

**IX Seminario de la Revista ESPE
Economía de las Ciudades**

**Persistencia de la Segregación
Residencial en Cali**

**Algunos contrastes con técnicas de Econometría
Espacial**

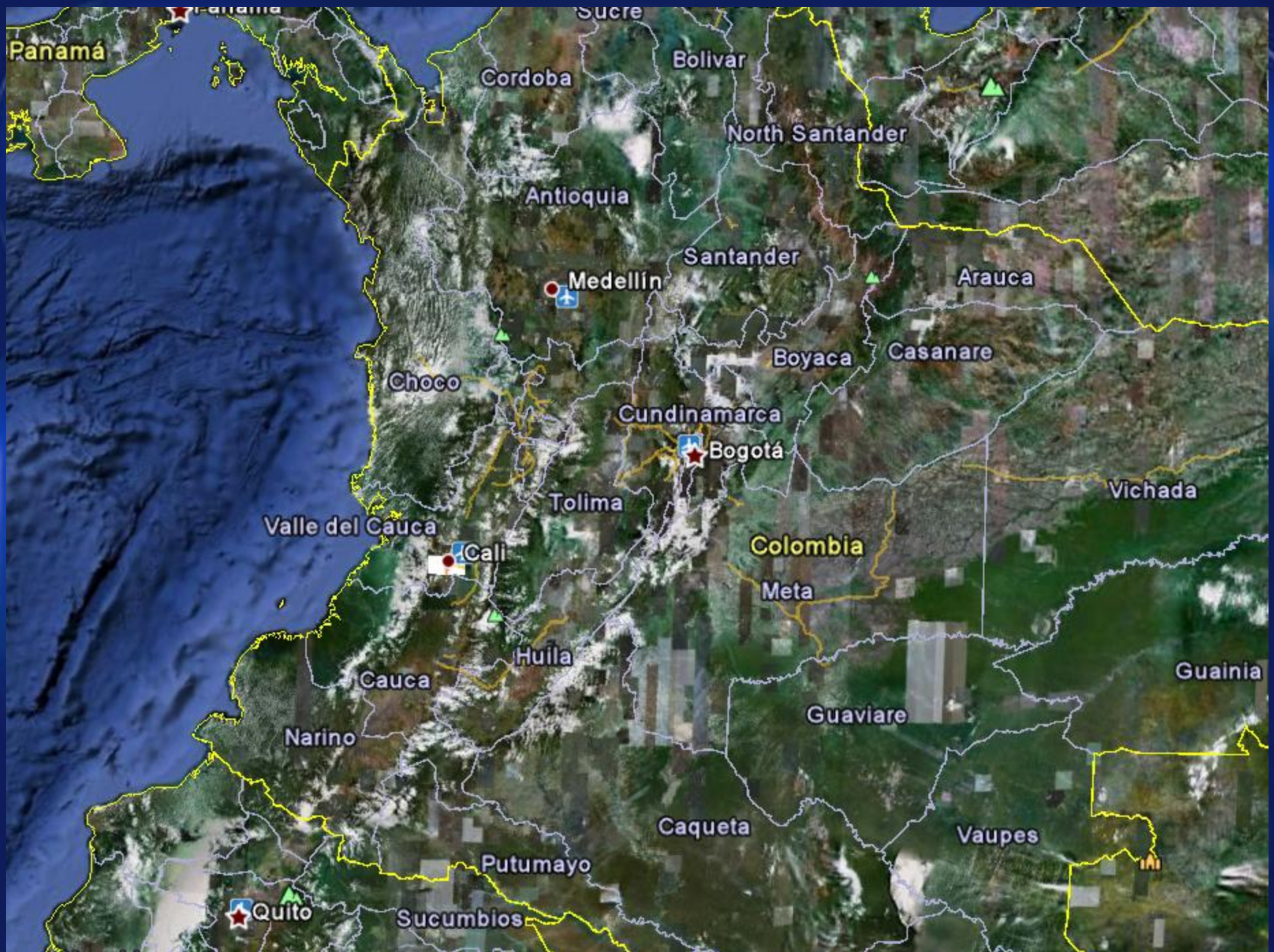
Harvy Vivas Pacheco (*)

Noviembre 1 / 2012

Preguntas de investigación

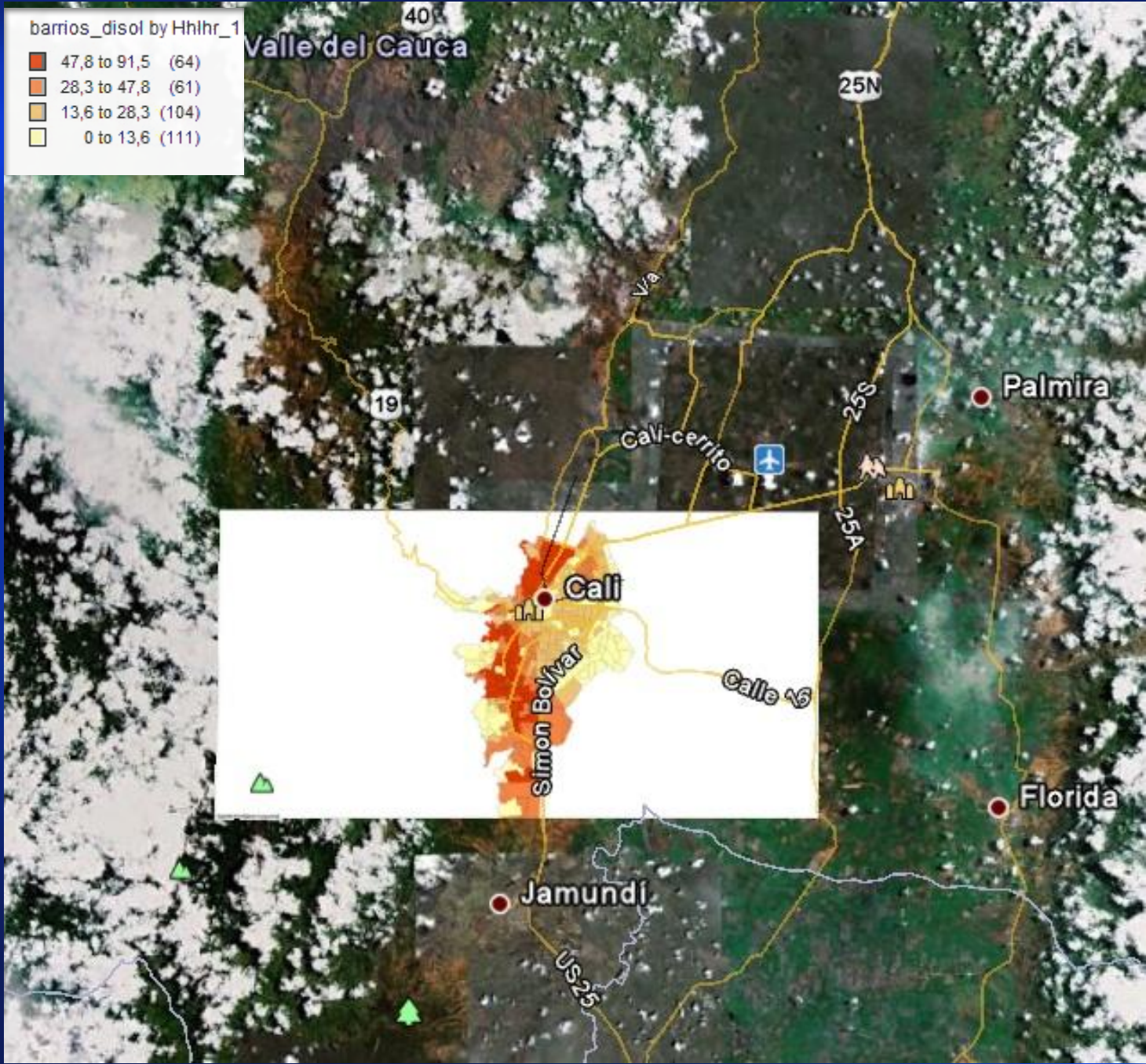
- ¿Cuál es la magnitud de la segregación residencial en la ciudad de Cali? ¿Qué nos enseñan los **índices locales y globales**?
- ¿Cómo se relaciona la **segregación residencial** y la composición de **capital humano en Cali**?
- ¿**Persiste la segregación socio-espacial**? ¿Qué resultados arrojan los contrastes con técnicas de **Econometría Espacial**?





barrios_disol by HhIhr_1

- 47,8 to 91,5 (64)
- 28,3 to 47,8 (61)
- 13,6 to 28,3 (104)
- 0 to 13,6 (111)



Tesis

- La singularidad de los patrones de segregación residencial en el interior de las ciudades está atravesada por la estructura de oportunidades en ámbitos espaciales o geográficos [**geografía de las oportunidades**]
- Las *distancias sociales y económicas* que se expresan en la **disimilaridad** de las características individuales (escolaridad, empleo, origen, color de piel, etc.) constituyen los predictores básicos de los logros potenciales de los individuos.
- Fortaleza de los nexos locales → métrica, función de distancia social, índices de afinidad, disimilaridad, exposición o aislamiento.

Literatura relacionada

Referencias generales

Coleman et al., (1966)	Interacción entre individuos y grupos sociales
Tiebout, 1956; Fernández, 2000 Fernández y Rogerson, 1997, 1998	Balance costo/beneficio de las decisiones racionales que lleva a la conformación de multi-comunidades.
Akerlof (1997)	Individualismo metodológico vs. teorías de la interacción social (externalidades urbanas y las implicaciones sociales de las elecciones individuales).
Benabou, 1996a, 1996b Akerlof, 1997 Borjas, 1995, 1998 Zenou (2009)	Efectos de vecindad, externalidades y efectos de <i>spillover</i> en el interior de las áreas urbanas.
Cutler, Glaeser y Vigdor (2008):	Impacto de los guetos en los logros de los individuos no es unívoco. Los efectos se distribuyen de acuerdo con los perfiles educativos de los grupos y la calidad de los bienes públicos locales.
Bowles, Durlauf y Hoff (2006)	Desigualdad espacial conexas a la existencia de trampas de pobreza en el interior de las áreas urbanas. Presencia de “umbrales críticos” de los grupos vulnerables para romper la inercia de la pobreza.

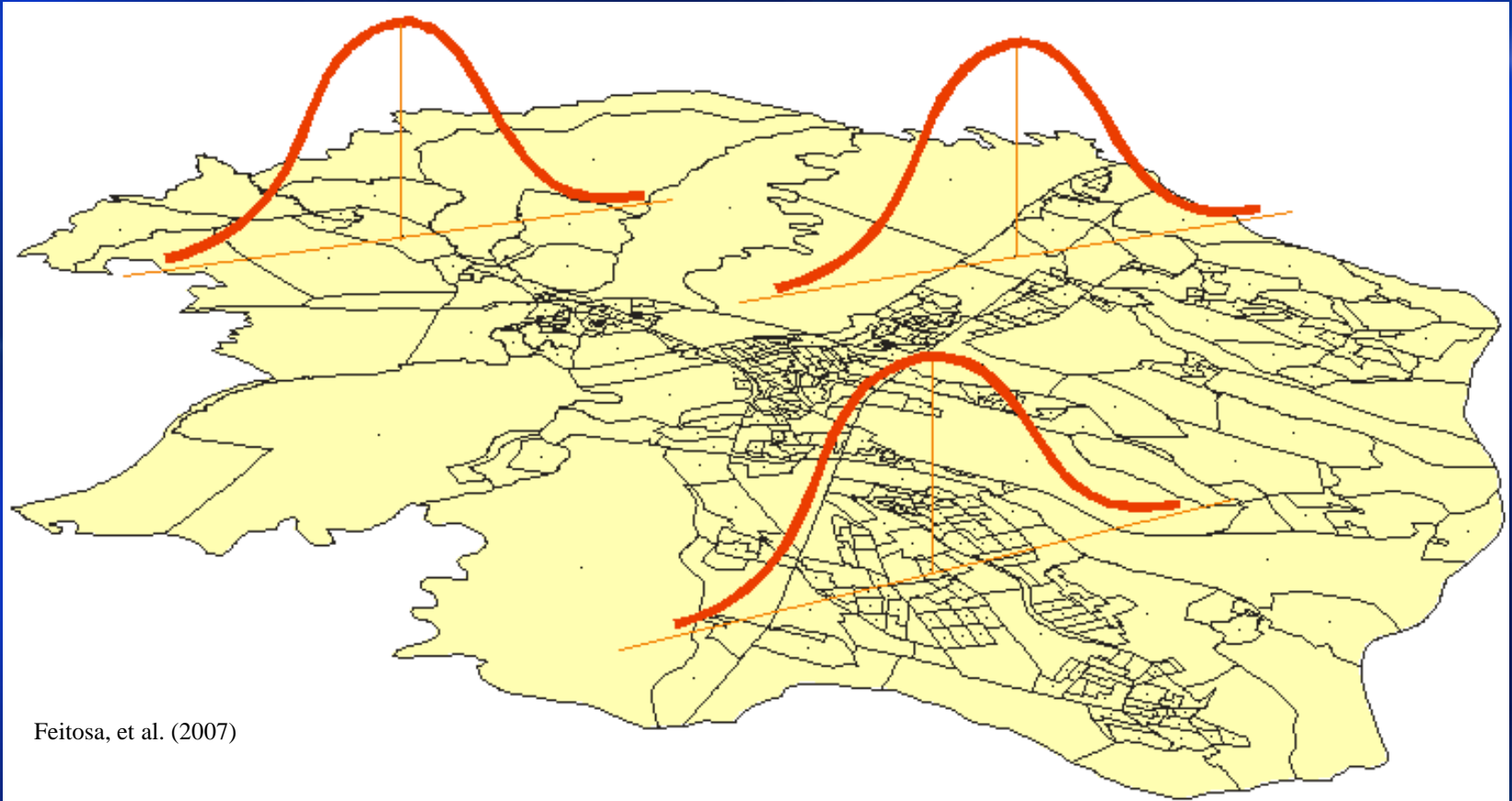
Enfoques sociológicos

La segregación → baja probabilidad de interacción entre los miembros de un grupo social y otro. Distancias en las afinidades de sus características (escolaridad, empleo, origen, color de piel, etc.)

Galster y Killen (1995) Flores (2008)	La distancia económica y social adquiere mayor capacidad explicativa frente a la distancia física. Calidad de las instituciones educativas, el capital humano acumulado de los jefes de hogar, la disponibilidad de recursos de financiación y el equipamiento básico local varía dramáticamente en el espacio, condicionando el conjunto de oportunidades y las realizaciones efectivas de los individuos. Geografía de las oportunidades
Pinçon-Charlot et al., (1986):	Segregación como la restricción en el acceso a los recursos y a los equipamientos colectivos en las diversas unidades espaciales.
Grafmayer (1994):	Segregación → [1] Intencionalidad de las desigualdades económicas (condiciones de ventaja o desventaja). [2] Proceso colectivo de percepción consciente o inconsciente de diferenciación que lleva a la elección de localizaciones segregadas. [3] La segregación emerge del proceso intencional y organizado de actores sociales con objetivos explícitos. Interacción social → producción endógena del espacio

Literatura empírica

Pinto da Cunha y Jiménez (2009):	Campinas/ índices de disimilaridad y coeficientes de segregación espacial → contrastan la presencia de <i>clusters</i> poblacionales con desventajas acumuladas.
Kaztman, R (2006)	Segregación residencial en Montevideo.
Bass, Zavala (2011)	Segregación socio-espacial en Ciudad de México.
Barbary (2004).	componente socio-racial de la segregación en Cali y las oportunidades desiguales en el acceso a los bienes materiales y simbólicos → pre-existencia de desventajas de capital económico, social y simbólico → prácticas de discriminación racial instauradas en un “orden social racista” con soporte en las desigualdades de acceso al espacio → índices globales de segregación [Duncan/ Huchens]
Medina, Morales, Núñez (2008)	Medellín y Bogotá
Celis (2010)	Segregación en Manizales
Galvis y Meisel (2010)	Colombia, persistencia de las desigualdades
Aliaga y Álvarez (2010)	El caso de Bogotá
Díaz, et al. (2007)	Bogotá



Vecindades → métricas → unidades areales → estructura de ponderaciones → funciones de proximidad

Datos

Estadísticas georeferenciadas construidas a partir de los datos censales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE— y algunos contrastes de prueba con los microcensos proporcionados por el IPUMS (Integrated Public Use Microdata Series, Minnesota University) y la base estadística disponible en Redatam por sectores censales.

- Del total poblacional en Cali, el **26.2%** corresponde a población afrodescendiente, que equivale al **12.6%** del total nacional de esta población, de tal manera que en valores absolutos la ciudad ocupa el primer lugar en la jerarquía de población afrodescendiente de todo el territorio nacional, seguida por Cartagena (322.470).

Métodos [1]

Índices globales y locales de segregación

Índices Globales de Segregación

$$IS(w) = IS - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left| w_{ij} \left(\frac{x_i}{t_i} - \frac{x_j}{t_j} \right) \right|; \quad w = f_{ij} / \sum_{j=1}^n f_{ij}$$

Índice de disimilaridad corregido con una matriz de contactos espaciales (w_{ij}) a partir de las longitudes entre las fronteras de los barrios, f_{ij} .

$$IS(w) = 29.2$$

Igualdad distributiva

$$IS = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i}{X} \frac{t_i}{T} \frac{x_i}{X} \right|$$

Índice tradicional de Duncan y Duncan (1955); x_i es la población del grupo x en el barrio i , X la población del grupo en la ciudad, t_i y t_j la población total en las unidades espaciales i e j .

$$IS(s) = IS - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left\{ \frac{w_{ij} \left(\frac{x_i}{t_i} - \frac{x_j}{t_j} \right)}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \right. \\ \left. * \frac{\frac{1}{2} \left[\left(\frac{P_i}{A_i} \right) + \left(\frac{P_j}{A_j} \right) \right]}{MAX \left(\frac{P}{A} \right)} \right\}$$

Índice de desigualdad corregido por la forma, $IS(s)$, en el que la geometría de las unidades (que incluye la ratio perímetro y área, (P_i/A_i)) incide en la probabilidad de interacción entre los individuos localizados en las unidades vecinas.

$$IS(s) = 30.6$$

$$Exp = \left[\left(\sum_{i=1}^n [x_i/X][x_i/t_i] - P \right) / (1 - P) \right]$$

Índice de exposición (Exp): incluye la proporción del grupo en la ciudad (P), mide la probabilidad de que un individuo comparta la unidad espacial con otro de un grupo diferente.

$$Exp (afrod) = 10.3 ; Exp (no afro) = 10.1 \rightarrow \text{Aislamiento}$$

$$SP = \frac{(XP_{xx} + YP_{yy})}{(X + Y)P_{00}}$$

$$P_{xx} = \frac{1}{X^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j e^{d_{ij}}$$

$$P_{00} = \frac{1}{XY} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n e^{d_{ij}} (x_i + y_i) / (x_j + y_j)$$

Índice compuesto de proximidad espacial (SP) que considera dimensiones topológicas. Mide la segregación de cada grupo en función de los otros, a través del promedio ponderado de proximidades intra-grupales.

P_{xx} es una medida de proximidad media intragrupal (exponencial decreciente); X e Y las poblaciones de los grupos X e Y (no étnicos y afrodescendientes), x_i y y_i las poblaciones en cada unidad espacial. P_{00} es la proximidad media inter-grupal; d_{ij} es la distancia entre los centroides de los barrios i e j. ***SP = 1.16 → Cluster***

Índices Locales de Segregación

$$Entropy = - \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{P_{ij}}{P_j} \right) \ln \left(\frac{P_{ij}}{P_j} \right) \right] / \ln(n)$$

P_{ij} : población del grupo i en el barrio j; P_j es la población total del barrio j y n el número de grupos.

$$QL_{ij} = \left[\frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^n P_{ij}} / \frac{P_{ic}}{P} \right]$$

Índice de concentración, QL, del grupo i en el barrio j. Tiene en cuenta el peso relativo de la población de i en el barrio j y su importancia relativa en el conglomerado urbano (P_{ic}/P).

Métodos [2]

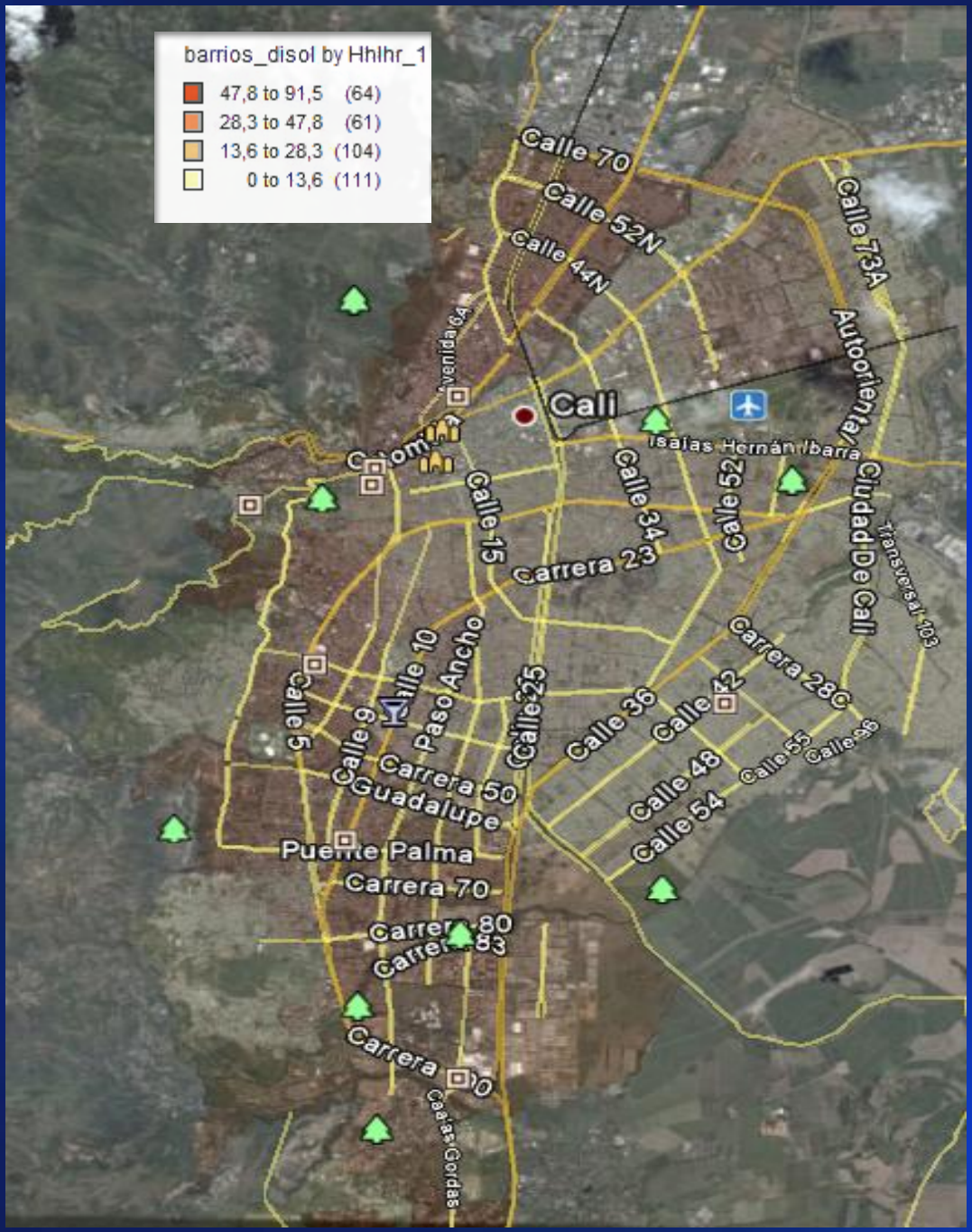
- Métricas de distancia socioeconómica a partir de la información disponible de 341 sectores urbanos → Densidad de capital humano de la población activa → Razón (H/L) reescalada entre individuos con bachillerato completo y superior (incluyendo carreras técnicas y tecnológicas), H, y aquellos que no cumplen esta condición (secundaria incompleta, primario o ninguna), L, [Vivas, H. (2007)].

$$[H/L]_j^* = \sum_{i=1}^{N_j} \left\{ \frac{[H/L]_j - [H/L]_{\min}}{[H/L]_{\max} - [H/L]_{\min}} \right\} / N_j$$

- Proxy de la calidad de las interacciones sociales o del entorno en el que viven los individuos.
- Base vectorial de georreferenciación → matrices de adyacencia → trabajo exploratorio de las principales variables e indicadores ← técnicas de análisis espacial.

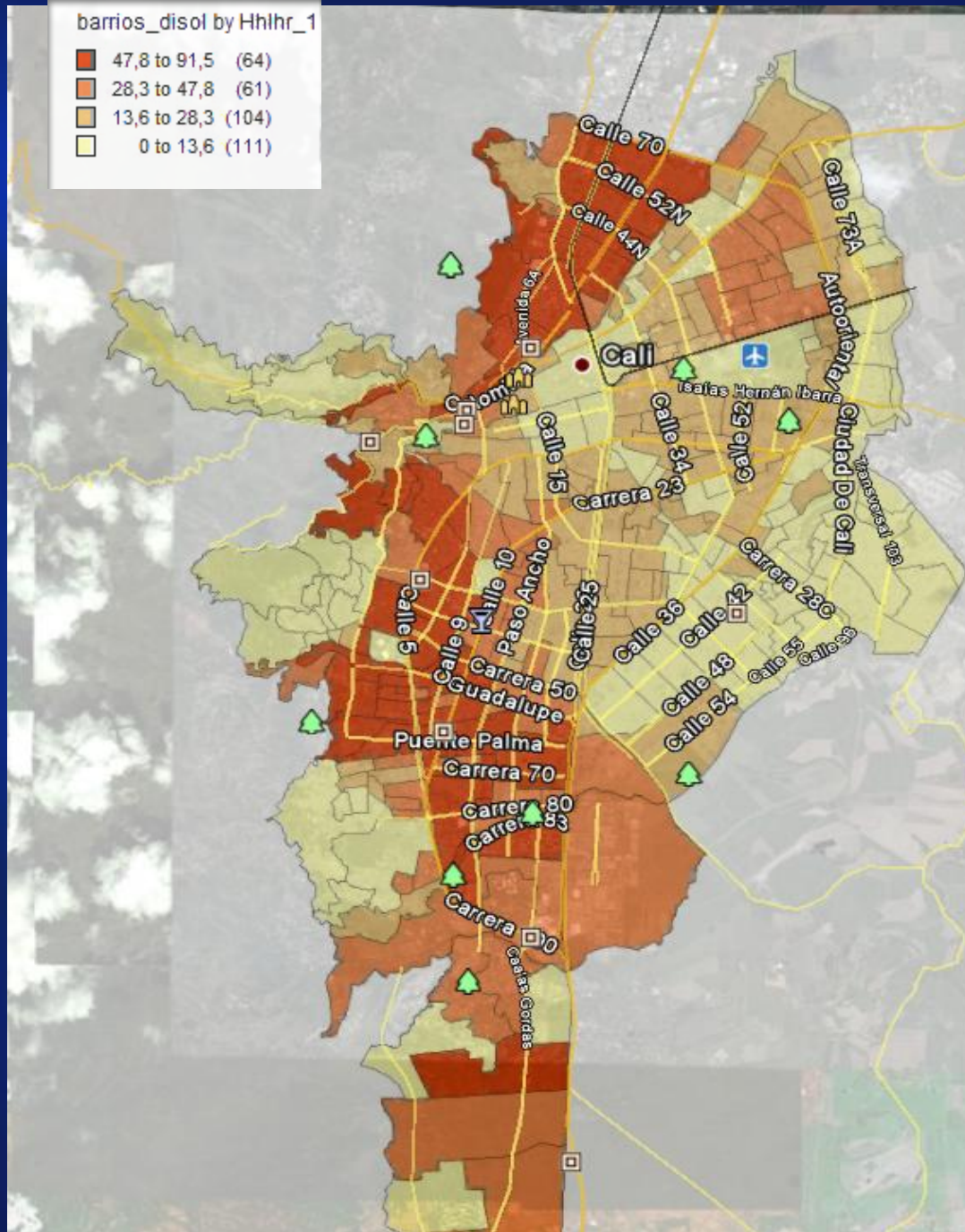
barrios_disol by HhIhr_1

- 47,8 to 91,5 (64)
- 28,3 to 47,8 (61)
- 13,6 to 28,3 (104)
- 0 to 13,6 (111)



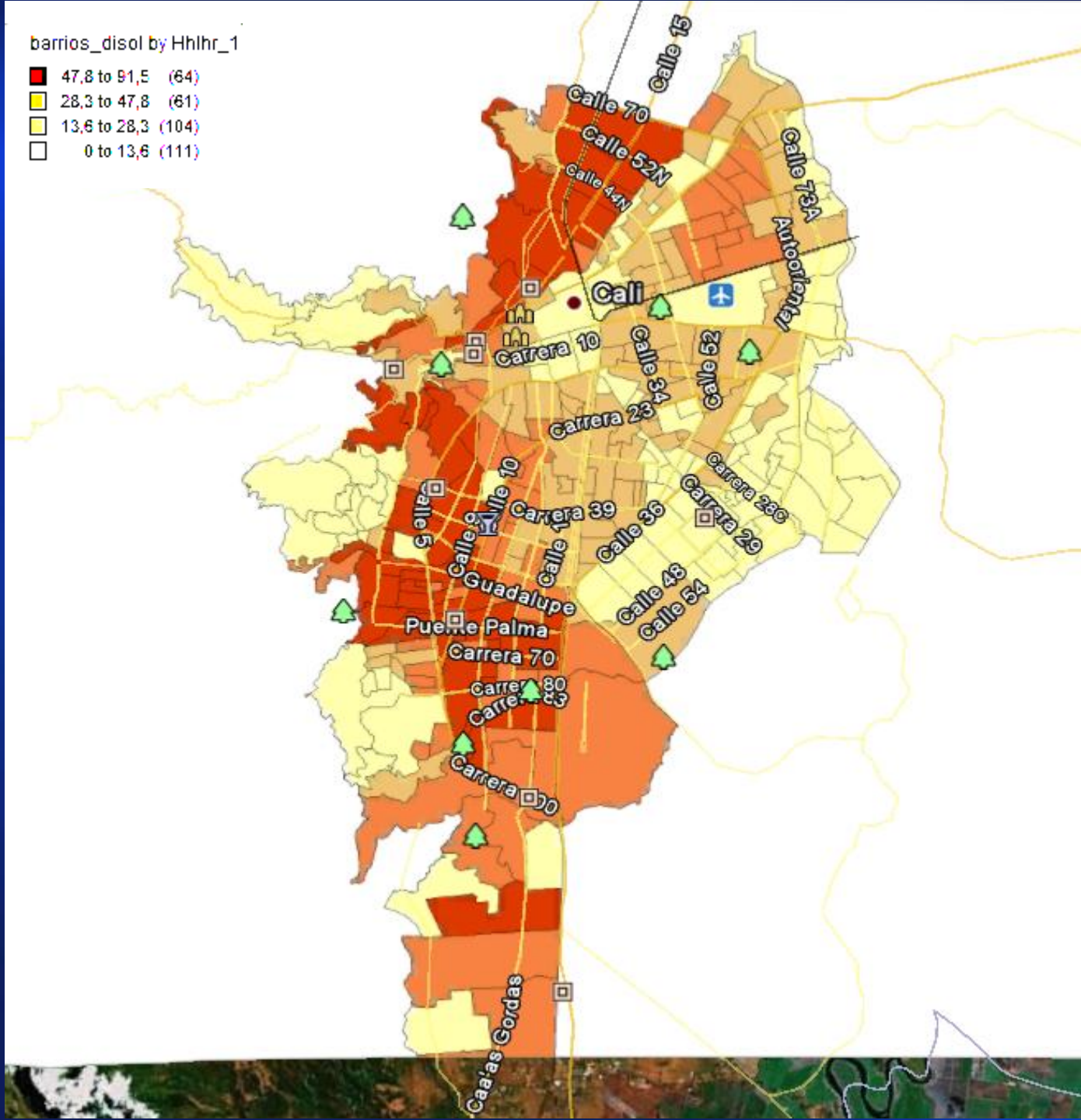
barrios_disol by HhIhr_1

- 47,8 to 91,5 (64)
- 28,3 to 47,8 (61)
- 13,6 to 28,3 (104)
- 0 to 13,6 (111)



barrios_disol by Hhlhr_1

- 47,8 to 91,5 (64)
- 28,3 to 47,8 (61)
- 13,6 to 28,3 (104)
- 0 to 13,6 (111)



Métodos [3]

Protocolo de análisis exploratorio (EDA) y Regresión Espacial

¿Cómo contrastamos la dependencia espacial?

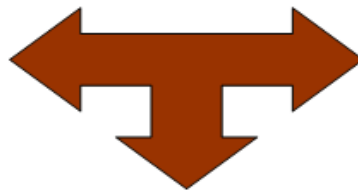
Dos tipos de análisis

A nivel univariante



Análisis Exploratorio de Datos Espaciales

Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA)



Global y Local

En un modelo de regresión



Análisis confirmatorio



Global: Moran, Geary, G Statistic

Local: Moran, G*, Otras

Medidas Globales

I - Moran

$$I = \frac{N}{S_0} \frac{\sum_{ij} w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad \forall i \neq j$$

c - Geary

$$C = \frac{N-1}{2S_0} \frac{\sum_{ij} w_{ij} (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad \forall i \neq j$$

G - Getis

$$G = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}(d) x_i x_j}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j} \quad \forall i \neq j$$

Contrastes de Autocorrelación Espacial Globales

I de Moran (Moran, 1948)

G de Getis y Ord (Getis and Ord, 92)

H_0 : Ausencia de autocorrelación espacial (distribución aleatoria de la variable)

$$I = \frac{N}{S_0} \frac{\sum_{i \neq j} w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

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

$Z(I) > 0$ sig.: Autocorrelación positiva

(cluster espacial de valores similares en regiones “vecinas”)

$Z(I) < 0$ sig.: Autocorrelación Negativa

(cluster de valores disímiles en regiones “vecinas”)

$Z(G) > 0$ sig.: Concentración de valores elevados en regiones “vecinas”

$Z(G) < 0$ sig.: Concentración de valores bajos en regiones “vecinas”

Contrastes locales de autocorrelación espacial

Local Indicators of Spatial Association (LISA)

Local Moran (I_i) (Anselin, 1995)

New G_i (Ord and Getis, 1995)

H_0 : Ausencia de autocorrelación espacial

$$I_i = \frac{z_i}{\sum_i z_i^2 / N} \sum_{j \in J_i} w_{ij} z_j$$

$Z(I_i) > 0$ sig.: Cluster de valores similares alrededor de la región i

$Z(I_i) < 0$ sig.: Cluster de valores disímiles alrededor de la región i

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

New- $G_i > 0$ sig.: Cluster de valores elevados alrededor de la región i

New- $G_i < 0$ sig.: Cluster de valores bajos alrededor de la región i

Tipología de Modelos de Regresión Espacial [Anselin]

1. Spatial cross regressive
(spatial interaction)

$$Y = X\beta + WX\gamma + u$$

$$u \sim N(0, \sigma^2 I)$$

2. Spatial lag model
(spatial interaction)

$$Y = \rho W \cdot Y + X\beta + u$$

$$u \sim N(0, \sigma^2 I)$$

3. Spatial error model
(spatial errors of measurement)

$$Y = X\beta + u$$

$$u = \lambda Wu + \varepsilon$$

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$$

4. General spatial model

$$Y = \rho W_1 Y + X\beta_1 + W_2 R\beta_2 + u$$

$$u = \lambda W_3 u + \varepsilon$$

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 \Omega)$$

Estimación de los modelos espaciales

MCO no es conveniente



Estimación Máximo Verosímil es la alternativa más utilizada.

$$\begin{aligned}y &= \rho W_1 y + X\beta_1 + \varepsilon \\ \varepsilon &= \lambda W_2 \varepsilon + u \\ u &\sim N(0, \sigma^2 \Omega)\end{aligned}$$



$$\text{LnL}(\phi) = -\frac{N}{2} \ln 2\pi - \frac{1}{2} \ln |\Omega| + \ln |B| + \ln |A| - \frac{1}{2} v'v$$

$$v = \Omega^{-1/2} u = \Omega^{-1/2} B(Ay - X\beta)$$

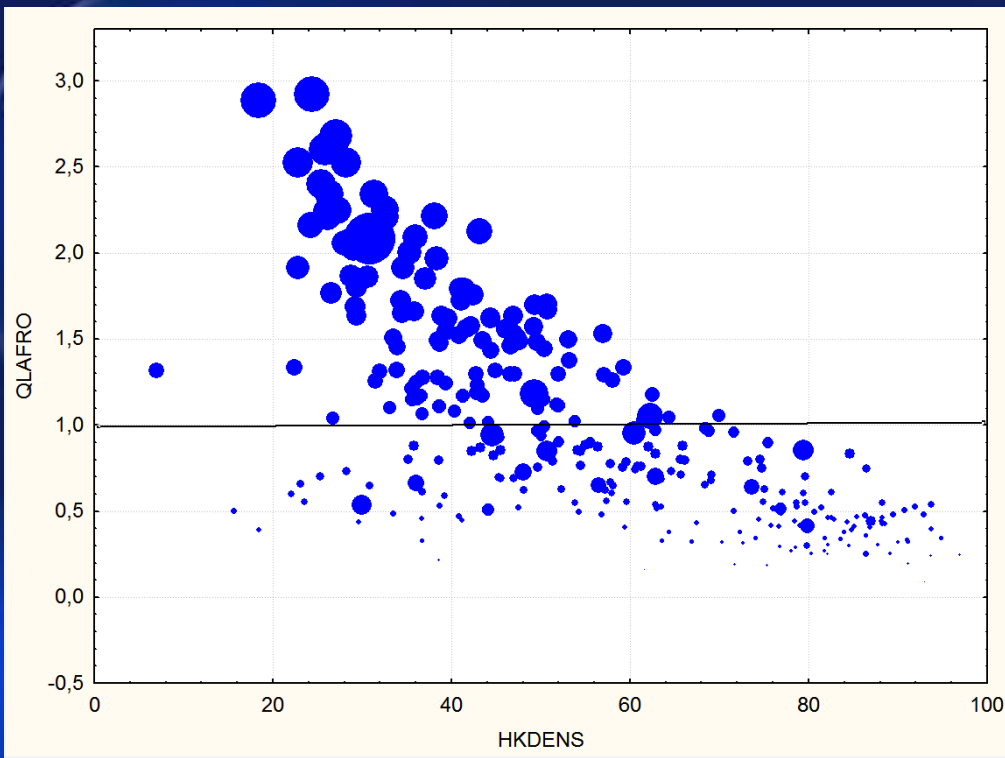
$$\text{LnL}_c = \text{cte} + \ln |I - \rho W| - \frac{N}{2} \ln \left[\frac{(e_0 - \rho e_L)'(e_0 - \rho e_L)}{N} \right]$$

SPATIAL LAG MODEL

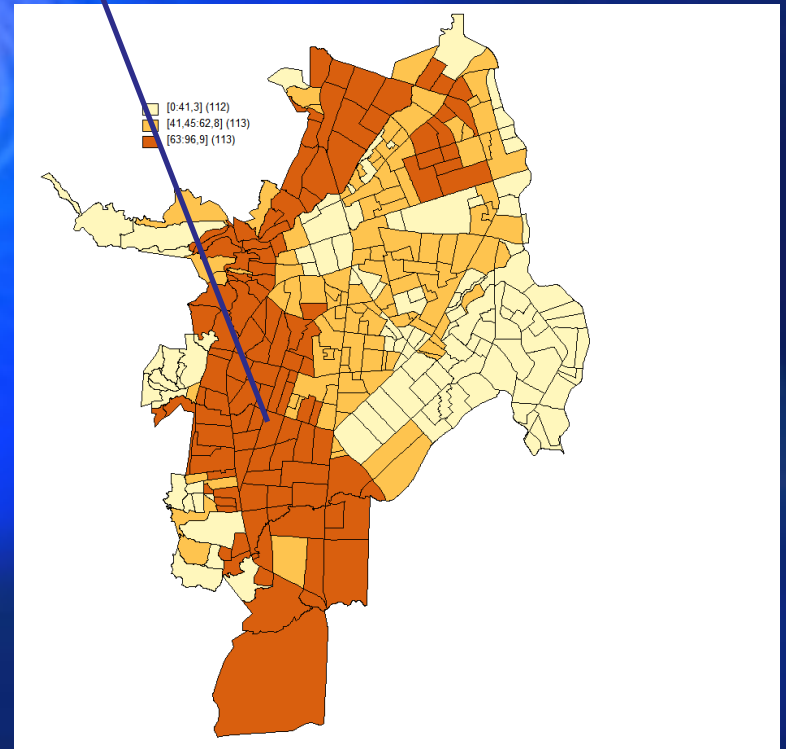
$$\text{LnL}_c = \text{cte} + \ln |I - \lambda W| - \frac{N}{2} \ln \left[\frac{e'(I - \lambda W)'(I - \lambda W)e}{N} \right]$$

SPATIAL ERROR MODEL

Hallazgos



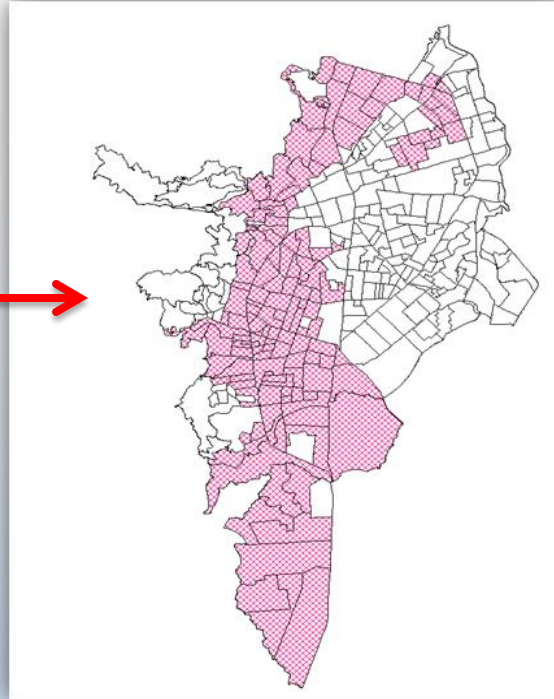
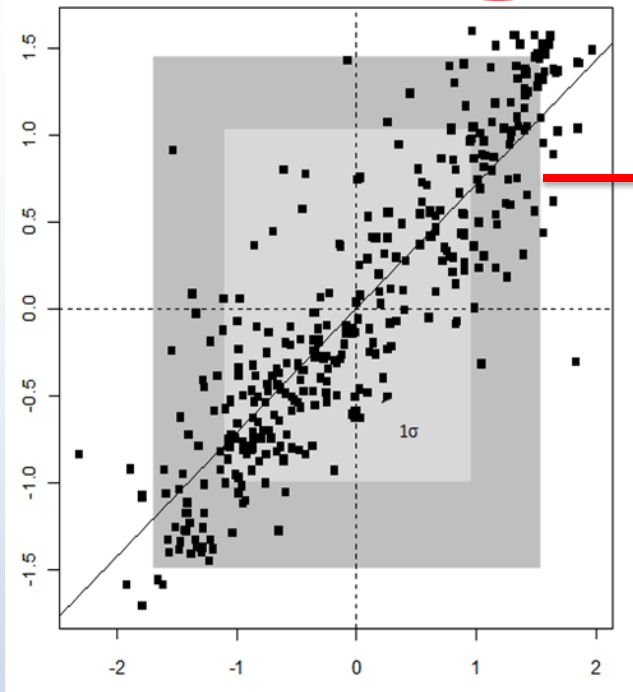
Barrios con mayores valores en la métrica de capital humano y poca presencia de población afro-descendiente



$$[H/L]^* = \sum_{j=1}^N \left\{ \frac{[H/L]_j - [H/L]_{\min}}{N} \right\}$$

Moran global Estandarizado

Diagrama de Dispersión de Moran I = 0.7142



Scatter plot univariante de Moran y Mapa de correlación espacial. Estimaciones propias en Geoda.

La región sombreada en el mapa corresponde al cuadrante I (superior derecho) con altos valores de la métrica de densidad de capital humano y elevada correlación espacial. El eje horizontal del Moran/scatter corresponde a la métrica estandarizada y el eje vertical a la ponderación con la matriz de pesos espacial.

$$I = \frac{N \sum_{ij} w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad i \neq j$$

Barrios con alta densidad de capital humano y rodeados por otros de condición similar.

Gini espacial= 0.57

t_i, t_j : población total en la unidad espacial i e j .

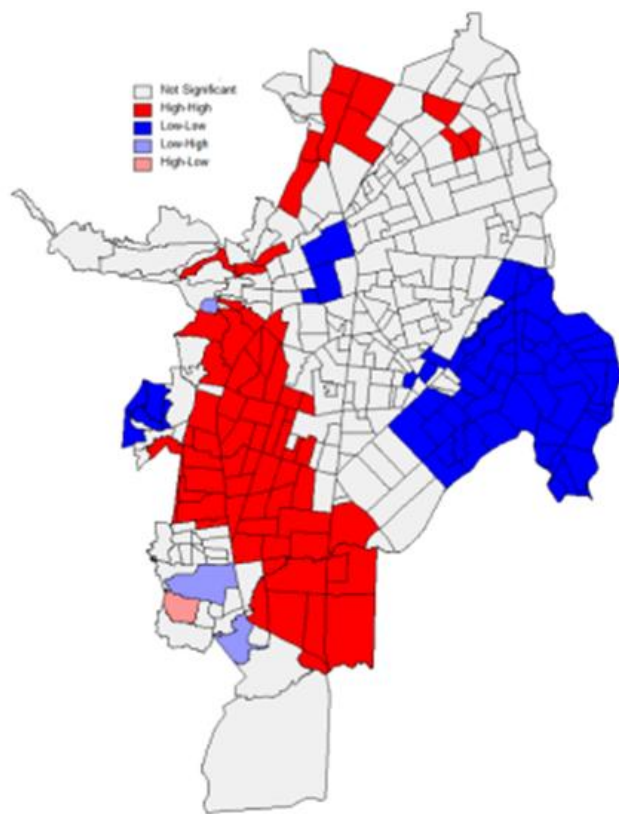
p_i, p_j : proporción del grupo en la unidad espacial.

P : proporción del grupo en la ciudad.

T : población total en la ciudad.

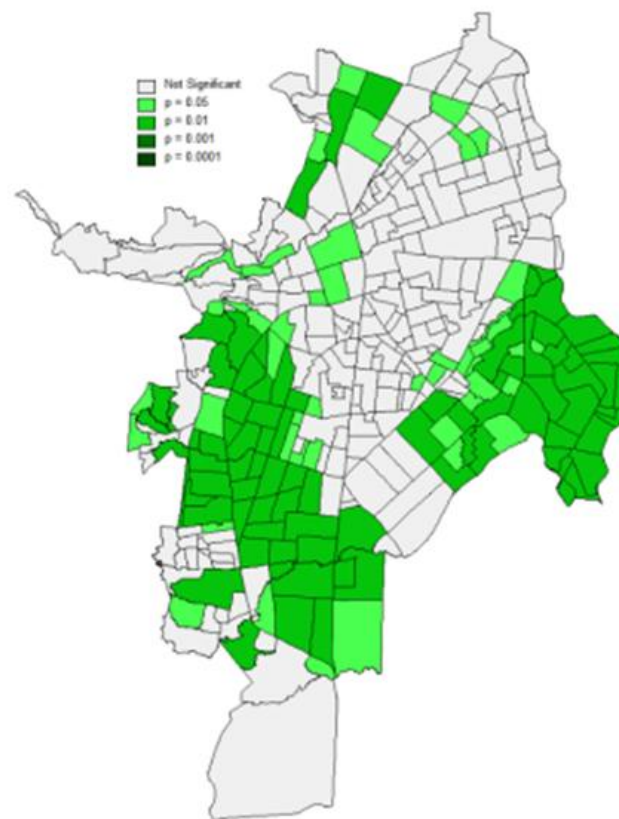
$$G = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left[t_i t_j |p_i - p_j| / 2T^2 P(1 - P) \right]$$

Contrastes LISA univariante para la métrica de capital humano, 2005.



Fuente: Elaboración propia en Geoda

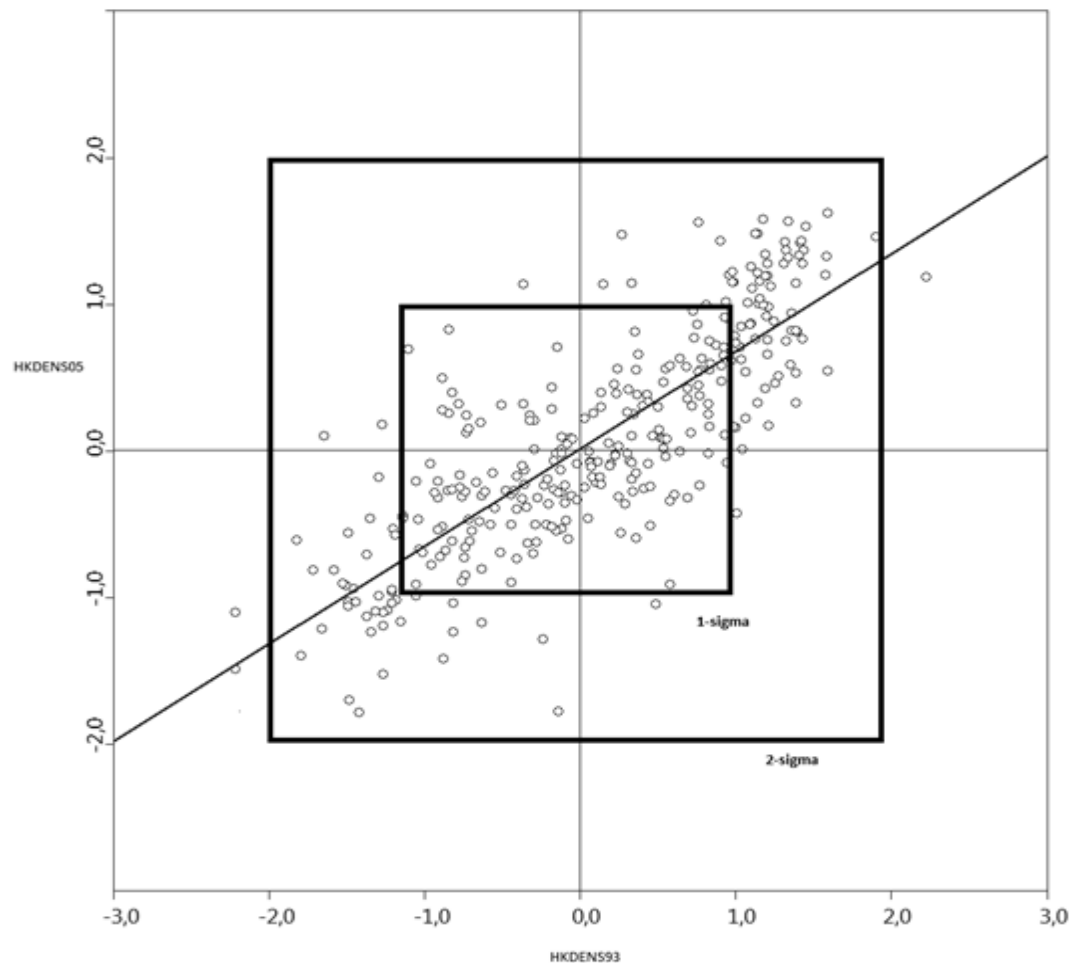
Significancia del contraste LISA univariante



Fuente: Elaboración propia en Geoda

Persistencia de la Segregación

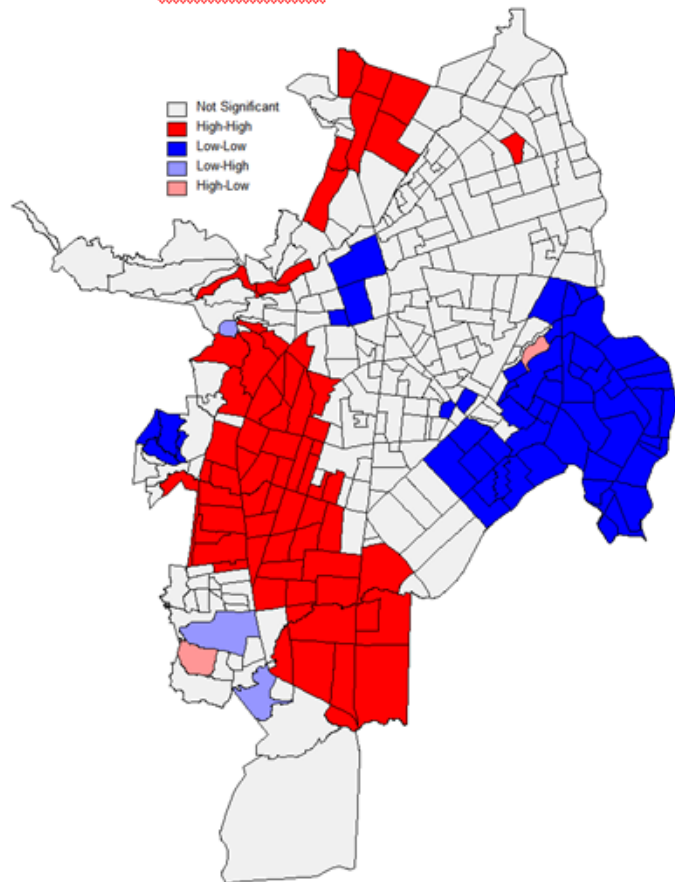
Scatter plot de Moran-Bivariante



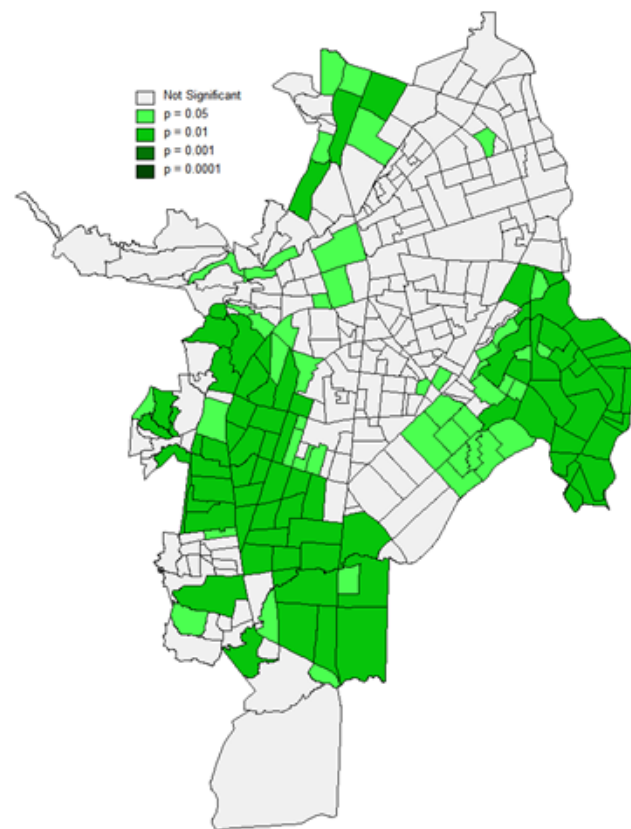
Fuente: Estimaciones propias en Geoda

(*) El eje horizontal corresponde a la métrica de capital humano para el año 1993 y el eje vertical el rezago espacial de primer orden de la métrica para el año 2005.

LISA bivalente HKDENS05 Y HKDENS93



Significancia del LISA bivalente HKDENS05 Y HKDENS93



Fuente: Estimaciones propias en Geoda

Fuente: Estimaciones propias en Geoda

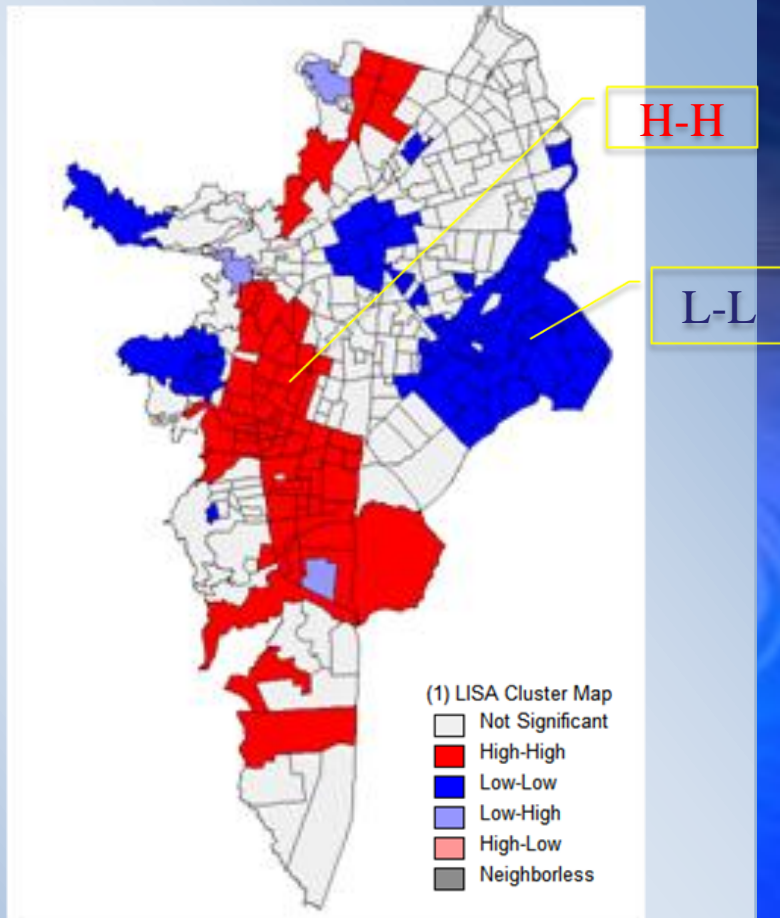


Figura 2. Indicadores Locales (LISA) para la métrica de densidad de capital humano 2005. Estimaciones propias en Geoda.

El eje longitudinal de la ciudad constituye un *cluster* (*high-high* [H-H]) en el que predominan unidades espaciales de alta densidad rodeadas de barrios en la misma condición

En la zona oriental de la ciudad y en la zona de ladera se detecta la presencia de barrios de baja densidad de capital humano con asociación espacial de primer orden (*low-low* [L-L]). L

Modelos econométricos

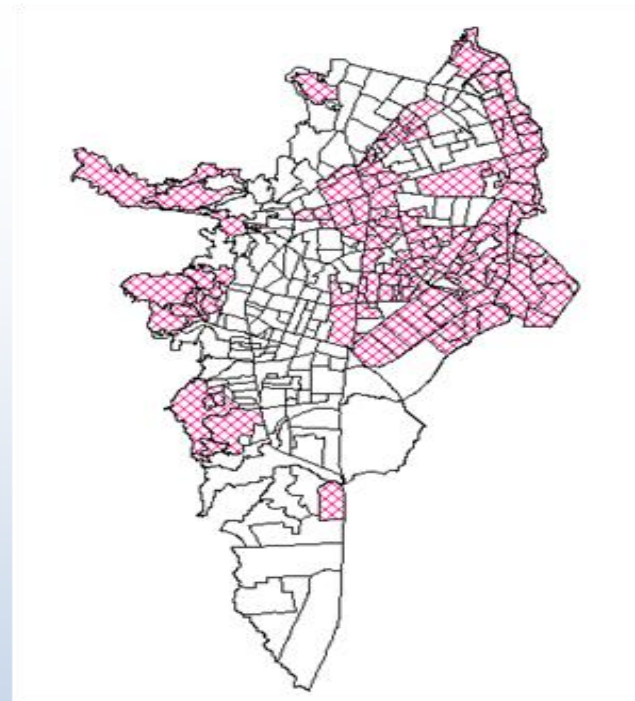
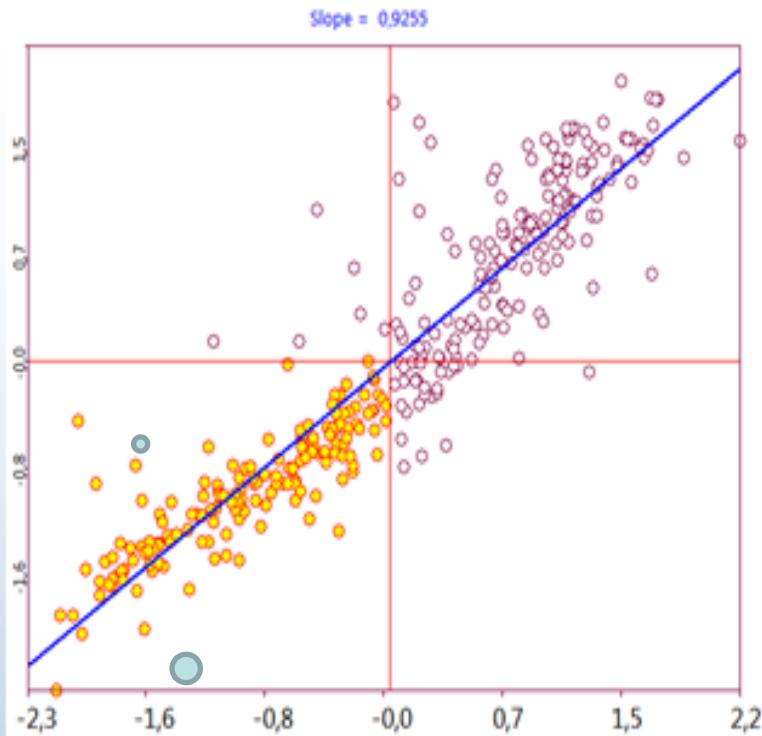


Diagrama de dispersión [H/L] 1993 y 2005 y Persistencia de la segregación. La región sombreada en el mapa corresponde al cuadrante III (inferior izquierdo) con valores bajos de la métrica de densidad de capital humano. El eje horizontal corresponde a la métrica estandarizada para 1993 y el eje vertical a la métrica en el 2005.

Persistencia

El patrón de segregación espacial en Cali es persistente y ha llevado a una mayor polarización en menos de 12 años.

Estrategias de modulación en el análisis confirmatorio

- Modelos no espacial
- Modelos de rezagos espaciales
- Modelos de error espacial

- El mejor modelo:

Modelo autorregresivo en la variable endógena con innovaciones autorregresivas

Modelo heterocedástico con el estimador generalizado de Kalejian y Prucha (1998, 1999, 2010) [GSTSLS]

Estimación por máxima verosimilitud en R: SACSARLM

$$KDENS05_i = \rho * W * HKDENS05_i + \alpha + \beta * HKDENS93_i + \theta * QLAFRO_i + U_i$$
$$U_i = \lambda * W * U_i + \varepsilon_i; \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2 I)$$

Modelos de persistencia de la segregación en Cali

Variable dependiente: Métrica de capital humano 2005, HKDENS05

	OLS	OLS	LAG	ERR	GSTOLS	SACSARLM
CONSTANTE	5,67***	16,21***	8,20**	21,43***	9.78**	10.61**
HKDENS93	0,96***	0,86***	0,77***	0,78***	0.75***	0.76***
QLAFRO		-5,43***	-3,47**	-6,68***	-4.27***	-4.51***
ρ			0,19***		0.19***	0.18***
λ				0,57***	0.39***	0.39***
R2 y <u>Spatial Pseudo R2</u>	86.9% (a)	88.3% (a)			88.8%	90.6% (b)
L-L	-1078,52	-1059,78	-1033,85	-1031,07		-1025.65
N	315	315	315	315	315	315
<u>IMoran(Res)</u>	0,28***	0,28***				
<u>LMλ</u>	***	***				
<u>LMρ</u>	***	***				
<u>LMsarma</u>	***	***				
Test robustos	<u>Sig(LMλ*) < Sig(LMρ*)</u>	<u>Sig(LMλ*) > Sig(LMρ*)</u>				
<u>Akaike</u>	2161.04	2125,56	2075,7	2068,13		2063.30

Fuente: Estimaciones propias en R y Geoda a partir de la base geo-referenciada. L-L: Log likelihood; N: número de barrios considerados en las estimaciones; I-Moran: índice de asociación espacial de Moran; LM λ , LM ρ : Lagrange Multiplier para los modelos de error y de rezago espacial, respectivamente. LM* λ , LM* ρ Versiones robustas de los multiplicadores de Lagrange. Los coeficientes de determinación R² no son informativo en modelos espaciales. (a) Nagelkerke pseudo R².

Descomposición de los efectos

<u>Regresores</u>	Directos	Indirectos	Total
GSTSLs			
HKDENS93	0,7583	0,1736	0,9319
QLAFRO	-4,2894	-0,9820	-5,2714
SACSARLM			
HKDENS93	0,7598	0,1589	0,9186
QLAFRO	-4,5370	-0,9487	-5,4858

Fuente: Estimaciones propias en R.

De acuerdo con esta metodología de descomposición, sugerida por LeSage (2008), alrededor del 82% de los efectos totales corresponden a efectos directos y el 18% restante a los efectos de difusión sobre las demás unidades espaciales.