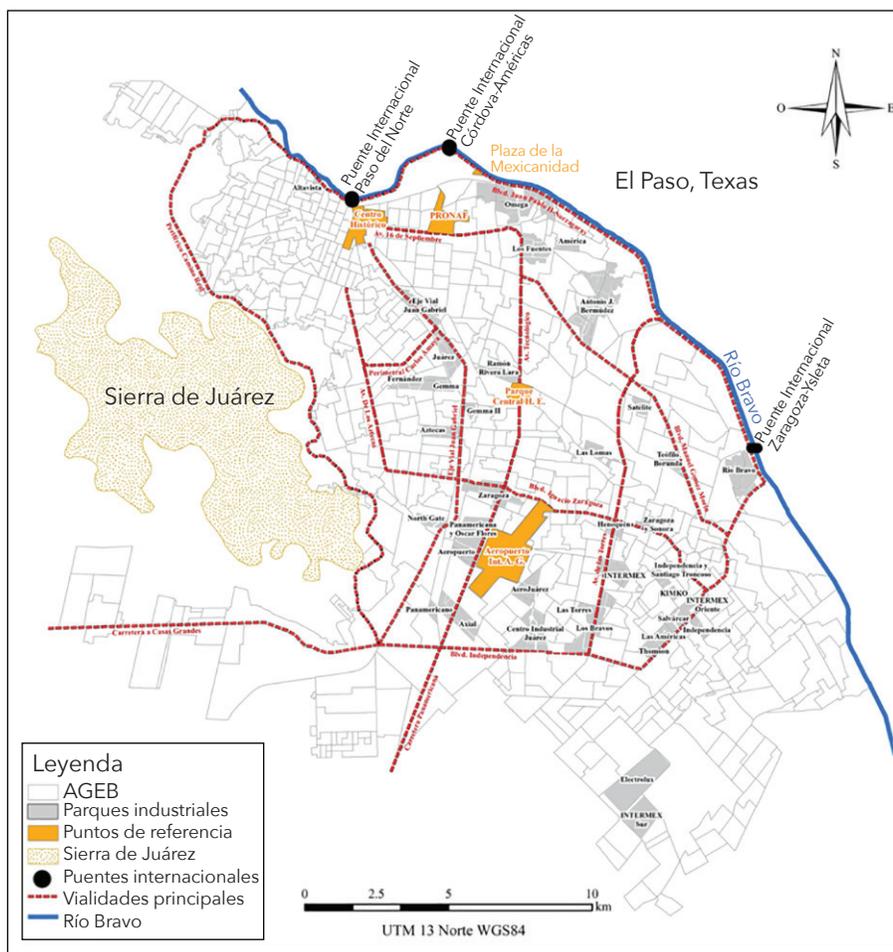
Año	Población	Área urbana (ha)	Densidad de población (hab/ha)
1900	8 218	61	135
1910	10 621	119	89
1920	19 457	Sin datos	Sin datos
1930	39 669	471	84
1940	48 881	563	87
1950	131 308	800	164
1960	276 995	1 894	146
1970	424 135	5 608	76
1980	567 365	9 395	60
1990	798 499	14 049	57
2000	1 217 818	21 572	56
2010	1 332 121	31 246	43
2015	1 314 517	35 345	37

Fuente: elaboración propia con datos de López y Peña (2017, p. 119).

años se ha duplicado la cantidad de habitantes y disminuido la densidad de población, lo cual es evidencia de la paulatina expansión del área urbana.

A partir de 1990 el área urbana se incrementó 2.5 veces con la influencia de la localización estratégica de las empresas maquiladoras. Se estima que en 2015 existían 38 parques, centros y áreas industriales en la ciudad —como se indica en la figura 2—, distribuidos en intersecciones o en las vías primarias de transporte. Las empresas más recientes están localizadas en el suroriente de la ciudad.

Figura 2. Localización de parques industriales, puntos de referencia y vialidades principales



Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Municipal de Investigación y Planeación (2019).

En términos de estructura urbana, estudios anteriores han determinado que la ciudad cuenta con dos centros de empleo principales: el centro histórico o DCN y PRONAF, mientras que los subcentros son los parques industriales que existían hasta el momento (Fuentes, 2001; Gutiérrez, 2009). Sin embargo, en estas investigaciones se observa que los subcentros de empleo cambian de ubicación conforme se expande la mancha urbana y se establece la población. La investigación de la estructura urbana más reciente propone un modelo de la ciudad en el año 2004, donde se confirma que el DCN seguía siendo el principal centro de empleo. Además, se encontraron nuevos subcentros dispersos, que en su mayoría coincidían con la ubicación de los principales parques industriales Omega y Américas, y se dan los primeros indicios del crecimiento de la industria maquiladora hacia el sur de la ciudad, en específico en el Parque Industrial Intermex (Fuentes y Hernández, 2015).

## Metodología

La información se recopiló del INEGI y consistió en tres bases de datos de los censos económicos 2004, 2009 y 2014. El nivel geográfico de análisis fueron las áreas geoestadísticas básicas (AGEB).<sup>3</sup> Las variables que se tomaron en cuenta fueron el total del personal ocupado en los sectores de manufactura, comercio y servicio. A partir de la expresión 1, se construyeron tres indicadores de densidad de empleo: empleo total, empleo manufacturero y empleo terciario:

$$E_j = \frac{\text{Total de empleo}}{\text{Hectáreas}} \quad (1)$$

Los tres indicadores de densidad de empleo en cada base de datos se enlazaron mediante ArcMap versión 10.6 de ESRI a las capas digitales de AGEBA para cada uno de los años de análisis. La construcción de los modelos se realizó por medio de tres autocorrelaciones espaciales globales y locales: el *I* de Moran, *G* de Getis-Ord y *c* de Geary, debido a que son los métodos que más se utilizan en el análisis espacial (Goodchild, 2008; Siabato y Guzmán-Manrique, 2019). Con la implementación de los tres índices se busca estimar y visualizar la estructura espacial para cada uno de los tres métodos propuestos y valorar los cambios de los patrones que ha experimentado la ciudad durante el periodo de estudio

### Autocorrelación espacial

La autocorrelación espacial, uno de los temas centrales de este trabajo, está vinculada con dos tipos de información. En primer lugar, valora los atributos de los fenómenos espaciales, siendo las medidas aquí utilizadas la densidad de

<sup>3</sup> Un AGEBA es un conjunto de manzanas urbanas delimitadas por calles o condiciones físicas urbanas bien definidas, por lo que, durante el crecimiento de la ciudad, se modifican, se agregan –o ambas– nuevas áreas para obtener una cobertura total de la ciudad.

empleo y el empleo total en cada uno de los sectores productivos. Hasta aquí hay poca diferencia con las medidas estadísticas tradicionales, que también se enfocan en los valores –atributos– de los fenómenos, pero con una localización geográfica. En este sentido, Goodchild (1986) afirma que para abordar la autocorrelación espacial se deberá comprender que el análisis espacial incluye tanto los atributos como la localización. Ésta sería una de las ventajas de emplear la autocorrelación espacial en el estudio de los subcentros urbanos. Por otro lado, Griffith (2003) define el término como la correlación entre los valores de una sola variable estrictamente atribuible a su proximidad en el espacio geográfico. De manera que a partir de las consideraciones teóricas de la agrupación de unidades de ciertas densidades de empleo hasta formar subcentros, el concepto de autocorrelación muestra de nuevo bondades para valorar de forma estadística la magnitud de los agrupamientos. En términos metodológicos, se considera la relación entre los valores de una misma variable, pero en distintas ubicaciones. Además, para Goodchild (1986), la autocorrelación espacial puede considerarse un proceso causal que mide el grado de influencia ejercida de algún fenómeno sobre sus vecinos.

Finalmente, se ha mencionado cierto nivel de subjetividad en la definición de los umbrales para distinguir los subcentros de empleo, situación que no se presenta con el uso de la autocorrelación espacial. Los tres puntos antes abordados son suficientes para presentar las ventajas de este término como insumo para valorar el grado de asociación que tiene el empleo a través del espacio urbano de Ciudad Juárez. Tal y como menciona Fotheringham (2009): “la descripción de la dependencia espacial se puede utilizar para definir una función de ponderación espacial que relaciona la similitud de las observaciones con la distancia que están separadas. La autocorrelación espacial es una medida de la fuerza y la dirección de esta relación” (p. 399).

Con el objetivo de visualizar los cambios que ha tenido la densidad de empleo a través del espacio geográfico, se utiliza con frecuencia la autocorrelación espacial (Baumont, Ertur y Le Gallo, 2003; Fuentes y Hernández, 2015; Rodríguez-Gámez y Dallerba, 2012). Mediante este método se realiza una comparación simultánea de un grupo de datos espaciales representados en polígonos y la información de interés. Se analizan patrones y se concluye si existen agrupamientos o no de las entidades.

Desde una visión estadística, la autocorrelación espacial calcula un índice que muestra el patrón y la magnitud de la variable correlacionada con ella misma, y mide la similitud con sus vecinos según los criterios de vecindad y contigüidad establecidos. La contigüidad es un parámetro que determina la cantidad o la distancia de los vecinos que se analizan, mientras que el criterio de vecindad indica la dirección de análisis que puede ser lineal, bidireccional, en forma de torre o reina –considerando movimientos de ajedrez– (Siabato y Guzmán-Manrique, 2019).

Los cálculos de los índices emplean una matriz de pesos espaciales la cual se relaciona con la matriz de contigüidad. Ambas matrices son simétricas con el mismo número de unidades geográficas de análisis en las columnas y en los renglones. Por lo tanto, en cada intersección de la misma unidad espacial se

coloca un cero y con las entidades que tiene vecindad se asigna el valor de 1. Con este método binario se relaciona la unidad de análisis con los vecinos que cumplen con el criterio seleccionado. Para efectos de este estudio, se utilizó un criterio de vecindad tipo reina de primer orden.

La interpretación de los índices se resume en tres posibilidades: la autocorrelación positiva describe una formación geográfica de clústeres o agrupaciones, donde existen polígonos contiguos con características similares. Por el contrario, si la autocorrelación es negativa, los vecinos cuentan con datos diferentes y no tienen ningún parecido entre sí, por lo que existe una tendencia a la dispersión. Por último, en el escenario de aleatoriedad no se alcanzan a identificar patrones; en consecuencia, no existe una autocorrelación espacial (Goodchild, 1986).

### Autocorrelaciones espaciales globales y locales

Los índices globales se calculan a partir de la media del universo estadístico — indicadores de densidad de empleo—; sin embargo, los resultados sólo muestran si existen o no agrupaciones de unidades de análisis con atributos similares. Por otra parte, los índices locales se calculan con el valor de los vecinos, lo cual favorece la representación gráfica de las subzonas que resultan con características de agrupamiento, dispersión o aleatoriedad. Aunque existen diferentes técnicas de análisis, Getis (2007, p. 494) destaca que las autocorrelaciones espaciales del  $I$  de Moran,  $G$  de Getis-Ord y  $c$  de Geary se encuentran dentro de un listado de métodos relevantes para realizar estudios como los de este trabajo.

Para determinar la significancia estadística de los índices globales y locales se formula un juego de hipótesis de la siguiente manera:

- Hipótesis nula ( $H_0$ ) = 0: ausencia de autocorrelación espacial.
- Hipótesis alternativa ( $H_1$ )  $\neq$  0: presencia de autocorrelación espacial.

Las pruebas de significancia estadística de los índices se comparan con la hipótesis nula, se rechaza  $H_0$  cuando la probabilidad es menor a 0.05 ( $p < 0.05$ ) y se concluye que el patrón geográfico de la densidad de empleo se aglomera en el espacio intraurbano de Ciudad Juárez. Por el contrario, un  $p$ -valor mayor a 0.05 no permite rechazar la hipótesis nula. A continuación, se describen las versiones globales y locales de los tres índices calculados en este trabajo.

### $I$ de Moran

Este método tiene la particularidad que no considera la unidad central o AGEB objetivo en los cálculos y sólo valora a las AGEB vecinas. En la autocorrelación global, el principio de comparación se fundamenta en el valor central —media aritmética— del indicador considerando todas las unidades de análisis del universo muestral, y se compara con cada uno de los vecindarios de la AGEB objetivo. El  $I$  de Moran global se define en la ecuación 2 (Moran, 1948):

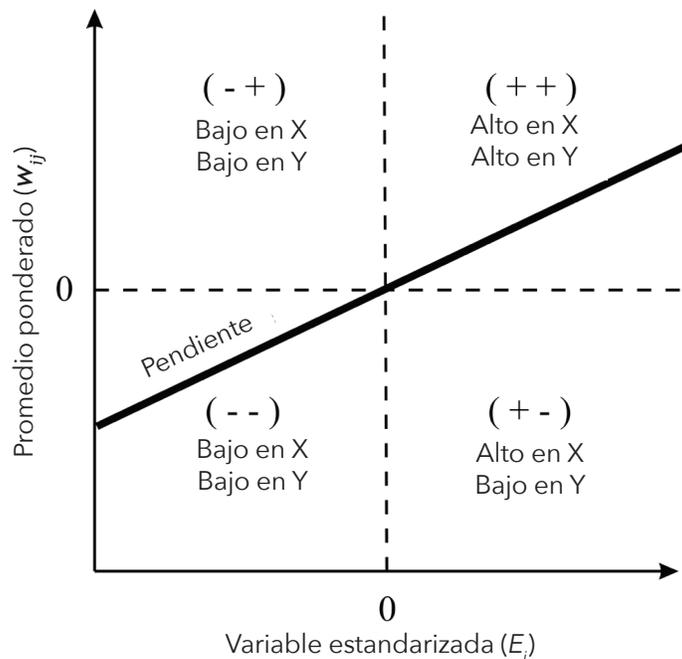
$$I = \frac{N \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{W \sum_i (x_i - \bar{x})^2} \tag{2}$$

Donde  $W = \sum_i \sum_j w_{ij}$  es conocida como la suma de los elementos de la matriz de pesos. El total de unidades de análisis  $N$  se refiere a las desviaciones de la media tanto para  $x_i$  como para  $x_j$ , mientras que  $x$  es la variable de la localización de los vecinos. Por último, la matriz de pesos está definida por  $w_{ij}$ .

El resultado representado con un índice entre 1 a 1 permite determinar el grado de autocorrelación. Conforme el índice se inclina hacia el 1 positivo, indica una existencia de vecinos similares, también conocido como valores calientes o alto-alto; en caso de estar los valores cercanos a cero, se entiende que los patrones mantienen un comportamiento aleatorio o atípico, nombrado bajo-alto o alto-bajo. Por último, entre más se acerque el índice a 1 se entiende que existe una dispersión, con nula presencia de clústeres o clasificación baja-baja.

Una de las ventajas del  $I$  de Moran es la gráfica de dispersión, herramienta visual que favorece el entendimiento del índice. Por medio de dos ejes cartesianos se mide y representa la densidad estandarizada del empleo y el promedio ponderado  $w_{ij}$  de la misma variable  $w_{ij}$ —retraso espacial—. La inclinación de la pendiente indicará el valor del índice de autocorrelación espacial (Anselin, 1995; Celemín, 2009; Siabato y Guzmán-Manrique, 2019); es decir, si la pendiente tiene un mayor ángulo de abertura desde la abscisa, entonces tendrá un alto valor de autocorrelación (véase figura 3).

Figura 3. Diagrama de dispersión  $I$  de Moran



Fuente: elaboración propia con base en Anselin (1995), Celemín (2009) y Siabato y Guzmán-Manrique (2019).

El diagrama se divide en cuatro cuadrantes etiquetados en sentido contrario de las manecillas del reloj. Se ubican en el primer cuadrante los valores superiores a la media y se interpretan como valores alto-alto o puntos calientes. La situación contraria se ubica en el tercer cuadrante, un escenario donde los valores son bajo-bajo o puntos fríos, mientras que los cuadrantes dos y cuatro son resultados atípicos con valores superiores e inferiores a las medias.

La versión local del  $I$  de Moran también es conocida como el índice local de asociación espacial (*local indicators of spatial association*, LISA, por sus siglas en inglés). El método es una descomposición del  $I$  de Moran global y comprueba el grado de participación de cada unidad espacial en la conformación del valor promedio. Para evaluar el grado de agrupamiento o dispersión se realizan las pruebas de hipótesis y se rechaza la hipótesis nula cuando el  $p$ -valor es  $<0.05$ . La ecuación 3 considera la matriz de pesos  $w_{ij}$ , las variables  $z$  como las desviaciones de la media y  $m_2$  es la varianza (Anselin, 1995; Celemín, 2009). En la primera parte el cociente de la desviación entre la varianza es el mismo para todas las entidades; por consiguiente, se podría considerar como una constante.

$$I_i = \left( \frac{z_i}{m_2} \right) \sum_j^n w_{ij} z_j \quad (3)$$

#### G de Getis-Ord

A diferencia del  $I$  de Moran global, este índice prioriza la identificación de agrupamientos altos y bajos, aunque su uso no es tan extendido a nivel global (Siabato y Guzmán-Manrique, 2019, p. 14). En cuanto a su interpretación, se considera lo siguiente: en caso de obtener un valor positivo, estadísticamente significativo y en presencia de una mayor magnitud, se deduce la presencia de un *hotspot*. Por el contrario, si los valores son negativos, estadísticamente significativos y de menor magnitud, se identifica un *coldspots* (Getis y Ord, 1992; Ord y Getis, 1995; Getis, 2007). En este caso, el índice no identifica unidades geográficas que se ubiquen con valores bajo-alto o alto-bajo. En la ecuación 4 se muestra la versión global de este índice, la cual no incluye la unidad central, parámetro definido por la restricción de que  $i$  debe ser diferente a  $j$ :

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j} ; i \neq j \quad (4)$$

En el cálculo del índice local, existen dos variantes:  $G_i$  y  $G_i^*$ . La diferencia radica en que  $G_i^*$  considera la unidad central dentro de la ecuación, mientras que la primera opción la omite. Esta diferencia queda representada en la sumatoria de  $j$  diferente a  $i$ . Si se desea incluir la unidad central, se elimina la restricción y se considera la sumatoria de  $j$ . La ecuación 5 detalla la versión local:

$$G_i = \frac{\sum_{j \neq i} w_{ij} x_j}{\sum_{j \neq i} x_j} \quad (5)$$

c de Geary

A diferencia de los índices previamente discutidos, el índice c de Geary global sí incluye dentro de su análisis el valor de la unidad central. Además, los resultados de los coeficientes se evalúan dentro del rango de 0 a 2. En otras palabras, si el coeficiente resultante está dentro del dominio 0 a 1, se considera positivo. Por otro lado, si el valor está entre 1 y 2, indica autocorrelación negativa, y la ausencia de autocorrelación se establece a la igualdad de 1. La ecuación 6 muestra la versión global:

$$c = \left[ \frac{n - 1}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \right] \cdot \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - x_j)^2}{2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \right] \quad (6)$$

Al observar la expresión matemática, se destaca que no interviene el valor medio de todo el universo estadístico, sino que el método considera el valor de cada vecino de manera individual. Por consiguiente, tiene la ventaja de utilizar datos sin transformación —conteos, porcentajes o ambos—; es decir, no es necesario realizar un procedimiento para obtener un valor medio o normalizado como en las otras autocorrelaciones espaciales. La expresión local está definida por la ecuación 7:

$$c_i = \sum_j w_{ij} (x_i - x_j)^2 \quad (7)$$

Con los resultados se identifican las autocorrelaciones alta-alta y baja-baja. Sin embargo, no es posible identificar con precisión los valores atípicos debido a que la diferencia de los valores se encuentra elevada al cuadrado, lo cual da como resultado números positivos o nombrados como *otros positivos*. Estos valores indican la existencia de una posible autocorrelación alta-alta, pero sin tener certeza. En cambio, si el coeficiente está por arriba de la media global, se clasifican como *otros negativos* y no es posible determinar si el valor atípico es considerado alto-bajo o bajo-alto (Anselin, 1995 y 2019; Anselin, Florax y Rey, 2006).

Las técnicas de autocorrelación espacial antes expuestas son diferentes en la forma de relacionar las variables sin demeritar los resultados entre ellas. Análisis individuales en las técnicas de Geary y Moran indican que se complementan (Siabato y Guzmán-Manrique, 2019, p. 6). Este argumento invita a experimentar con más técnicas de forma simultánea, ya que con frecuencia se utiliza una sola. En una visión general, una ventaja de utilizar los tres métodos es el análisis de una sola variable, en este caso la densidad de empleo. Por otra parte, los tres métodos comparten la implementación de matrices de pesos para determinar la relación geográfica de cada unidad. En este sentido, la construcción matemática tiene algunas similitudes que hacen flexible el uso del mismo criterio de análisis en los tres métodos con rigurosidad.

Para el cálculo de los índices globales se utilizó el lenguaje de programación R y la interfaz R Studio empleando las librerías *spdep* y *rgdal*. Para la representación y estimación de los índices locales, así como la construcción del modelo de estructura urbana, se utilizaron los programas GeoDa y ArcMap.

El proceso para modelar la estructura urbana al 2014 se basó en el hallazgo del complemento entre cada técnica de autocorrelación. Por esta razón se sumaron las capas de los resultados de autocorrelación espacial local de empleo total, específicamente los índices alto-alto de cada método. Después se agruparon las AGEB contiguas para la formación de polígonos independientes. Las agrupaciones con mayor número de AGEB fueron nombrados núcleos, poniendo el énfasis en que tienen una alta jerarquía, indicativo de que son áreas consolidadas de empleo. Por otra parte, los polígonos independientes fueron etiquetados como islas, debido a que están desconectados de los núcleos principales y se localizan de manera dispersa. Los análisis históricos de empleo total, terciario y en manufactura ayudaron a interpretar y contextualizar los núcleos e islas resultantes de esta investigación.

## Resultados

En este apartado se mostrarán, en primera instancia, los resultados de las autocorrelaciones globales de los tres métodos. Enseguida, se discutirán los resultados obtenidos por los índices locales enfatizando su localización y contexto urbano. Al mismo tiempo se discutirán las diferencias y similitudes de los resultados por método, temporalidad y tipo de actividad laboral. Por último, se propone un modelo de centros y subcentros de empleo al 2014, resultado de la sobreposición de las tres técnicas de autocorrelación espacial.

### Autocorrelaciones globales

En la tabla 2 se exponen los resultados de los tres indicadores de autocorrelación global para las variables de empleo total, terciario y en manufactura. Las pruebas sugieren validar las hipótesis alternativas que consideran la existencia de autocorrelación espacial del empleo de 2004 a 2014. En primer lugar, se discuten los coeficientes del  $I$  de Moran, los cuales cumplen con la regla de decisión que indica que el coeficiente calculado es diferente de cero. Todos los coeficientes de este indicador muestran valores significativos  $p$ -valor  $< 0.05$ ; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. El dominio de este índice tiene un intervalo entre 1, que denota una completa dispersión, cero que indica un patrón espacial aleatorio y +1 anuncia un agrupamiento perfecto.

Con los resultados de  $I$  de Moran en cada uno de los sectores es posible distinguir que el empleo terciario confirma un mayor grado de agrupamiento. En cada periodo analizado se registró un índice superior a 0.5. Por lo que respecta al empleo total y el de manufactura, la tendencia indica un reforzamiento de los agrupamientos. De los resultados del análisis del  $I$  de Moran se puede concluir que los valores medios de las zonas contiguas de cada una de las AGEB

Tabla 2. Autocorrelación global del empleo, 2004-2014

Indicador	2004	2009	2014
Empleo total			
<i>I</i> de Moran	0.1765	0.1879	0.2648
Esperado	-0.0018	-0.0016	-0.0016
Desviación estándar	6.7207	8.4092	10.831
<i>p</i> -valor	9.041e-12	2.2e-16	2.2e-16
<i>c</i> de Geary	0.8004	0.8175	0.7578
Esperado	1.00	1.00	1.00
Desviación estándar	3.1528	4.18	7.1466
<i>p</i> -valor	0.0008	0.0391	1.457e-05
<i>G</i> de Getis-Ord	0.0234	0.0231	0.0256
Esperado	0.0098	0.0099	0.0090
Desviación estándar	9.0452	11.019	14.078
<i>p</i> -valor	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
Empleo terciario			
<i>I</i> de Moran	0.5152	0.5341	0.5141
Esperado	-0.0018	-0.0016	-0.016
Desviación estándar	19.601	22.124	21.329
<i>p</i> -valor	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
<i>c</i> de Geary	0.5194	0.5044	0.5358
Esperado	1.00	1.00	1.00
Desviación estándar	7.1466	7.162	6.6163
<i>p</i> -valor	4.446e-13	3.977e-13	1.842e-11
<i>G</i> de Getis-Ord	0.0374	0.0285	0.0301
Esperado	0.0090	0.0090	0.0090
Desviación estándar	23.879	23.879	24.241
<i>p</i> -valor	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16

Empleo manufactura			
<i>I</i> de Moran	0.0753	0.0987	0.1028
Esperado	-0.0018	-0.0016	-0.0016
Desviación estándar	2.965	4.7009	4.409
<i>p</i> -valor	0.0015	1.295e-06	5.341e-06
<i>c</i> de Geary	0.8767	0.9002	0.8823
Esperado	1.00	1.00	1.00
Desviación estándar	1.6294	0.8221	0.0739
<i>p</i> -valor	0.0057	0.0022	0.0073
<i>G</i> de Getis-Ord	0.0274	0.0333	0.0377
Esperado	0.0090	0.0090	0.0090
Desviación estándar	4.3786	6.6411	6.1371
<i>p</i> -valor	5.972e-06	1.557e-11	4.203e-05

*I* de Moran: 1=dispersión, 0=aleatorio, +1=agrupamiento.

*c* de Geary:  $c < 1$ =agrupamiento,  $c > 1$ =dispersión,  $c = 1$  aleatorio.

*G* de Getis-Ord: 0=dispersión, 1=agrupamiento.

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2004, 2009, 2014).

de empleo terciario son más parecidos que los de las AGEB del empleo total y el de manufactura. Los valores de menor magnitud, aunque significativos en términos estadísticos, son los del empleo en manufactura con 0.1028 en 2014, donde el valor supera ligeramente el resultado de un patrón espacial aleatorio.

En cuanto a los resultados del índice *c* de Geary, los coeficientes se agrupan en torno a las diferencias entre observaciones de la vecindad. Todos los coeficientes de este indicador muestran valores significativos de *p*-valor  $< 0.05$  y menores a la regla de decisión —valor esperado de 1.0—. Este índice varía de 0 a 3, donde los valores que tienden a cero y menores a 1, indican autocorrelación positiva. Se observa en la tabla 2 que los coeficientes del empleo terciario son los que presentan los valores más bajos y cercanos al cero de las tres variables de empleo. En contraste, los coeficientes del empleo de manufactura señalan una tendencia cercana a la unidad, que en este caso es una situación de aleatoriedad. De estos resultados se concluye que las vecindades de las AGEB con altos valores de empleo terciario son más parecidas entre ellas que los otros dos tipos de empleo —manufactura y total—, agrupados en menor medida a nivel intraurbano. Por último, el índice *G* de Getis-Ord también muestra valores significativos con *p*-valor  $< 0.05$ , de modo que se rechaza la hipótesis nula. En este caso los resultados de las tres variables de empleo se agrupan muy cerca del valor crítico del rango que se define a través de la matriz de pesos con un intervalo entre 0 y 1. Por lo tanto, este índice parece captar en menor magnitud el nivel global de autocorrelación para la zona de estudio.

En cualquiera de los tres casos, a pesar de que se evidencian estadísticamente agrupamientos geográficos, los indicadores globales de autocorrelación no son sensibles a las diferencias locales del empleo en cada periodo analizado; es decir, no son capaces de mostrar la discontinuidad de las variables del empleo en la ciudad. Sin embargo, es muy importante mencionar que el patrón espacial global que describen a las variables de empleo en Ciudad Juárez, en cada uno de los años del estudio, está definido por la localización geográfica de cada una de las zonas de observación y por las interacciones establecidas entre ellas. Por consiguiente, identificar la estructura global se convierte en una condición previa para comprender los procesos explicativos de la distribución del empleo.

### Autocorrelaciones locales

Antes de exponer los resultados y para tener un resumen del contexto urbano, es importante señalar que el crecimiento del área urbana se encauzó hacia el sur y sureste, con un incremento en la superficie de 30 310 a 35 346 hectáreas, equivalente a 17%. Respecto al empleo, se contabilizaron 333 099, 376 117 y 357 558 personas ocupadas en 2004, 2009 y 2014 respectivamente, que representan un crecimiento de 13% en el primer quinquenio de análisis, mientras que en el segundo baja 5%, sobre todo por los efectos migratorios causados por la violencia en la ciudad (Aziz, 2012; Fuentes y Hernández, 2013; Fuentes y Hernández, 2014; Limas y Córdova, 2013; Pacheco, 2015; Quezada, 2018; Sánchez y Ravelo, 2013; Sierra, 2014).

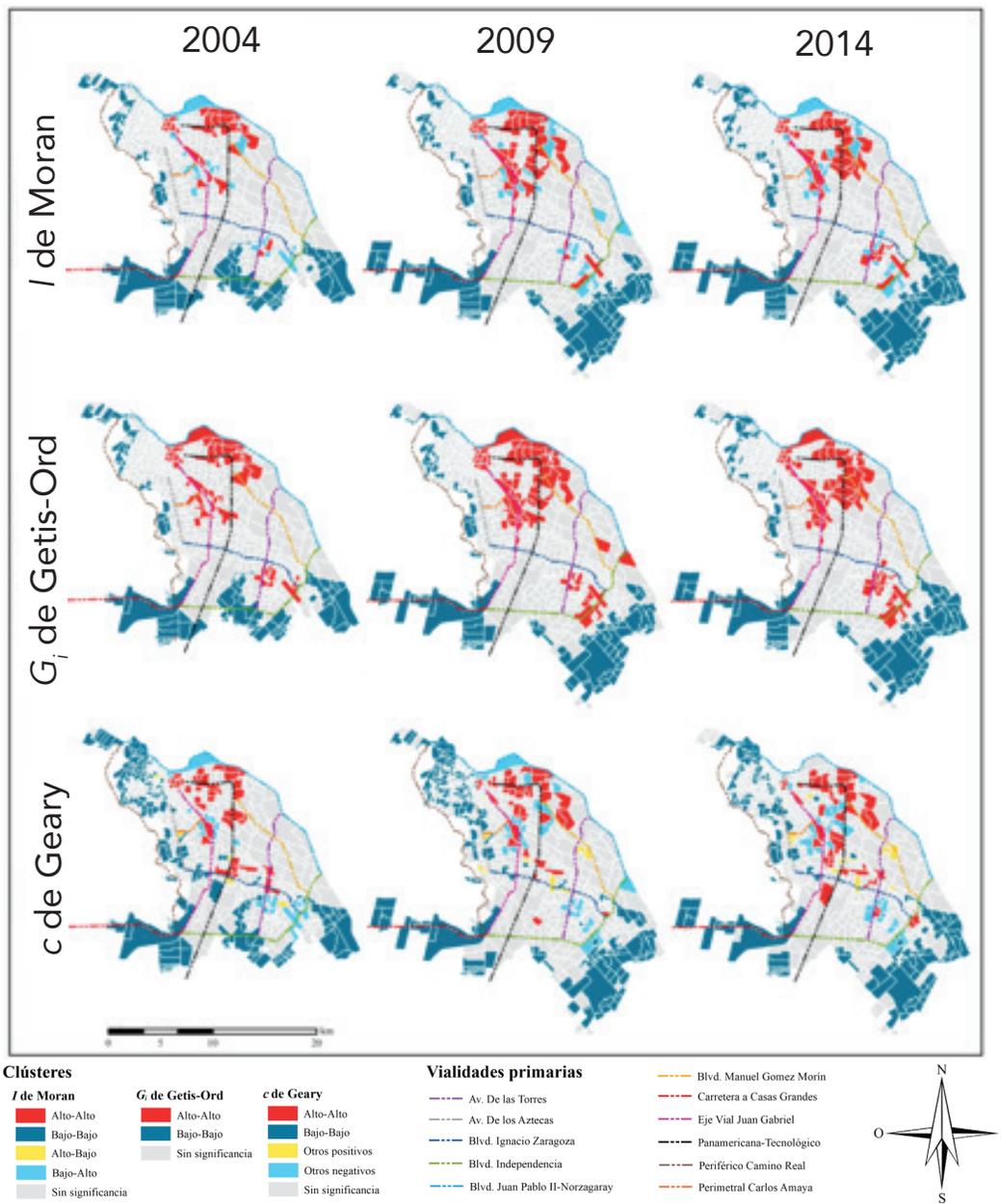
### *El empleo total*

Con el análisis de autocorrelación espacial local se explican de manera gráfica las agrupaciones de AGEB con similitudes en densidad de empleo. En la figura 4 se comparan los índices locales de autocorrelación espacial  $I$  de Moran,  $G_i$  de Getis-Ord y  $c$  de Geary para cada uno de los años de análisis.

Los resultados de los tres índices manifiestan un patrón geográfico de expansión de norte a sur en sentido de las vialidades principales: Eje Vial Juan Gabriel, Avenida Tecnológico y Bulevar Manuel Gómez Morín. La densidad de empleo estadísticamente significativa alta-alta persiste en las AGEB del DCN y el PRONAF. Los resultados de 2004 para los indicadores  $I$  de Moran y  $G_i$  de Getis-Ord muestran un agrupamiento de AGEB al sur de la ciudad en la zona conocida como Las Torres, colindante con la avenida con el mismo nombre. Estos indicios de nuevos subcentros de empleo se confirman con los resultados del  $c$  de Geary, y comprueban que la intersección del Bulevar Ignacio Zaragoza y la Avenida de las Torres es un cruce vial importante en 2004; en contraste, en 2014 las AGEB de densidad de empleo estadísticamente significativas en este cruce desaparecen y dos nuevas AGEB tienen significancia en el sur. Al mismo tiempo se consolidan dos AGEB relacionadas con el empleo en los parques industriales ubicados en la intersección de la Av. Ignacio Zaragoza y el Blvd. Independencia.

El análisis con  $I$  de Moran y  $G_i$  de Getis-Ord manifiesta una similitud en zonas de agrupamiento al norte y al sureste, esta última delimitada por las vialidades Blvd. Ignacio Zaragoza, Blvd. Independencia y Av. de las Torres. Este mismo

Figura 4. Evolución de la densidad de empleo total con autocorrelaciones espaciales locales, 2004-2014



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2004, 2009, 2014).

escenario lo muestra *c* de Geary aunque con menor cantidad de polígonos. Sin embargo, los *hotspots* de Moran y Getis-Ord son considerados como otros negativos por el método de *c* de Geary. La parte norte de la ciudad no tiene variaciones importantes en clústeres alto-alto, aunque se aprecia que en 10

años creció cuatro AGEB en la intersección del Blvd. Manuel Gómez Morín y Av. Tecnológico. En resumen, con el análisis de localización se determina que existen dos concentraciones de empleo total: la de siempre al norte y la sureste en la zona de Las Torres.

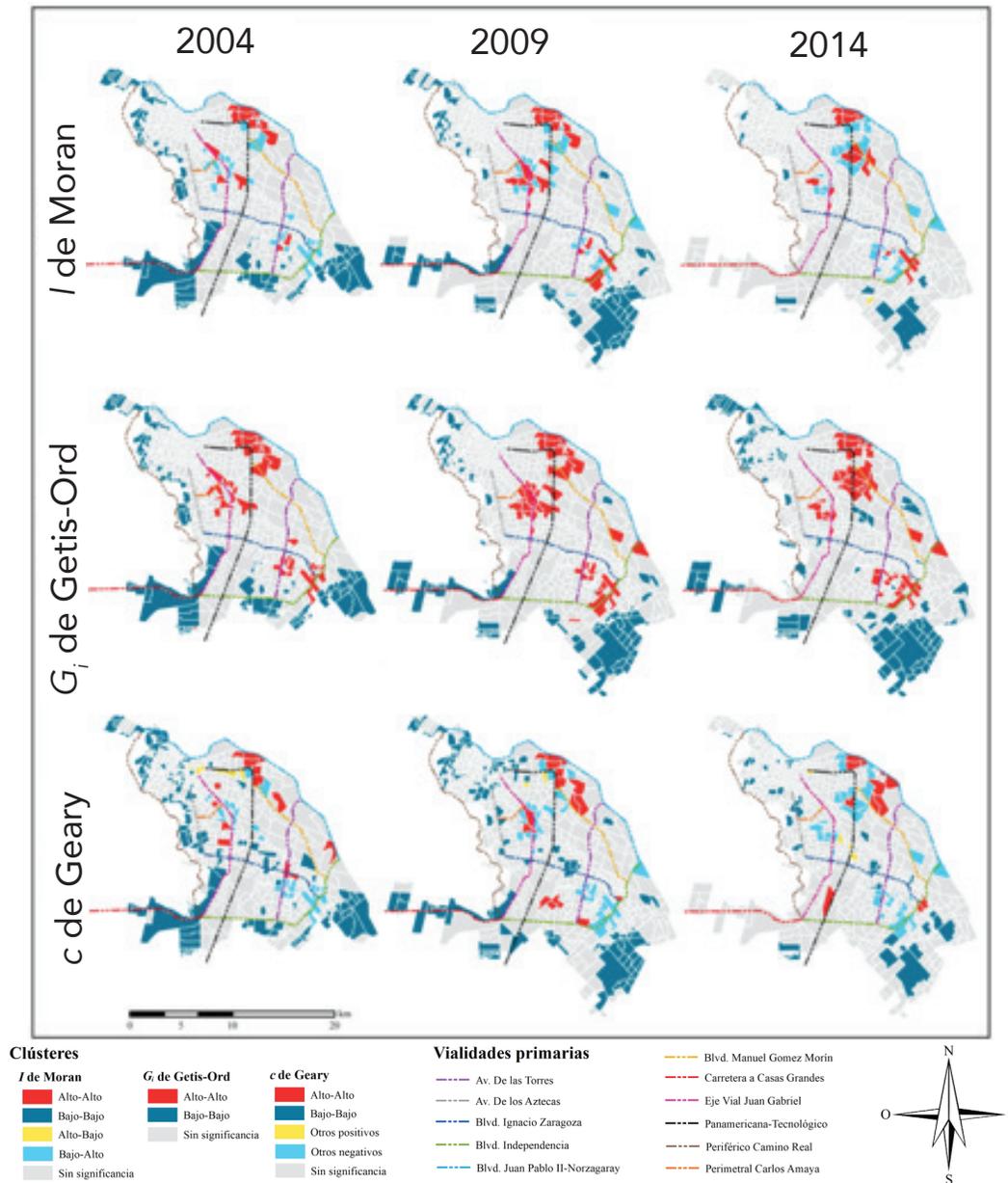
### *Empleo en manufactura*

Los resultados gráficos en la figura 5 indican que existen núcleos de empleo manufacturero que se mantienen en las localizaciones de los parques industriales en los tres periodos. En el año 2004 el *I* de Moran muestra dos AGEB cercanas a la intersección del Blvd. Ignacio Zaragoza y la Av. de las Torres, y en 2014 se agrupan cuatro AGEB en el Blvd. Independencia y la Av. Ignacio Zaragoza. Con los resultados de  $G_i$  de Getis-Ord y *c* de Geary se confirma la importancia del área delimitada por las avenidas antes mencionadas. En este sentido, los tres análisis coinciden que en 2014 la intersección del Blvd. Independencia y la Av. Ignacio Zaragoza es la más importante al suroriente, debido a que en esta zona se ubican los parques industriales Kimko, Intermex oriente, Salvárcar, Independencia y Las Américas.

En 10 años el *I* de Moran indica que en la zona suroriente de la ciudad pasó de 2 a 6 AGEB dedicadas a la manufactura, con un incremento de empleos de 619%. Por otro lado, los cálculos realizados con  $G_i$  de Getis-Ord resultan en un decremento de 15 a 14 AGEB con ubicaciones diferentes; sin embargo, en cantidad de empleos creció 232% de 2004 a 2014. En 2014 el índice *c* de Geary muestra un clúster intenso con 6 168 empleos sobre las vialidades de la Carretera Panamericana y el Blvd. Independencia, específicamente en los parques industriales Panamericano y Aeropuerto. Se ha observado que los clústeres alto-alto de *c* de Geary complementan los resultados de los otros dos métodos, y los datos estadísticamente significativos coinciden con la localización de los parques industriales existentes.

La zona norte presentó un ligero cambio fragmentado de clústeres de 2004 a 2014: la concentración ubicada al norte de la curva de la Av. Tecnológico se mantiene constante con los tres métodos; sin embargo, al oriente de la curva desaparecen cinco AGEB según el *I* de Moran, equivalentes a 12 330 puestos de trabajos industriales. También, en el cruce de la Av. Tecnológico y el Blvd. Manuel Gómez Morín aparecen cinco nuevos AGEB en 2014 que concentran 27 156 empleos; el resultado anterior es semejante a los obtenidos mediante el índice  $G_i$  de Getis-Ord, el cual indica un aumento de 135% de empleos y un cambio de 12 a 21 AGEB. En los parques industriales adyacentes al Eje Vial Juan Gabriel también hubo cambios de 2004 a 2014: *I* de Moran expone una disminución de 3 a 2 AGEB, que significa una pérdida de 63.5% de empleos, mientras que  $G_i$  de Getis Ord en el mismo lapso indica una disminución de 14 a 7 AGEB, con una baja de 65.35% de personal maquilador, porcentajes muy similares con ambos métodos. El resultado del índice *c* de Geary revela clústeres dispersos que los otros métodos no muestran, por lo que metodológicamente es una decisión acertada comparar y sumar las tres técnicas y de esa manera incluir zonas que antes no se habían contemplado.

Figura 5. Evolución de la densidad de empleo en manufactura con autocorrelaciones espaciales locales, 2004-2014

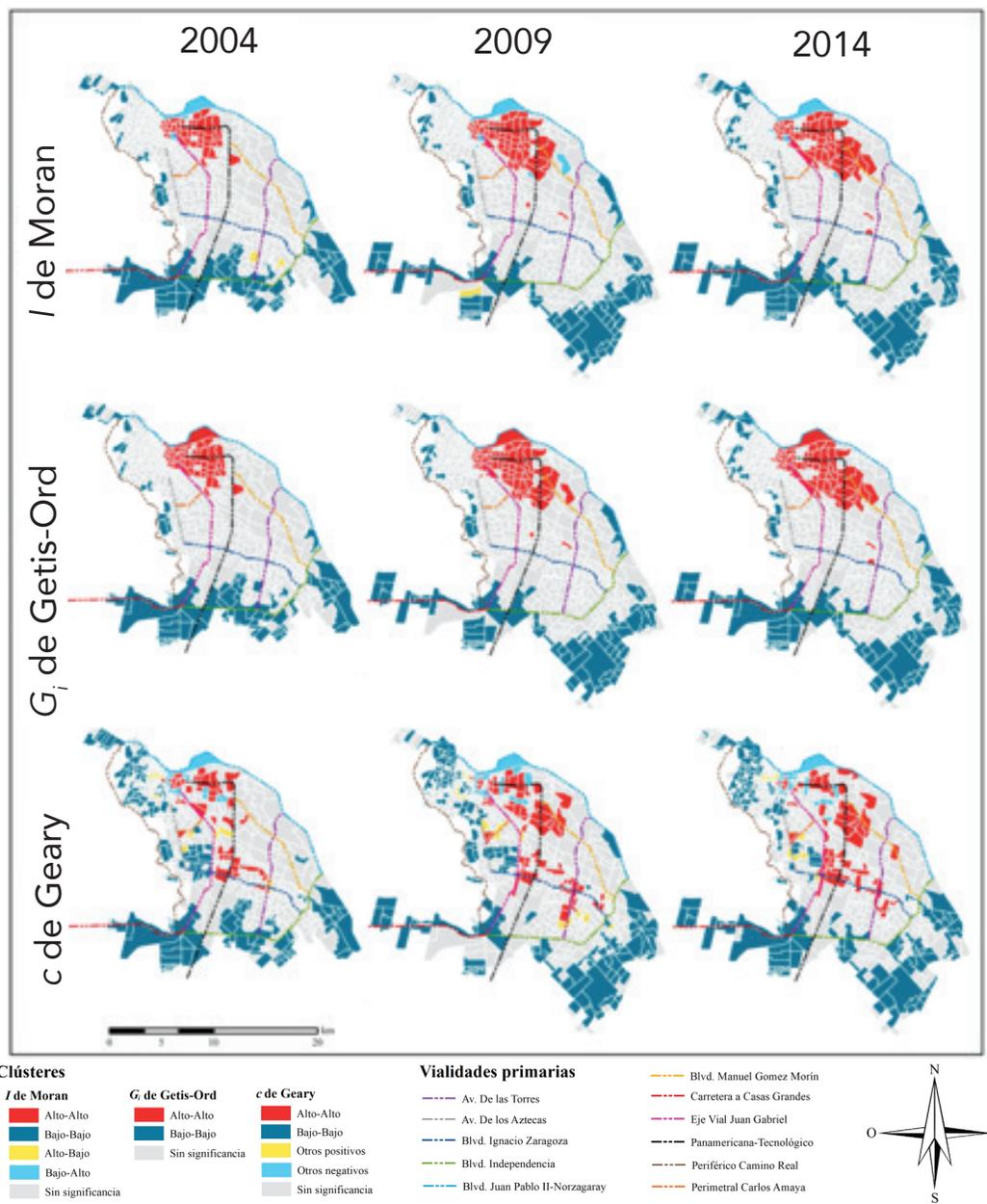


Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2004, 2009, 2014).

*Empleo terciario*

Con los resultados de Moran y Getis-Ord se destaca una sola área al norte de la ciudad en los tres periodos (véase figura 6). La localización de los clústeres del

Figura 6. Evolución de la densidad de empleo terciario con autocorrelaciones espaciales locales, 2004-2014



Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2004, 2009, 2014).

empleo terciario ha crecido hacia el sureste, pero mantiene un vínculo con el DCN. Con el primer método se aprecia un aumento de 41 a 57 AGEB de 2004 a 2014, equivalente a 9% de personas que laboran en el norte. El segundo método muestra 4% de incremento del empleo. Por otro lado,  $c$  de Geary indica un crecimiento sobresaliente de 742% de puestos laborales dedicados al comercio en la intersección de la Av. Tecnológico y el Blvd. Manuel Gómez Morín, donde en 10 años pasó de 2 a 12 AGEB, convirtiéndose en la concentración de empleo terciario que ha crecido con mayor velocidad. La parte sur de la ciudad se ve prácticamente vacía. Estos patrones demuestran que la expansión física de la ciudad no ha sido igual al crecimiento de lugares dedicados a este tipo de empleo, aunque se nota una tendencia de expansión en la misma dirección, siguiendo el Eje Vial Juan Gabriel, la Av. Tecnológico y el Blvd. Manuel Gómez Morín.

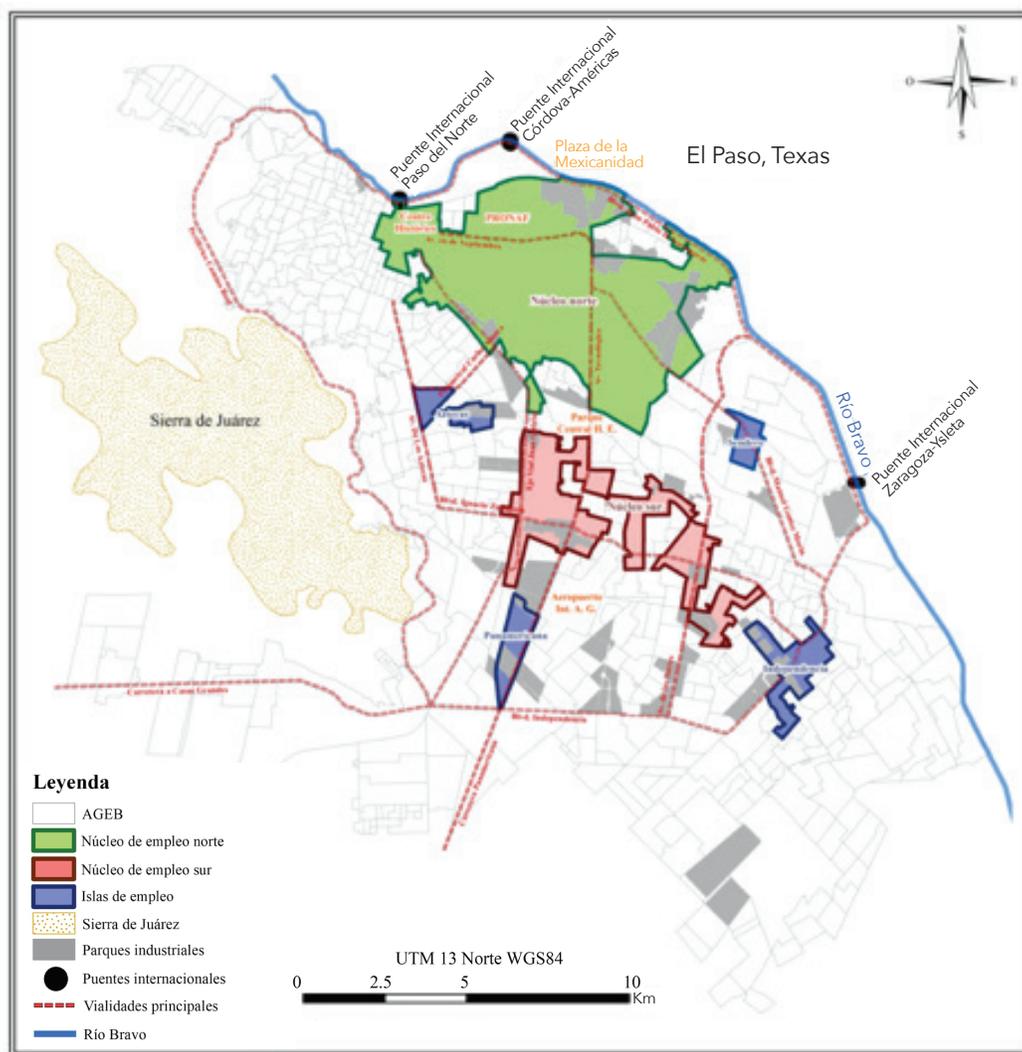
En 2014 las AGEB identificadas por el  $I$  de Moran y  $G_i$  de Getis-Ord conforman un núcleo mayor al norte y dos subcentros cercanos al cruce del Blvd. Ignacio Zaragoza y la Av. de las Torres. De manera complementaria, desde 2004, con el índice  $c$  de Geary, se puede identificar mayor cantidad de clústeres al centro y al sur de la ciudad. La distribución espacial de los subcentros de empleo identificados se ubica a lo largo del Blvd. Ignacio Zaragoza, con mayor presencia en las intersecciones con el Eje Vial Juan Gabriel, la Carretera Panamericana, la Av. Tecnológico y la Av. de las Torres. Otro punto interesante es la intersección de la Av. de los Aztecas con la Perimetral Carlos Amaya. El clúster resalta la alta existencia de empleo en una zona que tiene más antigüedad que el subcentro de Las Torres, y que fue posible identificar al utilizar los tres métodos.

#### Modelo integrado de subcentros de empleo para Ciudad Juárez

Una vez analizada la evolución de los clústeres del empleo en 10 años, para el año 2014 se sobrepusieron los tres diferentes resultados de empleo total que proveen las autocorrelaciones espaciales locales y se delimitaron las áreas que tienen contigüidad. Como resultado se obtiene un núcleo al norte y otro al sur, mientras que cuatro clústeres que no cuentan con vecinos contiguos se identificaron como islas de empleo. En resumen, se encontraron 107 de 631 AGEB con índices alto-alto, que representan 58% de los empleos en toda la ciudad —véase figura 7— con la coincidencia de que existe una influencia de las vialidades primarias en la localización y crecimiento de dichas zonas. En la tabla 3 se sintetizan la cantidad de AGEB que forman cada núcleo e isla. Además, se enlistan los valores promedio del empleo por AGEB unitario y la cantidad de empleos por hectárea, es decir, la densidad.

El núcleo norte, por su contexto histórico, sigue incluyendo el DCN y la zona del PRONAF, pero con el paso del tiempo la expansión se ha desarrollado hacia el suroeste. Las avenidas Tecnológico, Paseo Triunfo de la República y 16 de Septiembre han sido la guía de crecimiento del empleo terciario. A partir de 2009 aparecen los primeros clústeres sobre el Blvd. Manuel Gómez Morín. Esta vialidad se utilizaba para entrar en los primeros parques industriales de la ciudad. Su importancia actual creció por la reubicación de los centros de diversión nocturna que antes se ubicaban en el PRONAF.

Figura 7. Núcleos e islas de empleo total en Ciudad Juárez en 2014



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, el empleo maquilador ha participado en la consolidación de este núcleo, debido a la ubicación del parque industrial Antonio J. Bermúdez al oriente de la Av. Tecnológico. Además, al norte de la curva formada por las avenidas Tecnológico y Paseo Triunfo de la República se localiza el Parque Industrial Omega, que se benefició con la construcción del Blvd. Juan Pablo II, que recorre paralelamente el río Bravo y da acceso rápido a los puentes internacionales de Zaragoza y Córdova-Américas, a menudo utilizados para la exportación de productos hacia Estados Unidos.

Tabla 3. Promedios de empleo por AGEB y densidad por hectárea en Ciudad Juárez, 2014

Agrupaciones	AGEB	Empleo total	Empleo manufactura	Empleo terciario	ha	Densidad empleo total	Densidad empleo manufactura	Densidad empleo terciario
Núcleo norte	68	1 902.04	1 017.18	884.87	4 239	30.51	16.32	14.19
Núcleo sur	29	618.97	193.66	425.31	1 458	12.31	3.85	8.46
Isla Aztecas	3	1 419.33	1 170.33	249.00	174	24.47	20.18	4.29
Isla Sendero	2	520.00	42.00	478.00	114	9.12	0.74	8.39
Isla Panamericana	1	6 386.00	6 168.00	218.00	205	31.15	30.09	1.06
Isla Independencia	4	1 902.00	1 717.25	184.75	354	21.49	19.40	2.09
Área no significativa	524	233.14	136.54	96.60	28 790	4.24	2.49	1.76

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2014).

Continuando con la caracterización del núcleo norte, el Eje Vial Juan Gabriel es la vía principal de la zona industrial con el mismo nombre y con el Parque Industrial Juárez. Sin embargo, existen actividades terciarias, como supermercados, comercio de productos usados, mercados, restaurantes y otras, que superan la densidad del empleo en manufactura.

El núcleo norte representa 12% de la extensión territorial urbana y concentra 45% del empleo de toda la ciudad, por lo que se puede considerar la concentración más importante. Las 4 239 hectáreas del núcleo se dividen de la siguiente forma: 4% destinado sólo a la industria maquiladora, 29% del área la comparten las actividades terciarias y la industrial y, por último, 67% es utilizado para comercios y servicios. En términos de empleo, se distribuye con 2% dedicado a la maquiladora en zonas exclusivas, 57% de los puestos laborales comparte AGEB de actividades de manufacturas y comercio, por último, 41% se ubica en áreas dedicadas sólo al comercio.

El núcleo sur tiene una forma irregular a lo largo del Blvd. Ignacio Zaragoza. Las AGEB que fueron consideradas por las técnicas de autocorrelación como no significativas y se encuentran al norte del Blvd. Ignacio Zaragoza tienen alta densidad de residencias, donde existe poca actividad de empleo en términos relativos. El núcleo sur abarca 4% del área de Ciudad Juárez y alberga 6% del empleo total de la ciudad. Con estos resultados se deduce que esta área está por debajo del núcleo norte; sin embargo, la densidad de empleo es significativa para los métodos de autocorrelación espacial. Estos conjuntos de áreas no incluyen AGEB que abarquen en su totalidad parques industriales; sólo existen dos polígonos que comparten actividad terciaria con la manufacturera, que representa 9% de su área, y 91% restante concentra sólo actividad comercial. Un

polígono se ubica en la intersección del Eje Vial Juan Gabriel y Blvd. Ignacio Zaragoza, donde están establecidos los parques industriales Aztecas y Gemma II. Otro polígono se encuentra en el extremo derecho del núcleo, con el Parque Industrial Intermex al suroriente en la intersección de la Av. de las Torres y el Blvd. Ignacio Zaragoza. Respecto al empleo, el núcleo sur contiene 8% de los trabajadores que realizan sus actividades en el área compartida de manufactura y actividades terciarias, mientras que 92% de los empleos se enfocan en actividades de comercio y servicios con predominancia en pequeños negocios, así como en centros y plazas comerciales.

Por otra parte, la isla Aztecas, se localiza en la intersección de la Av. de los Aztecas con Perimetral Carlos Amaya al poniente de la ciudad. En dicha zona 0.25% del empleo terciario se concentra en la AGEB triangular, donde predominan actividades de venta de autopartes y automóviles usados, pequeños negocios de comida, tiendas de conveniencia y mercados. Al oriente están los parques industriales Fernández y Gemma, donde labora 1% de los trabajadores en el ramo industrial, considerando la cantidad de empleo total de la ciudad.

La isla Sendero ubicada al suroriente en la intersección de la Av. de las Torres y Blvd. Manuel Gómez Morín existe una sola AGEB de 114 hectáreas que únicamente desempeña actividades terciarias, específicamente el centro comercial Sendero y micronegocios de diversos tipos sobre la Av. Manuel Gómez Morín y la calle Valle del Sol. En esta AGEB labora 0.4% de los trabajadores totales de la ciudad.

Las dos islas restantes al sur de la mancha urbana tienen sólo actividad industrial. En la isla Independencia, ubicada en el cruce de los bulevares Independencia e Ignacio Zaragoza, se desempeña 3% del empleo total de la ciudad y existe la mayor cantidad de parques industriales juntos: Kimko, Intermex oriente, Salvárcar, Independencia y Las Américas. Por último, con 3% del total de empleo, la isla Panamericana, en la intersección de la Carretera Panamericana y el Blvd. Independencia, es la zona que tiene la más alta densidad de puestos laborales en el ramo maquilador y está compuesta por los parques industriales Panamericano y Aeropuerto.

## Conclusión

Esta investigación muestra la utilidad de implementar tres técnicas diferentes de autocorrelación espacial, para observar la evolución de la estructura urbana en Ciudad Juárez a partir de la localización y configuración de centros de empleo terciario, de manufactura y total durante 10 años. El análisis de autocorrelación global y local de *I* de Moran, *G* de Getis-Ord y *c* de Geary permitieron identificar los centros y subcentros de empleo por medio de mapas, los cuales favorecieron la construcción de un modelo de la estructura urbana de Ciudad Juárez en 2014.

En términos generales, se identificaron dos núcleos y cuatro islas de empleo que han desarrollado una consolidación importante de éste de 2004 a 2014. Al

principio se comprueba con las autocorrelaciones globales que existen agrupaciones de empleo dentro de la mancha urbana. No es sino hasta la implementación de LISA que se ubican los centros y los subcentros de empleo a partir de la densidad de empleo. En este sentido, las agrupaciones que resultan de  $I$  de Moran y  $G_i$  de Getis-Ord son diferentes a las de  $c$  de Geary. No quiere decir que alguna de ellas sea errónea; al contrario, se complementan y permiten observar el fenómeno desde diferentes ángulos, por lo que el modelo propuesto resume y une los tres escenarios.

Cabe destacar que los resultados para el empleo terciario frente al manufacturero tienen un comportamiento diferente en términos de localización y crecimiento. Para el primer tipo de empleo, se observa un comportamiento continuo, es decir, están ligados espacialmente sin presentar discontinuidades y forman zonas con mayor área, caso contrario a las zonas industriales, que muestran una localización descentralizada y separada que coincide con la ubicación de los parques industriales.

Los dos núcleos propuestos dentro del modelo son el resultado de consolidaciones de empleo que han detonado el crecimiento de población a través del tiempo. Existe una línea horizontal imaginaria que divide los núcleos, la cual se ubica en el Parque Central Hermanos Escobar. No obstante, es posible que la tendencia de crecimiento hacia el suroriente favorezca a futuro la unión de ambos núcleos, que en 2014 concentran 58% del empleo total en un área donde predominan las actividades terciarias. Además, la densidad de empleo más importante entre ambos núcleos se ubica al norte sobre las avenidas 16 de Septiembre, Paseo Triunfo de la República, Tecnológico y Blvd. Manuel Gómez Morín.

Con el modelo se aprecia que tanto los núcleos como las islas de empleo coinciden con las líneas e intersecciones de vialidades primarias, y su expansión sigue la dirección de las vías de comunicación terrestre. Tal es el caso del núcleo sur, que lo atraviesa horizontalmente el Blvd. Ignacio Zaragoza; en sentido vertical el Eje Vial Juan Gabriel, la Av. Tecnológico y la Av. de las Torres, puntos donde existe mayor concentración de empleo.

Estudios previos (Fuentes, 2001; Fuentes y Hernández, 2015; Gutiérrez, 2009) han demostrado que los centros de empleo importantes se encuentran al norte, específicamente en el DCN y en el PRONAF. Con esta investigación se confirman dichos resultados y además se localizan nuevos centros y subcentros de empleo agrupados y aislados. En el contexto histórico, la isla Aztecas tiene mayor antigüedad que las otras tres, incluso que el núcleo sur. Sin embargo, no se había considerado debido a la implementación de sólo una técnica de análisis en investigaciones anteriores. En 2014 la isla Sendero es de interés debido a que se ha densificado con rapidez y el comercio ha predominado en la zona. Por último, las islas del sur son relativamente nuevas, por lo que sería conveniente realizar el mismo análisis con el censo económico 2019 que está elaborando el INEGI y comprobar si persiste o se ha modificado el modelo de la estructura urbana resultante en esta investigación.

## Referencias

- Aguilar, A., y Alvarado, C. (2004). La reestructuración del espacio urbano de la Ciudad de México. ¿Hacia la metrópoli multinodal? En A. G. Aguilar (coord.), *Procesos metropolitanos y grandes ciudades. Dinámicas recientes en México y otros países* (pp. 265-307). México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Miguel Ángel Porrúa.
- Alegría, T. (2004). Estructura intraurbana y segregación social: el caso de Tijuana. En R. García Ortega (comp.), *Contradicciones entre planificación y realidades regionales, metropolitanas y socioambientales* (pp. 149-182). Tijuana: El Colegio de la Frontera y Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Alonso, W. (1964). *Location and Land Use*. Cambridge: Harvard University Press.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association-LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115. doi: 10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x
- Anselin, L. (2019). A local indicator of multivariate spatial. *Geographical Analysis*, 51(2), 133-150. doi: 10.1111/gean.12164
- Anselin, L., Florax, R., y Rey, S. J. (2006). GeoDa: an introduction to spatial data analysis. *Geographical Analysis*, 38(1), 5-22. doi: 10.1111/j.0016-7363.2005.00671.x
- Avendaño, A. (2008). Identificación de subcentros de empleo y estimación de funciones de densidad para Bogotá D. C. Documentos de investigación del Programa de Doctorado de Economía Aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Aziz, A. (2012). Violencia y destrucción en una periferia urbana. El caso de Ciudad Juárez, México. *Gestión y Política Pública*, 21, 227-268. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v21nspe/v21nspea7.pdf>
- Baumont, C., Ertur, C., y Le Gallo, J. (2003). Spatial analysis of employment and population density: the case of the agglomeration of Dijon, 1999. *Geographical Analysis*, 38(2), 146-176. doi: 10.1111/j.1538-4632.2004.tb01130.x
- Camagni, R. (2005). *Economía Urbana*. Barcelona: Antoni Bosch.
- Celemín, J. (2009). Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial. Importancia, estructura y aplicación. *Revista Universitaria de Geografía*, 18, 11-31. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3832/383239099001.pdf>
- Cervero, R., y Wu, K-L. (1997). Polycentrism, commuting, and residential location in the San Francisco Bay area. *Environmental and Planning A: Economy and Space*, 29(5), 865-886. doi: 10.1068/a290865
- Fotheringham, A. S. (2009). "The problem of spatial autocorrelation" and local spatial statistics. *Geographical Analysis*, 41(4), 398-403.
- Fuentes, C. (2001). Los cambios en la estructura intraurbana de Ciudad Juárez, Chihuahua, de monocéntrica a multicéntrica. *Frontera Norte*, 13(25), 95-118. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/26419971\\_Los\\_cambios\\_en\\_la\\_estructura\\_intraurbana\\_de\\_Ciudad\\_Juarez\\_Chihuahua\\_de\\_monocentrica\\_a\\_multicentrica](https://www.researchgate.net/publication/26419971_Los_cambios_en_la_estructura_intraurbana_de_Ciudad_Juarez_Chihuahua_de_monocentrica_a_multicentrica)
- Fuentes, C., y Hernández, V. (2013). Assessing spatial pattern of crime in Ciudad Juárez, Chihuahua, Mexico (2009): the macrolevel, mesolevel and mi-

- crolevel approaches. *International Journal of Criminology and Sociological Theory*, 6(4), 242-259. Recuperado de <https://ijcst.journals.yorku.ca/index.php/ijcst/article/view/37947>
- Fuentes, C., y Hernández, V. (2014). Housing finance reform in Mexico: the impact of housing vacancy on property crime. *International Journal of Housing Policy*, 14(4), 368-388. doi: 10.1080/14616718.2014.955332
- Fuentes, C., y Hernández, V. (2015). La evolución espacial de los subcentros de empleo en Ciudad Juárez, Chihuahua (1994-2004): un análisis con indicadores de autocorrelación espacial y global. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 30(2), 433-467. Recuperado de <https://estudiosdemograficosyurbanos.colmex.mx/index.php/edu/article/view/1480/1716>
- Fujita, M., y Krugman, P. (2004). La nueva geografía económica: pasado, presente y futuro. *Investigaciones Regionales* (2), 177-206. Recuperado de <http://www.economia.unam.mx/cedrus/descargas/MasahisaFujita-PaulKrugman.pdf>
- Galván, O., y García, J. (2018). Análisis del desarrollo histórico de la industria maquiladora de exportación en México: caso de Ciudad Juárez, Chihuahua. *Doxa*, 8(14), 135-152. Recuperado de <http://journals.sfu.ca/doxa/index.php/doxa/article/view/74>
- García-López, M. A. (2007). Estructura espacial del empleo y economías de aglomeración: el caso de la industria de la región metropolitana de Barcelona. *Architecture, City & Environment*, 2(4), 519-553. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6966132>
- Garrocho, C., y Campos, J. (2007). Dinámica de la estructura policéntrica del empleo terciario en el área metropolitana de Toluca, 1994-2004. *Papeles de Población*, 13(52), 109-135. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1405-74252007000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-74252007000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Graizbord, B., y Acuña, B. (2004). La estructura polinuclear del Área Metropolitana de la Ciudad de México. En A. G. Aguilar (coord.), *Procesos metropolitanos y grandes ciudades* (pp. 309-327). México: UNAM, Instituto de Geografía y Miguel Ángel Porrúa.
- Graizbord, B. (2008). *Geografía del transporte en el área metropolitana de la Ciudad de México*. México: El Colegio de México.
- Getis, A. (2007). Reflections on spatial autocorrelation. *Regional Science and Urban Economics*, 37(4), 491-496. doi: 10.1016/j.regsciurbeco.2007.04.005
- Getis, A., y Ord, J. (1992). The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geographical Analysis*, 24(3), 1-18. doi: 10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x
- Giuliano, G., y Small, K. A. (1991). Subcenters in Los Angeles region. *Regional Science and Urban Economics*, 21(2), 163-182. doi: 10.1016/0166-0462(91)90032-1
- Gordon, P., y Richardson, H. W. (1996). Beyond polycentricity. The dispersed metropolis, Los Angeles, 1970-1990. *Journal of the American Planning Association*, 62(3), 289-295. doi: 10.1080/01944369608975695

- Goodchild, M. F. (1986). *Spatial Autocorrelation*, *Carmog* 47. Norwich: Geo Books.
- Goodchild, M. F. (2008). *Spatial Autocorrelation*. California: SAGE.
- Griffith, D. A. (2003). *Spatial Autocorrelation and Spatial Filtering*. Nueva York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Gutiérrez, L. (2009). Ciudad Juárez en los sesenta: la estructura urbana en transición. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 18(36), 128-154. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/859/85919840007.pdf>
- Instituto Municipal de Investigación y Planeación. (2019). Mapa interactivo de Ciudad Juárez, Chihuahua 2019. Recuperado de <https://www.imip.org.mx/mapa/index.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2004). Microdatos SCIAN. Censos económicos 2004.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2009). Microdatos SCIAN. Censos económicos 2009.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2012). *Zonas metropolitanas de los Estados Unidos Mexicanos. Censos económicos 2009*. Recuperado de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/economicos/2009/zona\\_metro/ZMEUM\\_CE20091.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/economicos/2009/zona_metro/ZMEUM_CE20091.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Microdatos SCIAN. Censos económicos 2014.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (20 de enero de 2008). En Autor, *Enciclopedia de los municipios de México*. Recuperado de <http://web.archive.org/web/20110617074026/http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/08037a.htm>.
- Limas, A., y Córdova, O. A. (2013). Discapacidades psicosociales y nuevos sujetos educativos: La escuela y las secuelas de la violencia, Ciudad Juárez, 2008-2013. *Diálogos Sobre Educación*, 4(7), 1-14. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=553457063019>
- López, J. A., y Peña, S. (2017). La segregación socioespacial en Ciudad Juárez, Chihuahua, 1990-2010. *región y sociedad*, 29(68), 115-152. doi: 10.22198/rys.2017.68.a210
- McDonald, J. F. (1987). The identification of urban employment subcenters. *Journal of Urban Economics*, 21(2), 242-258. doi: 10.1016/0094-1190(87)90017-9
- McDonald, J. F., y McMillen, D. P. (1990). Employment subcenters and land values in a polycentric urban area: the case of Chicago. *Environment and Planning A*, 22(12), 1561-1574. doi: 10.1068/a221561
- McMillen, D. P. (2003). Identifying subcentres using contiguity matrices. *Urban Studies*, 40(1), 57-69. doi: 10.1080/00420980220080161
- Moran, P. (1948). The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 10(2), 243-251. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/i349688>
- Ord, J., y Getis, A. (1995). Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application. *Geographical Analysis*, 27(4), 286-306. doi: 10.1111/j.1538-4632.1995.tb00912.x

- Pacheco, S. (2015). Ciudadanía: derechos y responsabilidades de mujeres y hombres jóvenes en un contexto. *RICSH Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 4(8), 1-27. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/5039/503950656020.pdf>
- Quezada, D. (2018). La gentrificación comercial y estigmatización a partir de la violencia. El caso del centro histórico de Ciudad Juárez, Chihuahua, 2009-2017. *Revista de Urbanismo*, 38, 1-16. doi: 10.5354/0717-5051.2018.48272
- Ramírez, L. D. (2009). Revisión teórica de la estructura espacial y la identificación de subcentros de empleo. *Ensayos de economía*, 18(33), 141-178.
- Rodríguez-Gámez, L., y Dallerba, S. (2012). Spatial Distribution of Employment in Hermosillo, 1999-2004. *Urban Studies*, 49(16), 3663-3678. doi: 10.1177/0042098012448552
- Sánchez, V. (2013). Policentrismo morfológico y funcional. Una perspectiva mexicana. Recuperado de <https://studylib.es/doc/4714130/policentrismo-morfol%C3%B3gico-y-funcional.-una>
- Sánchez, S. G., y Ravelo, P. (2013). Cultura de la violencia en el contexto de la vida cotidiana de la clase obrera en las maquiladoras de Ciudad Juárez. *El Cotidiano* (182), 41-50, Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/325/32529942005.pdf>
- Siabato, W., y Guzmán-Manrique, J. (2019). La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 28(1), 1-22. doi: 10.15446/rcdg.v28n1.76919
- Sierra, S. (2014). Violencia y jóvenes: pandilla e identidad masculina en Ciudad Juárez. *Revista Mexicana de Sociología*, 76(4), 613-637. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/43497005?seq=1>
- Song, S. (1994). Modelling worker residence distribution in the Los Angeles region. *Urban Studies*, 31(9), 1533-1544. doi: 10.1080/00420989420081411
- Taylor, L. (2003). Los orígenes de la industria maquiladora en México. *Comercio Exterior*. 53(11), 1045-1056. Recuperado de <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/59/7/RCE.pdf>
- Tobler, W. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography* (46), 234-240. doi: 10.2307/143141
- Trejo, A. (2017). Crecimiento económico e industrialización en la agenda 2030: perspectivas para México. *Programa de Industrialización fronteriza*, 48(188), 83-111. doi: 10.1016/j.rpd.2017.01.005