

## Análisis de la dependencia espacial del índice de rezago social en municipios de México

Daniel Serrano Marmolejo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de la Licenciatura de Economía en la Universidad de Guanajuato  
d.serranomarmolejo@ugto.mx<sup>1</sup>

### Resumen

Se analiza la relación espacial del índice de rezago social en los municipios de México mediante el uso del índice de Moran. Utilizando datos de CONEVAL e INEGI para el censo de población y vivienda de 2020, se construyó una matriz de pesos espaciales para evaluar la correlación entre municipios vecinos. Los resultados muestran una correlación espacial positiva significativa, con un índice de Moran de 0.687, indicando una agrupación geográfica de municipios con niveles similares de rezago social. Además, se incluye el análisis del estado de Guanajuato en donde se identificaron municipios 'outliers' (Comonfort, Jerécuaro y San Felipe) con mayor rezago social.

**Palabras clave:** Rezago social, Desigualdad, Índice de Moran, Dependencia espacial, Pobreza.

### Introducción

La desigualdad en México es un tema complejo y multidimensional que ha sido objeto de amplia atención tanto a nivel nacional como internacional. A pesar de los avances económicos y sociales que ha experimentado el país en las últimas décadas, persisten profundas disparidades socioeconómicas entre distintos grupos de la población y hay una notoria desigualdad de oportunidades, ofreciendo a hogares con mejores condiciones mayores oportunidades de movilidad ascendente (Wong, J. E. H., et. al, 2022).

Existen diversas formas de medir la desigualdad que varían de acuerdo con el enfoque; económico, educativo, género, acceso a salud, racial o étnico, territorial, oportunidades. En lo particular, se analizará el índice de rezago social el cuál es publicado por CONEVAL desde 1993 el cual permite ordenar las entidades federativas, municipios y localidades de mayor a menor grado de rezago social en un momento del tiempo<sup>1</sup>.

Esta medición ayuda a focalizar e identificar la población objetivo que se encuentra en las zonas de mayor rezago y marginación en el país (Vargas, D. & Valdés, S. 2022), resulta un índice muy completo ya que considera cuatro carencias sociales en su medición; rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a servicios básicos en la vivienda y calidad y espacios en la vivienda.

Al trazar un mapa de la República Mexicana con los datos del Índice de Rezago Social surge un fenómeno particular que se puede detectar a simple vista (Figura 1). Podemos detectar patrones emergentes, en especial en la zona sur y norte del país, donde existe mayor concentración de rezago social a niveles altos y a niveles bajos respectivamente. Con ejemplos contrastantes como el caso de Oaxaca y Coahuila, si bien en el primero observamos una gran concentración de municipio rezagados en grados altos y muy altos, mientras que en Coahuila ocurre exactamente lo opuesto con la mayoría de sus municipios en niveles bajos.

A pesar de tener este tipo de fenómenos, el vínculo entre geografía y economía ha sido ignorado en gran parte por la literatura económica (Rodríguez-Gámez, L. I., & Cabrera-Pereyra, J. A. 2019). Sin embargo, este

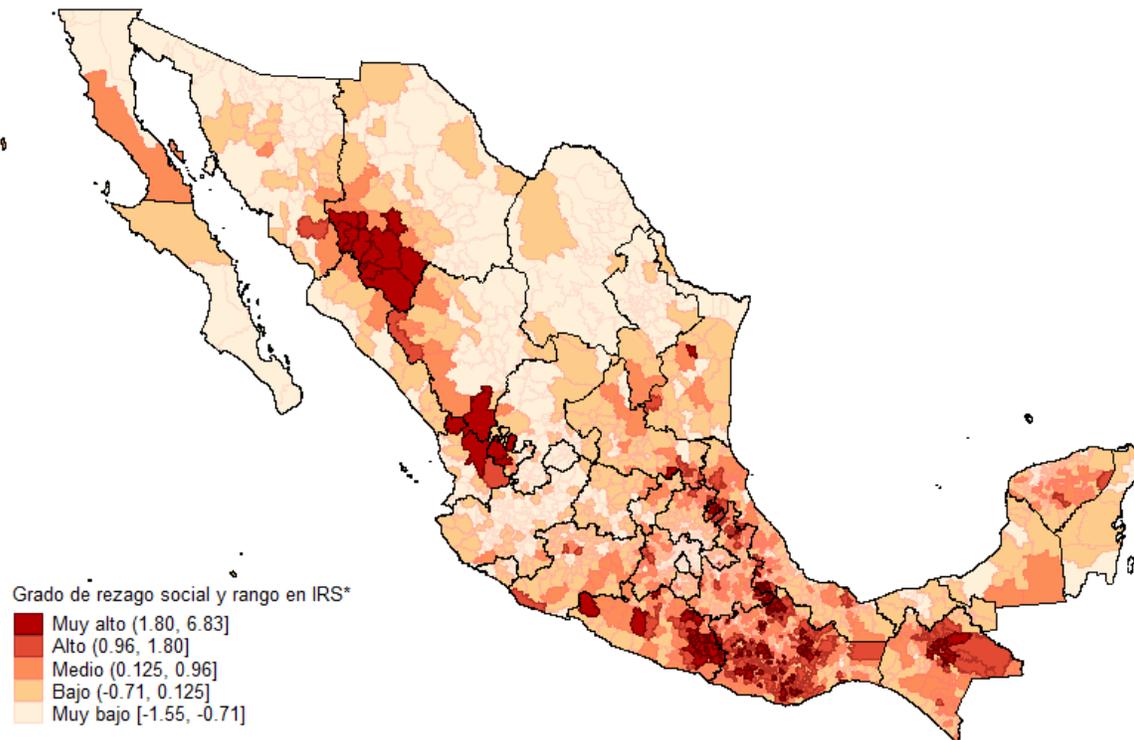
---

<sup>1</sup> CONEVAL, (2020). Medición de la pobreza. Índice de Rezago social 2020 a nivel nacional, estatal, municipal y localidad. Extraído de: [https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indexe\\_Rezago\\_Social\\_2020.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indexe_Rezago_Social_2020.aspx)

enfoque nos puede dar una comprensión más profunda de las desigualdades en el país para llegar a soluciones efectivas y equitativas en política pública.

9

**Figura 1. Grado de rezago social en México**  
 Todos los municipios, 2020



\* Índice Rezago Social

Fuente: Elaboración propia con datos de CONEVAL

En este contexto, el Índice de Moran, una herramienta analítica de dependencia espacial ha ganado popularidad en la investigación geográfica y socioeconómica. El Índice de Moran permite identificar patrones de agrupamiento o dispersión espacial en datos georreferenciados, lo que proporciona una visión más profunda de las dinámicas territoriales y las relaciones entre municipios vecinos.

El presente artículo académico tiene como objetivo principal examinar la relación entre el índice de rezago social en los municipios de México y la dependencia espacial que existe entre ellos, utilizando el Índice de Moran como una herramienta de análisis clave. Para ello, se empleará una base de datos que contenga información socioeconómica relevante de todos los municipios del país. La investigación se basará en la hipótesis de que existen patrones significativos de dependencia espacial entre los niveles de rezago social en los municipios, lo que sugiere la existencia de agrupamientos geográficos de municipios con características socioeconómicas similares.

## Metodología

Se obtuvo el Índice de rezago social de CONEVAL para el año 2020 con información de 2,469 municipios de todo México. A su vez, se extrajeron los datos de coordenadas e identificación de cada municipio desde el Censo de Población y Vivienda 2020 publicado por INEGI mismo que utilizó CONEVAL como base para la elaboración del índice.

Con el objetivo de evaluar la dependencia espacial entre los municipios, se construyó una matriz de pesos espaciales (W). En este estudio se optó por una matriz de orden 1 del tipo reina<sup>2</sup>, la cual toma valor de 1 si un municipio comparte un lado o vértice en común con otro municipio y 0 cuando no comparten frontera, lo que permite capturar la relación entre los municipios que comparten límites geográficos directos.

Posteriormente se utiliza la herramienta del Índice de Moran para identificar si existe evidencia de autocorrelación espacial. El Índice de Moran puede tomar valor desde -1 a 1 y está representado de la siguiente forma:

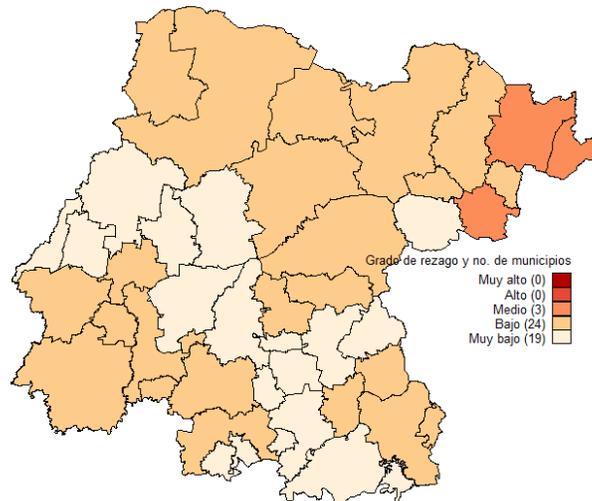
$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}}$$

En donde  $y$  es el valor del índice de rezago social en el municipio,  $\bar{y}$  el promedio del índice y  $w_{ij}$  el elemento en la matriz de pesos W. El primer término es el equivalente a calcular el recíproco de la varianza y en el segundo término se calcula la covarianza entre dos municipios considerando si son vecinos o no (1 ó 0).

Además, se calcularon estadísticas descriptivas con la prueba de permutación, de manera aleatoria con 999 permutaciones, lo cual significa que los valores observados del índice de rezago social se permutarán de manera aleatoria entre los municipios un total de 999 veces para generar una distribución de referencia<sup>3</sup>, en donde la hipótesis nula está representada como la no autocorrelación espacial

También se realizó el mismo procedimiento para los municipios del estado de Guanajuato en solitario, ya que como se observa en la Figura 2 también se intuye una conexión espacial respecto al índice de rezago social.

**Figura 2. Grado de rezago social en Guanajuato**  
 Todos los municipios, 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de CONEVAL

<sup>2</sup> De acuerdo con las formas de contigüidad de Bohórquez, I. A., & Ceballos, H. V. (2008) pp 18.

<sup>3</sup> Consultado en la sección 'The Moran Scatter Plot: Permutation inference' de Anselin, L., (2020)

## Resultados

De acuerdo con el gráfico de dispersión para México (Gráfica 1) podemos observar una nube de puntos que corresponde a cada municipio del país, en el 'eje x' tenemos el índice de rezago social por municipio y en el 'eje y' el promedio de este índice para los vecinos de ese municipio.

A su vez, se estima una línea que atraviesa los puntos donde la pendiente corresponde al Índice de Moran con valor de 0.687 muy cercano al 1 lo que indica que existe una correlación espacial positiva entre los índices de rezago social de los municipios de México.

Se puede distinguir que la gran mayoría de municipios se distribuyen muy cercanos a nuestra línea de regresión con mayor volumen en el cuadrante superior derecho e inferior izquierdo, lo que refuerza la existencia de autocorrelación espacial en el índice de rezago social. Esto implica que los municipios con altos niveles de rezago social están espacialmente agrupados con municipios que también presentan altos índices y lo mismo con municipios de grados bajos en rezago, estos se agrupan mayormente con municipios en índices bajos.

Cabe destacar que existen municipios 'outliers', como el caso de Huejuquilla el Alto en Jalisco donde su grado de rezago es bajo (-0.29) pero el grado de sus municipios vecinos es muy alto en promedio (2.06), o el caso de San Mateo del Mar en Oaxaca en el que su grado de rezago es muy alto (3.47) pero el de sus colindantes bajo (-0.42).

El resultado del método de permutaciones representado en histograma (Gráfica 1, parte inferior), generó un z-value de 56.72 y un pseudo p-value de 0.00001 ambos resultados rechazan la hipótesis nula de no autocorrelación espacial al 99%, por lo que existe evidencia estadística de autocorrelación espacial para los municipios en México. Podemos ver esto representado de manera gráfica con la línea verde (el valor estadístico de nuestros datos) muy a la derecha de nuestra distribución de referencia.

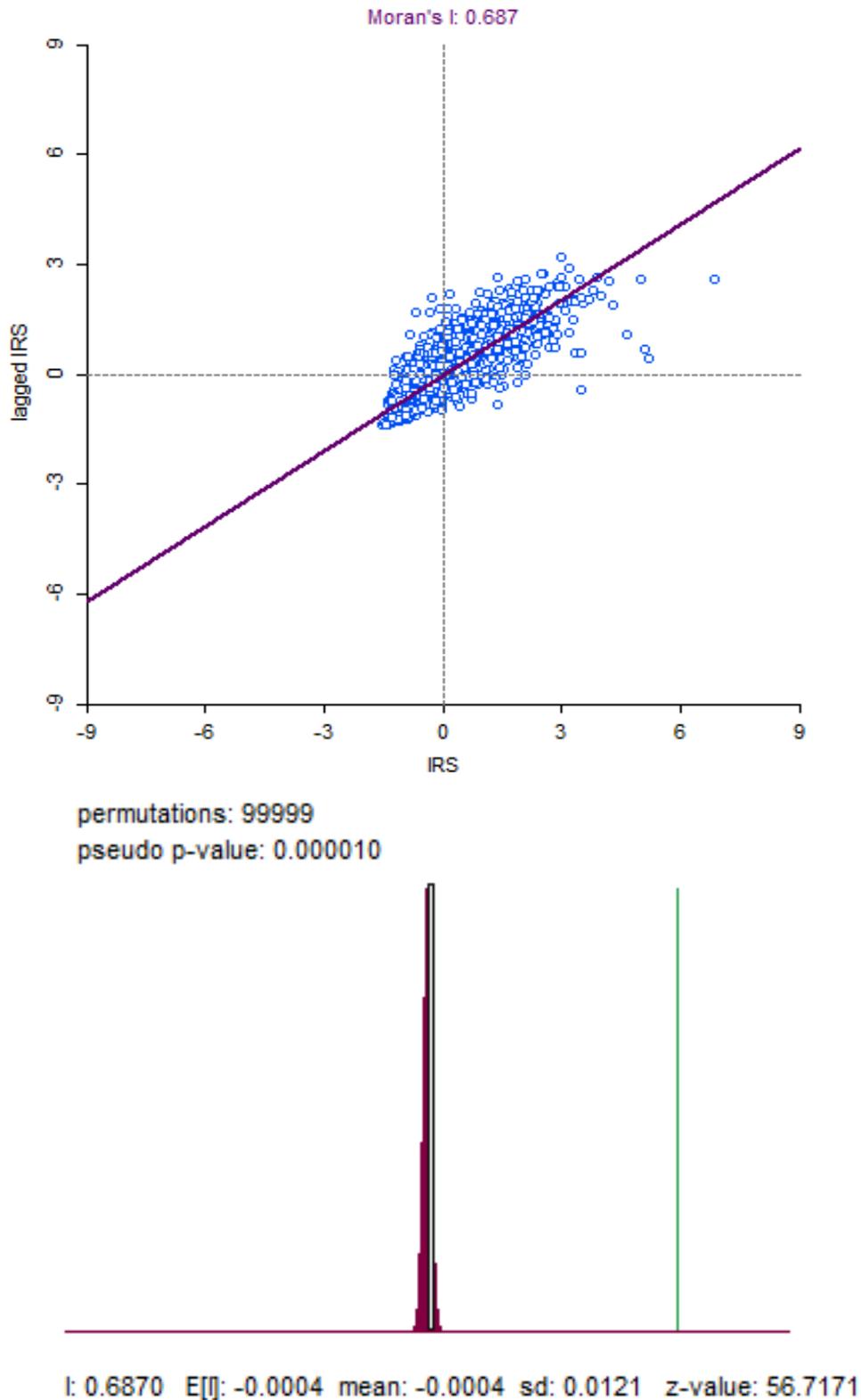
Por otro lado, en lo que respecta al estado de Guanajuato (Gráfico 2) el Índice de Moran tiene un valor de 0.585 también cercano al 1 implicando de igual forma una correlación espacial positiva entre los 46 municipios del estado.

Existen 4 municipios 'outliers' 3 de ellos (Comonfort, Jerécuaro y San Felipe) se encuentran en el sector inferior derecho, lo cual implica que tienen un grado de rezago social mucho mayor al de sus vecinos. En lo particular Comonfort tiene un índice de rezago social de -0.21 mientras que el promedio de sus municipios aledaños (Celaya, San Miguel de Allende, Apaseo el Grande y Santa Cruz de Juventino Rosas) representa un -0.769. En cuanto al otro municipio 'outlier' este resulta ser San José Iturbide el cual tiene un grado muy bajo de rezago (-0.93) a comparación del promedio de sus municipios aledaños (-0.47).

Mientras que el resultado del método de permutaciones para Guanajuato (Gráfica 2, parte inferior), generó un z-value de 6.10 y un pseudo p-value de 0.00001 ambos resultados también rechazan la hipótesis nula de no autocorrelación espacial al 99%, por lo que existe evidencia estadística de autocorrelación espacial para los municipios en Guanajuato

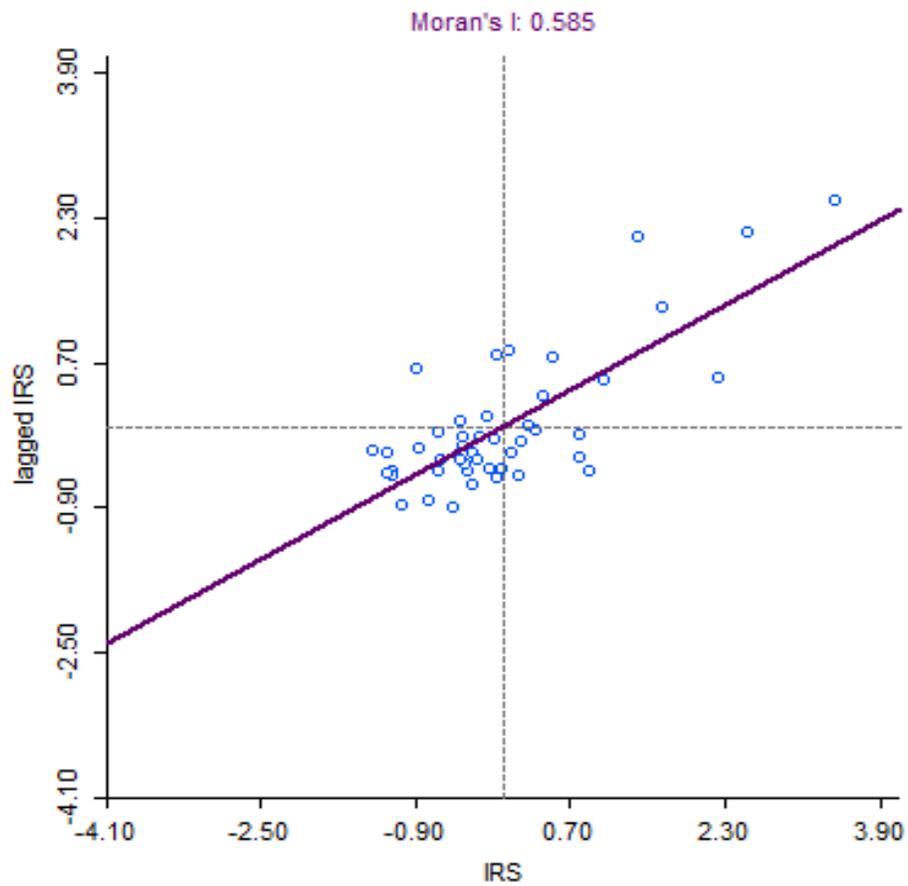
Por último, se desarrolló un mapa de la república organizado en clústeres (Figura 3), para representar de manera estadística las zonas con significancia en agrupación, es decir, aquellas que se encuentran más influenciadas por el rezago social de sus municipios colindantes. Se observa que las zonas con mayor agrupamiento en niveles altos de rezago social (Verde Oscuro) se encuentran mayormente en la parte Sur del país en estados como Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Puebla y otras zonas más alejadas en Chihuahua, Sinaloa, Nayarit y Veracruz, mientras que las zonas agrupadas en niveles más bajos de rezago (Azul) se encuentran distribuidas en la zona Norte y Centro de México.

Gráfica 1. Índice de Moran en México

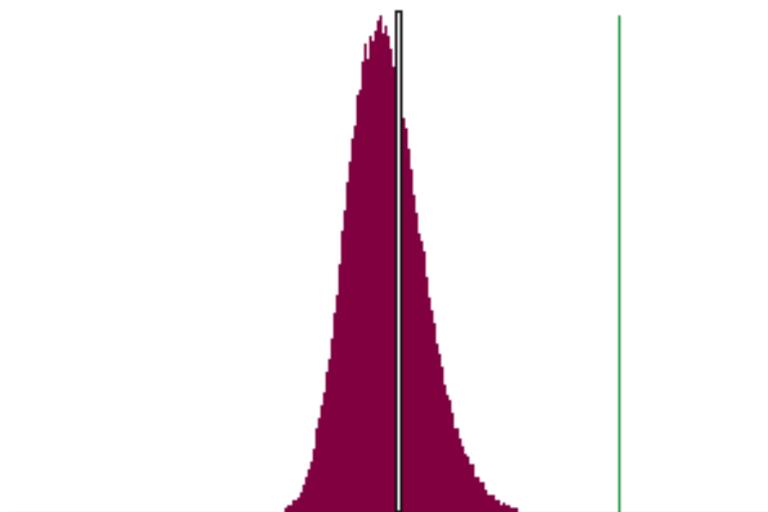


Fuente: Elaboración propia con datos de CONEVAL

Gráfica 2. Índice de Moran en Guanajuato



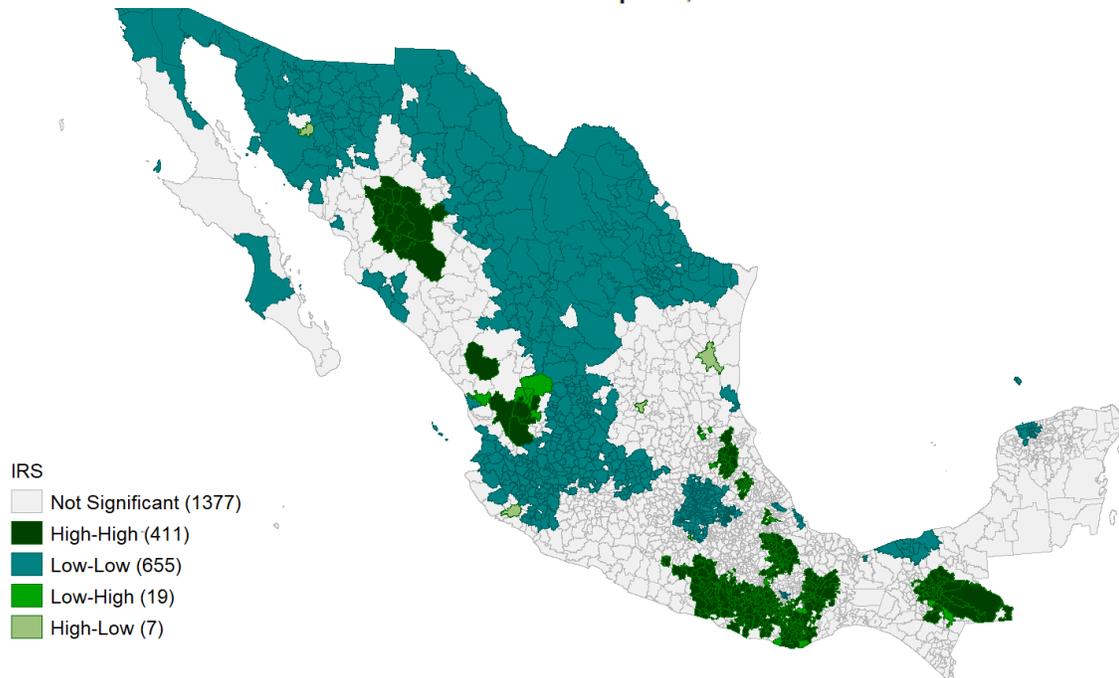
permutations: 99999  
pseudo p-value: 0.000010



I: 0.5848 E[I]: -0.0222 mean: -0.0220 sd: 0.0994 z-value: 6.1035

Fuente: Elaboración propia con datos de CONEVAL

**Figura 3. Rezago social organizado en clústeres**  
Todos los municipios, 2020



Fuente: Elaboración propia con datos de CONEVAL

## Conclusiones

El análisis de autocorrelación espacial mediante el método de permutaciones confirmó la presencia de una autocorrelación espacial significativa para los municipios en México, con un valor de z-value de 56.72 y un pseudo p-value de 0.00001. Esto refuerza la evidencia estadística de que el rezago social tiende a agruparse geográficamente en el territorio.

Las áreas con mayores niveles de rezago social se concentran principalmente en el sur del país, en estados como Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Puebla y otras zonas más alejadas en Chihuahua, Sinaloa, Nayarit y Veracruz, mientras que las áreas agrupadas en niveles más bajos de rezago social se distribuyen en la zona norte y centro de México.

En particular, se examinó el estado de Guanajuato y se encontró que también presenta una correlación espacial positiva entre los 46 municipios del estado. Además, se identificaron 4 municipios 'outliers' en Guanajuato, como Comonfort, Jerécuaro y San Felipe, que muestran un grado de rezago social significativamente mayor al de sus municipios vecinos, así como San José Iturbide, que exhibe un rezago social mucho más bajo al de sus colindantes.

Es importante mencionar algunas limitaciones del estudio. En primer lugar, el análisis se basó en datos recopilados hasta el año 2020, por lo que es necesario considerar la actualización de la información para obtener una visión más actualizada de la situación socioeconómica. Además, aunque el índice de Moran indica la existencia de dependencia espacial, no proporciona información sobre las causas subyacentes del rezago social. Por lo tanto, se recomienda realizar análisis adicionales que exploren las variables socioeconómicas específicas que podrían estar contribuyendo a esta dependencia espacial.

En conclusión, este estudio ha proporcionado evidencia sólida de la existencia de una correlación espacial positiva y significativa en el índice de rezago social entre los municipios de México, lo que indica la formación de patrones de agrupación geográfica. Estos resultados son de gran relevancia para el diseño de políticas públicas y programas de desarrollo social, ya que destacan la importancia de considerar las interdependencias entre municipios al abordar problemas de rezago social y promover el bienestar de la población en diferentes regiones del país. También es fundamental continuar con investigaciones futuras que profundicen en las causas y factores que contribuyen a la formación de estas dinámicas espaciales en el contexto del desarrollo social en México.

## Bibliografía

- Anselin, L., (2020). Global Spatial Autocorrelation. GeoDa. Extraído de: [https://geodacenter.github.io/workbook/5a\\_global\\_auto/lab5a.html#:~:text=The%20pseudo%20p%2Dvalue%20is,the%20number%20of%20random%20permutations.](https://geodacenter.github.io/workbook/5a_global_auto/lab5a.html#:~:text=The%20pseudo%20p%2Dvalue%20is,the%20number%20of%20random%20permutations.)
- Bohórquez, I. A., & Ceballos, H. V. (2008). Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales. *Ecos de Economía: A Latin American journal of applied economics*, 12(27), 9-2. Extraído de: <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ecos-economia/article/view/705>
- CONEVAL, (2020). Medición de la pobreza. Índice de Rezago social 2020 a nivel nacional, estatal, municipal y localidad. Extraído de: [https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indexe\\_Rezago\\_Social\\_2020.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indexe_Rezago_Social_2020.aspx)
- INEGI, (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Extraído de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Microdatos>
- Rodríguez-Gómez, L. I., & Cabrera-Pereyra, J. A. (2019). Convergencia municipal en México con modelos de econometría espacial (1999-2014). *EconoQuantum*, 16(1), 7-32. Extraído de: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-66222019000100007](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-66222019000100007)
- Vargas, D. & Valdés, S. (2022). El Rezago Social y la Marginación en México 2000-2020. UNAM. Seminario de Altos Estudios del Desarrollo (SAED). Extraído de: <http://www.pued.unam.mx/export/sites/default/archivos/SAED/2022/DVC0405.pdf>
- Wong, J. E. H., López, I. I., & Montiel, R. E. (2022). Oportunidades y capacidades. Movilidad intrageneracional y desigualdad en México. *Revista de El Colegio de San Luis*, 12(23), 1-31. Extraído de: <https://revista.colsan.edu.mx/index.php/COLSAN/article/view/1326>