

XIII
CCTT
2019

XIII CONGRESO COLOMBIANO DE TRANSPORTE Y TRÁNSITO

CARTAGENA DE INDIAS

Evaluación del estrato socioeconómico como variable sustituta del ingreso desde el punto de vista del transporte. Caso de Estudio para Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla

Cantillo-García¹, Guzmán¹, Arellana²

¹Universidad de los Andes. ²Universidad del Norte.

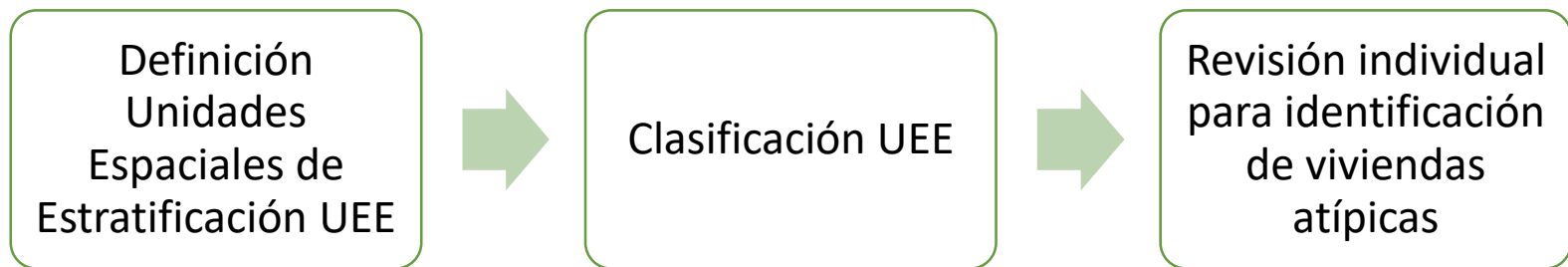
Cartagena de Indias, Colombia
26-28 de Junio de 2019
Organizadores



- El ingreso de los hogares juega un papel fundamental en la investigación de transporte.
- La capacidad de pago es uno de los principales factores que determinan tasas de viaje y elecciones individuales (Ortúzar & Willumsen, 2011).
- En la investigación en transporte en Colombia es común la práctica de usar el estrato socioeconómico de la vivienda como una variable sustituta del ingreso.

Introducción: Estratificación Socioeconómica

- Herramienta de asignación de subsidios en las tarifas de servicios públicos domiciliarios según las condiciones físicas de la vivienda.
- La metodología para realizar la estratificación se basa en la determinación de zonas homogéneas catastrales considerando condiciones físicas, disponibilidad de servicios públicos, vías y usos de suelo en el entorno de los inmuebles.



Proceso metodológico para estratificación (DANE, 2015)

Teniendo en cuenta las consideraciones para la estratificación de viviendas.

¿Es el estrato socioeconómico una variable proxy del ingreso del hogar?

Relación estrato socioeconómico e ingreso del hogar

La mayoría de evaluaciones entre estrato e ingreso en el país se han hecho desde el punto de vista de la clasificación como herramienta de focalización respecto a la capacidad de pago.

- DNP (2008) Evalúa eficiencia del estrato en la asignación de subsidios comparando con indicadores de capacidad de pago. Sugiere analizar nuevas alternativas de focalización como el uso del SISBEN.
- SDP Bogotá (2016) Evalúa estrato como instrumento de focalización con métodos de teoría de juegos en Bogotá, concluyendo que la clasificación reduce la capacidad de redistribución del territorio.
- Sepúlveda et al. (2014) Argumenta que la metodología de estratificación tiene limitaciones en cuanto a las variables de incidencia, no considera poder discriminante, los criterios son vulnerables a presiones políticas y existen deficiencias en los flujos de información.

Diversos estudios han usado el estrato como variable sustituta del ingreso.

- Oviedo & Titheridge (2016) Estudiaron la accesibilidad y exclusión social en Bogotá segmentando según estrato.
- Guzman & Bocarejo (2017) Encontraron diferencias significativas en los tiempos de viaje por rango de ingreso y estrato.
- Márquez, Días, Ortiz, & Central (2016) Indican que el estrato suele ser usado como dato de entrada en modelos de generación.
- Cantillo, Arellana, & Rolong (2015) Usan el estrato en modelos de comportamiento de usuario.

- Regresiones tipo logit ordinal.

$$Y' = \sum_i \beta_i x_i + \varepsilon$$

$$Y = \begin{cases} 1 & \text{si } -\infty < Y' \leq \tau_1 \\ 2 & \text{si } \tau_1 < Y' \leq \tau_2 \\ \dots & \dots \\ k & \text{si } \tau_{k-1} < Y' \leq \infty \end{cases}$$

$$\text{logit}[P(Y \leq k)|x] = \tau_k - \sum_i \beta_i x_i$$

- Datos: Encuestas de movilidad Bogotá (2015), Cali (2015), Medellín (2017) y Barranquilla (2018)
- Variable dependiente: Ingreso.
- Variables independientes: Estrato, tamaño del hogar, disponibilidad de vehículo, porcentaje de trabajadores y estudiantes en el hogar.

| Niveles de ingreso muestrales por ciudad (Millones de COP) | | | | |
|---|---------------|-------------|-----------------|---------------------|
| Nivel | Bogotá | Cali | Medellín | Barranquilla |
| 1 | 0.0 - 0.644 | 0.0 - 0.644 | 0.0 - 0.738 | 0.0 - 0.75 |
| 2 | 0.644 - 1.3 | 0.644 - 1.3 | 0.738 - 1.5 | 0.8 - 1.5 |
| 3 | 1.3 - 2.0 | 1.3 - 1.8 | 1.5 - 2.5 | 1.6 - 3.0 |
| 4 | 2.0 - 2.8 | 1.8 - 2.3 | 2.5 - 3.5 | 3.1 - 5.0 |
| 5 | 2.8 - 4.0 | 2.3 - 3.2 | 3.5 - 5.0 | 5.1 - 7.0 |
| 6 | 4.0 - 5.5 | 3.2 - 4.5 | 5.0 - 7.5 | >7.0 |
| 7 | 5.5 - 8.0 | 4.5 - 6.3 | >7.5 | |
| 8 | >8.0 | 6.3 - 9.0 | | |
| 9 | | >9.0 | | |



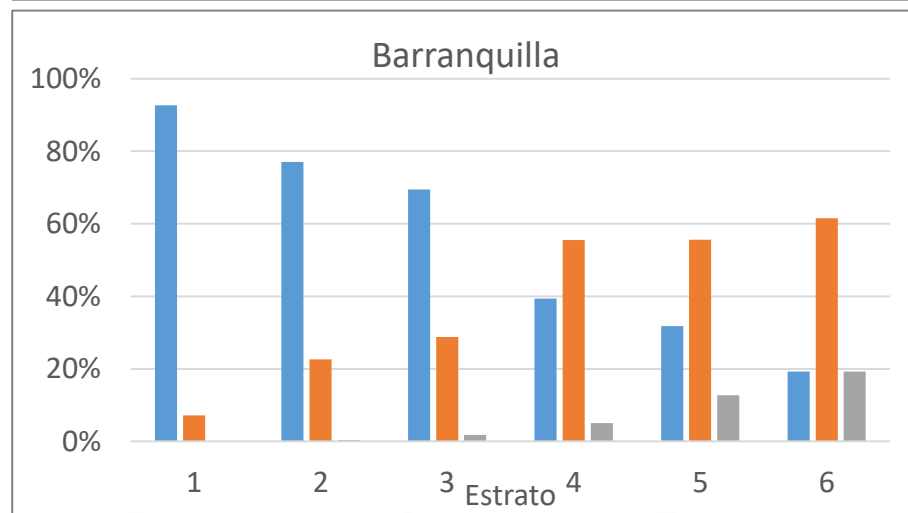
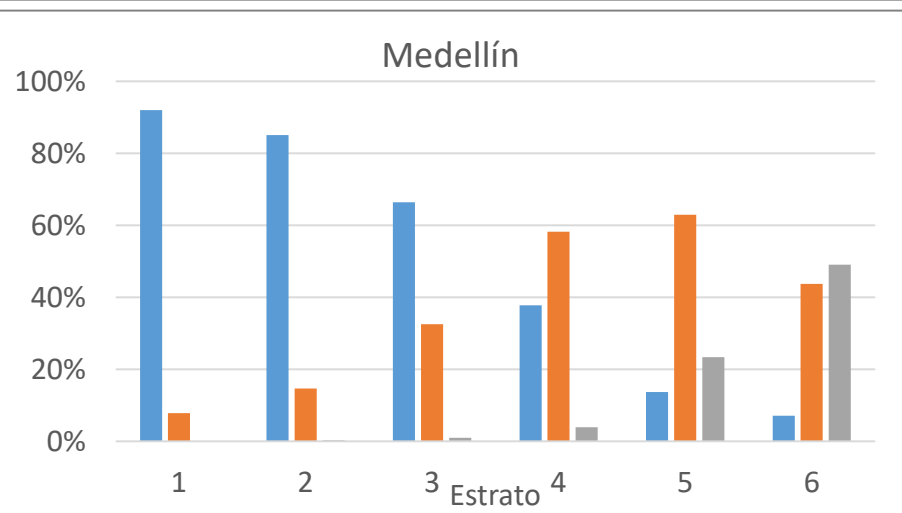
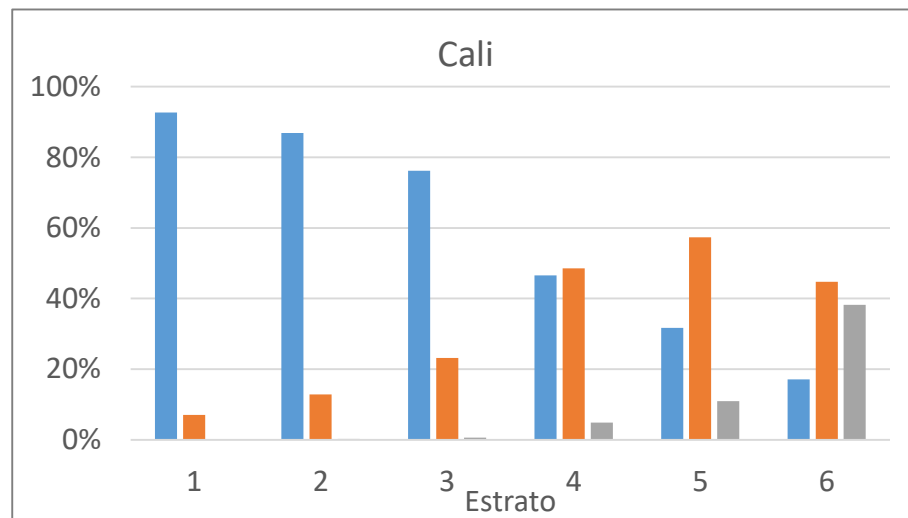
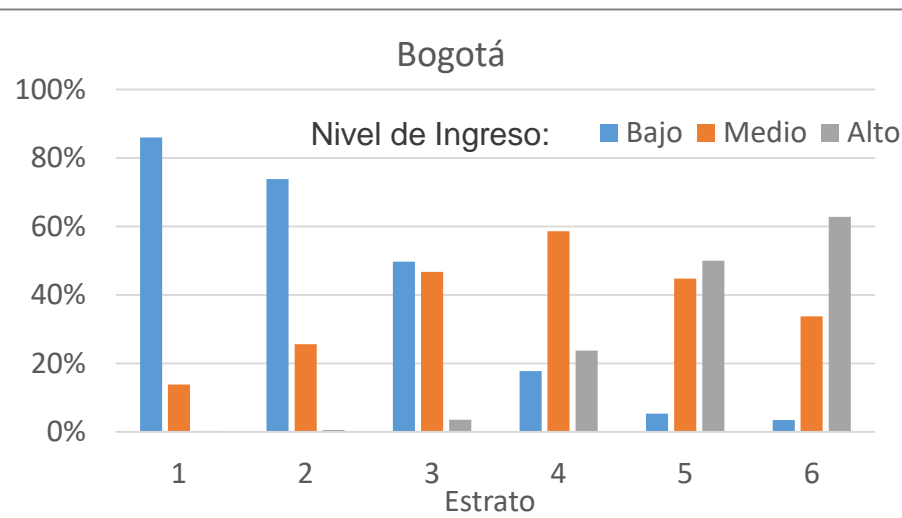
| Niveles de ingreso analizados por ciudad (Millones de COP) | | | | |
|---|---------------|-------------|-----------------|---------------------|
| Nivel | Bogotá | Cali | Medellín | Barranquilla |
| Bajo | <1.3 | <1.3 | <1.5 | <1.5 |
| Medio | 1.3 - 4.0 | 1.3 - 4.5 | 1.5 - 5.0 | 1.5 - 5.0 |
| Alto | >4.0 | >4.5 | >5.0 | >5.0 |

Datos

Descripción de las muestras

| | | Bogotá | Cali | Medellín | Barranquilla |
|--------------------------------------|-----------|---------------|-------------|-----------------|---------------------|
| Observaciones | | 9076 | 7231 | 14692 | 2971 |
| Ingreso | Bajo | 61.0% | 78.1% | 71.5% | 78.9% |
| | Medio | 34.4% | 20.0% | 25.9% | 19.8% |
| | Alto | 4.7% | 1.8% | 2.6% | 1.3% |
| Estrato | 1 | 13.4% | 21.6% | 13.0% | 47.7% |
| | 2 | 41.3% | 33.5% | 42.1% | 26.4% |
| | 3 | 35.1% | 31.1% | 29.5% | 15.0% |
| | 4 | 7.8% | 7.6% | 8.6% | 7.9% |
| | 5 | 1.5% | 4.4% | 5.6% | 2.1% |
| | 6 | 1.0% | 1.7% | 1.2% | 0.9% |
| Habitantes Hogar | Media | 3.1 | 3.4 | 3.2 | 3.7 |
| | Min | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | Max | 10.0 | 20.0 | 11.0 | 15.0 |
| Disponibilidad Vehículo | Auto | 23.4% | 19.2% | 20.1% | 15.9% |
| | Moto | 11.6% | 31.4% | 23.5% | 17.7% |
| | Bicicleta | 0.1% | 22.0% | 4.1% | 11.4% |
| Viajes Promedio | Media | 2.1 | 2.3 | 2.1 | 2.2 |
| | Min | 1.0 | 1.0 | 0.6 | 1.0 |
| | Max | 7.5 | 11.0 | 17.0 | 12.0 |
| Proporción Trabajadores Hogar | Media | 0.48 | 0.42 | 0.44 | 0.40 |
| | Mediana | 0.50 | 0.40 | 0.40 | 0.33 |
| Proporción Estudiantes Hogar | Media | 0.13 | 0.17 | 0.18 | 0.21 |
| | Mediana | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 |

Histogramas estrato socioeconómico y nivel de ingreso

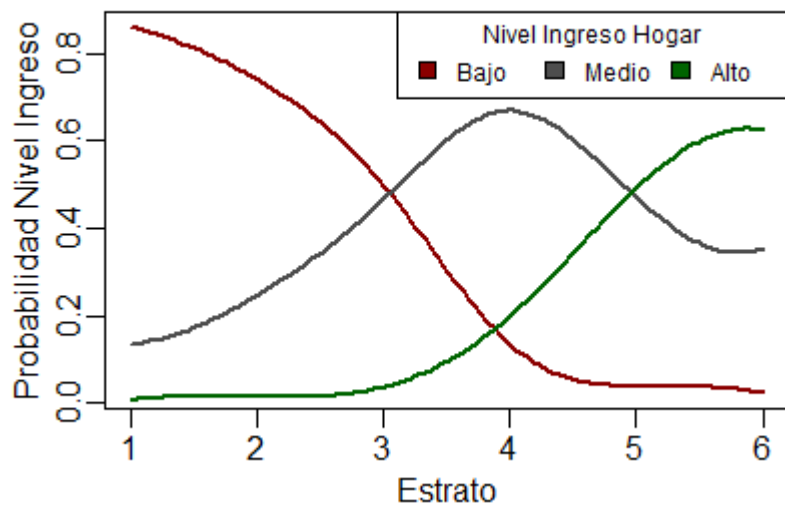


| | | Bogotá | Cali | Medellín | Barranquilla |
|-----------------------------|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Threshold (Ingreso) | Alto | $-\infty < Y' \leq 1.815$ | $-\infty < Y' \leq 2.544$ | $-\infty < Y' \leq 2.446$ | $-\infty < Y' \leq 2.537$ |
| | Medio | $1.815 < Y' \leq 5.082$ | $2.544 < Y' \leq 5.773$ | $2.446 < Y' \leq 6.007$ | $2.537 < Y' \leq 5.937$ |
| | Bajo | $5.082 < Y' \leq \infty$ | $5.773 < Y' \leq \infty$ | $6.007 < Y' \leq \infty$ | $5.937 < Y' \leq \infty$ |
| Estrato | 2 | 0.767 (8.485)* | 0.646 (5.645)* | 0.706 (7.697)* | 1.319 (9.952)* |
| | 3 | 1.824 (20.365)* | 1.372 (12.582)* | 1.758 (19.443)* | 1.721 (11.900)* |
| | 4 | 3.681 (30.384)* | 2.694 (20.937)* | 2.930 (28.854)* | 2.972 (17.971)* |
| | 5 | 5.050 (25.213)* | 3.401 (22.412)* | 4.629 (37.700)* | 3.482 (12.153)* |
| | 6 | 5.585 (22.762)* | 4.992 (21.871)* | 5.884 (31.315)* | 4.237 (9.479)* |
| Pseudo R2 (McFadden) | | 0.1500 | 0.1526 | 0.1912 | 0.1569 |

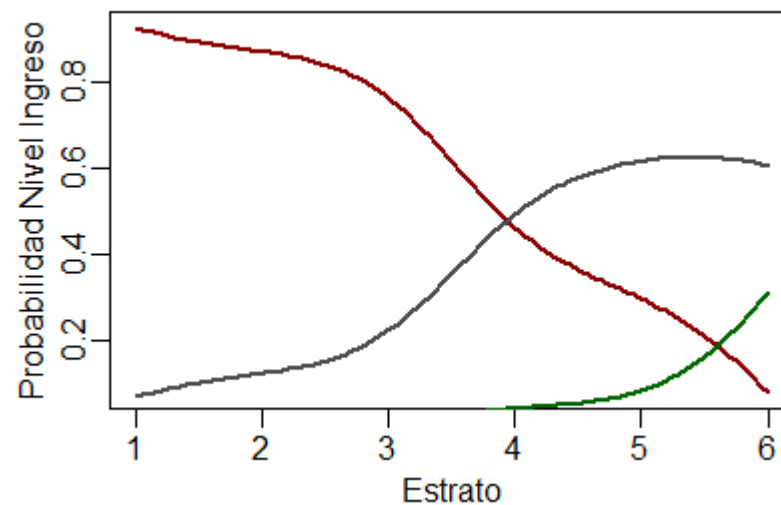
Notación: Coeficiente (t-value)

Probabilidad de pertenecer a un nivel de ingreso dado el estrato

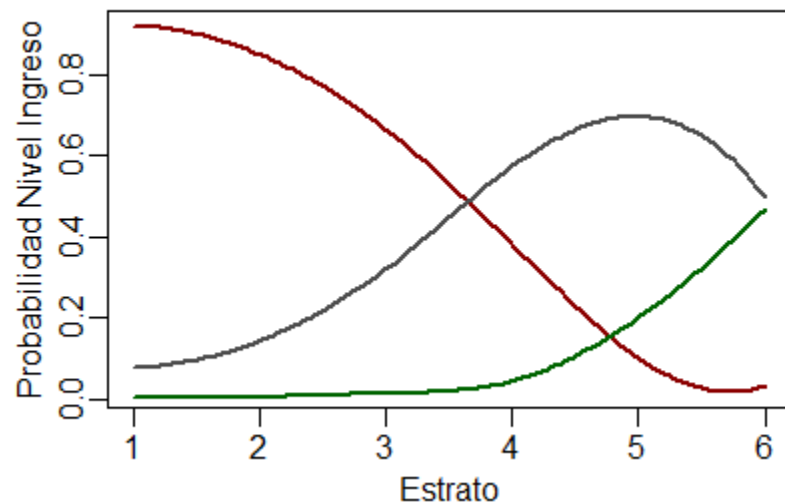
BOGOTA



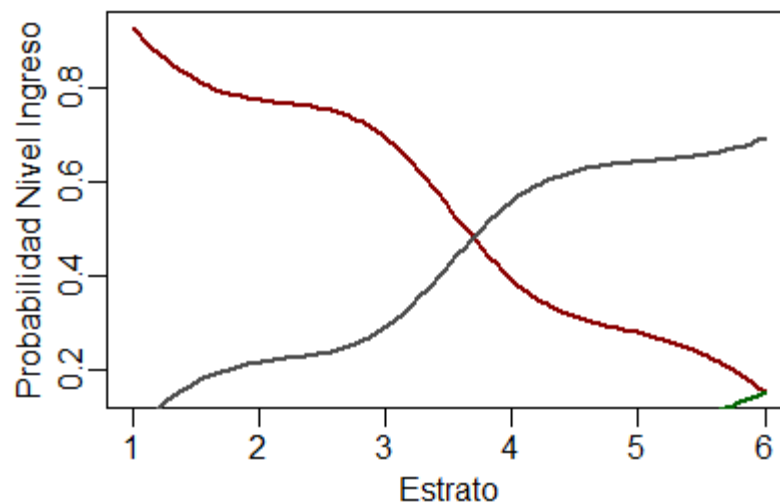
CALI



MEDELLIN



BARRANQUILLA



Resultados

Coeficientes Modelo 2

| | | Bogotá | Cali | Medellín | Barranquilla |
|--------------------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Threshold (Ingreso) | Alto | $-\infty < Y' \leq 4.009$ | $-\infty < Y' \leq 3.758$ | $-\infty < Y' \leq 4.672$ | $-\infty < Y' \leq 3.542$ |
| | Medio | $-0.166 < Y' \leq 7.703$ | $3.758 < Y' \leq 7.234$ | $4.672 < Y' \leq 8.645$ | $3.542 < Y' \leq 7.086$ |
| | Bajo | $7.703 < Y' \leq \infty$ | $7.234 < Y' \leq \infty$ | $8.645 < Y' \leq \infty$ | $7.086 < Y' \leq \infty$ |
| Estrato | 2 | 0.784 (8.268)* | 0.586 (5.014)* | 0.683 (7.219)* | 1.235 (9.109)* |
| | 3 | 1.865 (19.548)* | 1.255 (11.173)* | 1.687 (17.915)* | 1.562 (10.397)* |
| | 4 | 3.707 (28.787)* | 2.492 (18.414)* | 2.879 (26.501)* | 2.744 (15.478)* |
| | 5 | 4.911 (22.834)* | 3.027 (18.981)* | 4.293 (33.308)* | 3.344 (11.141)* |
| | 6 | 5.695 (21.226)* | 4.404 (19.046)* | 5.524 (27.735)* | 4.135 (9.145)* |
| Disponibilidad Vehículo | Auto | 1.357 (23.368)* | 1.357 (18.753)* | 1.244 (23.978)* | 0.845 (6.940)* |
| | Moto | 0.321 (4.386)* | 0.168 (2.341)* | 0.279 (5.668)* | 0.160 (1.187) |
| | Bicicleta | 0.000 (0.000) | 0.000 (0.000) | 0.000 (0.000) | 0.000 (0.000) |
| Habitantes Hogar | | 0.387 (20.051)* | 0.205 (9.588)* | 0.324 (19.775)* | 0.154 (3.690)* |
| Proporción Trabajadores | | 1.251 (14.580)* | 0.727 (6.342)* | 1.866 (22.731)* | 0.864 (5.111)* |
| Proporción Estudiantes | | -0.166 (-1.251) | -0.554 (-3.137) | -0.113 (-0.993) | -0.655 (-3.022) |
| Pseudo R2 (McFadden) | | 0.2375 | 0.2139 | 0.2740 | 0.1882 |

Notación: Coeficiente (t-value)

- Pseudo R2

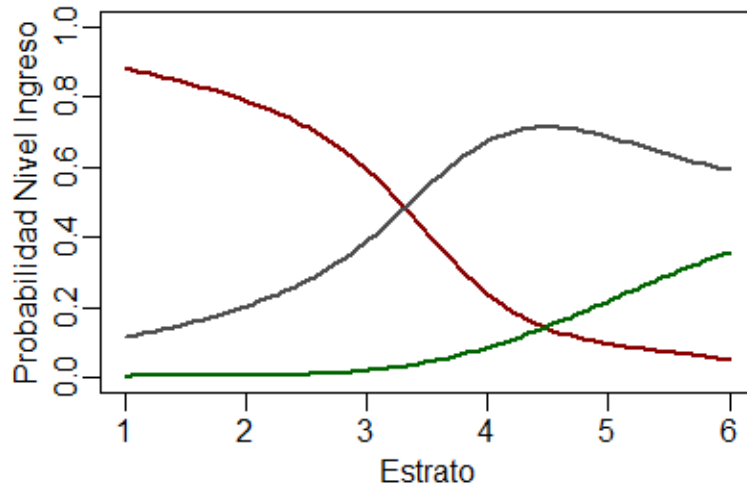
| | Bogotá | Cali | Medellín | Barranquilla |
|-----------|--------|--------|----------|--------------|
| M1 | 0.1500 | 0.1526 | 0.1912 | 0.1569 |
| M2 | 0.2375 | 0.2139 | 0.2740 | 0.1882 |

- Test de razón de verosimilitud

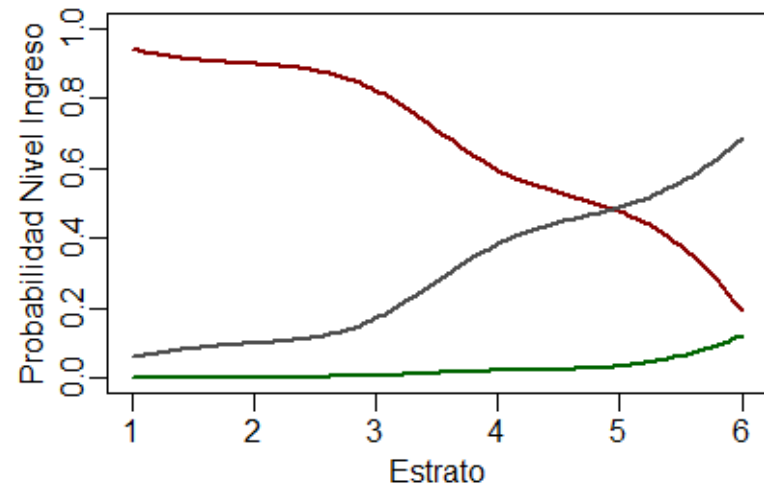
| | Bogotá | Cali | Medellín | Barranquilla |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| M1 Log-Verosimilitud | -6267.0 | -3602.9 | -8148.8 | -1411.6 |
| M2 Log-Verosimilitud | -5622.5 | -3341.9 | -7314.0 | -1359.2 |
| LR | 1288.9 | 521.83 | 1669.7 | 104.84 |
| Pr(>Chi2) | < 2.2e-16 | < 2.2e-16 | < 2.2e-16 | < 2.2e-16 |

Probabilidad de pertenecer a un nivel de ingreso dado el estrato y disponibilidad de auto en el hogar

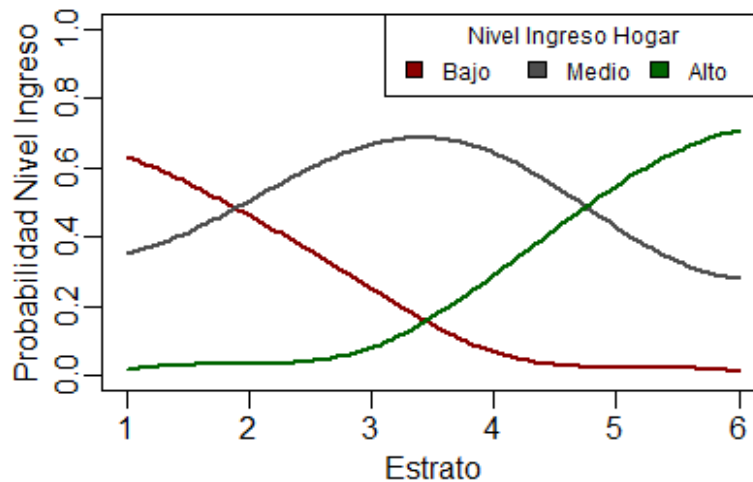
BOGOTA: SIN AUTO



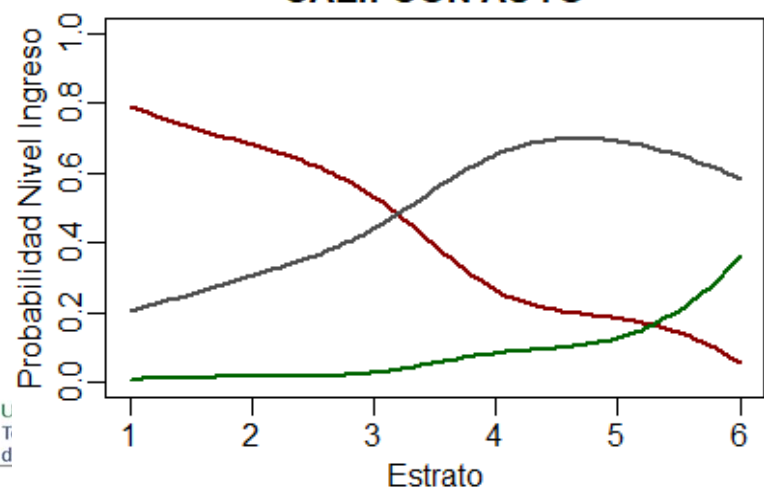
CALI: SIN AUTO



BOGOTA: CON AUTO

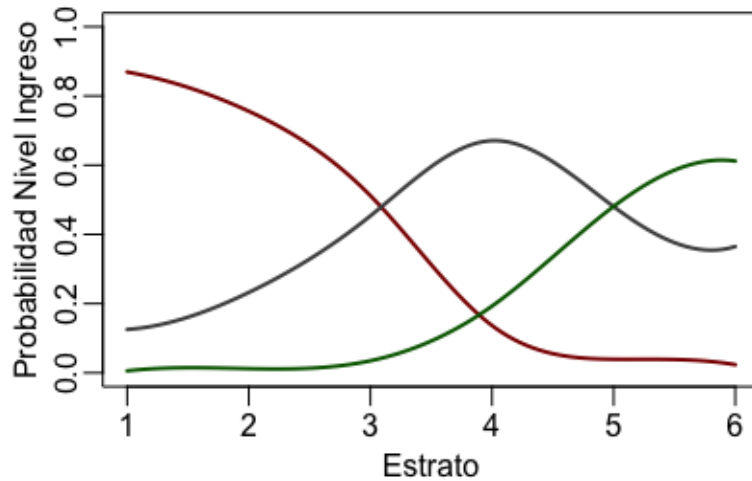


CALI: CON AUTO

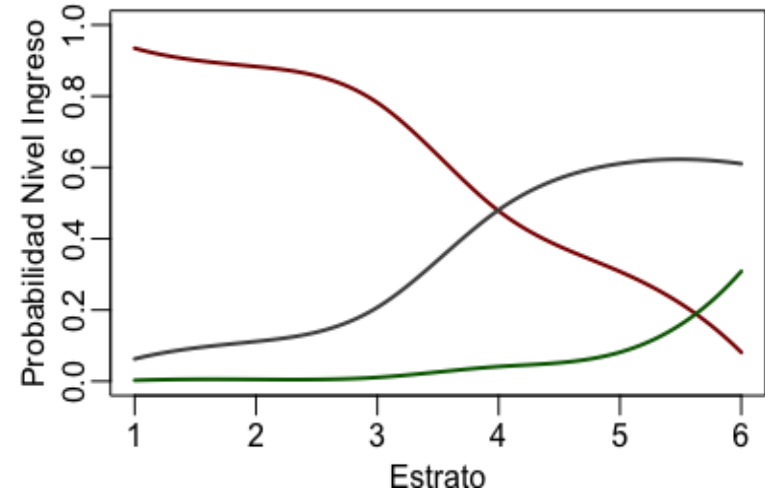


Probabilidad de pertenecer a un nivel de ingreso dado el estrato y disponibilidad de moto en el hogar

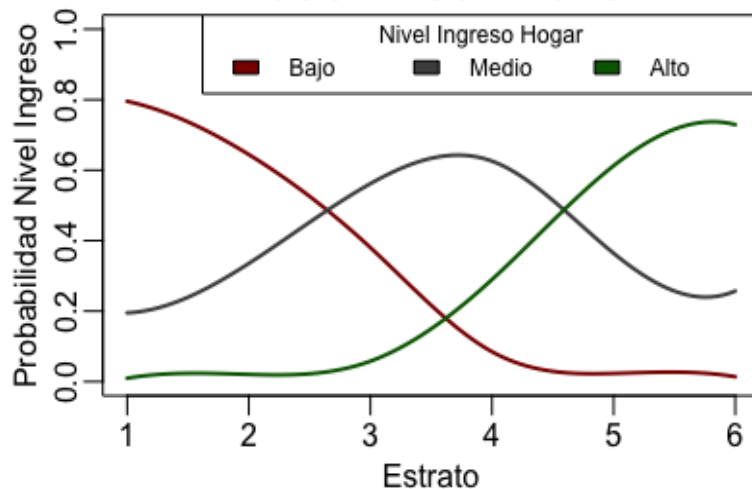
BOGOTA: SIN MOTO



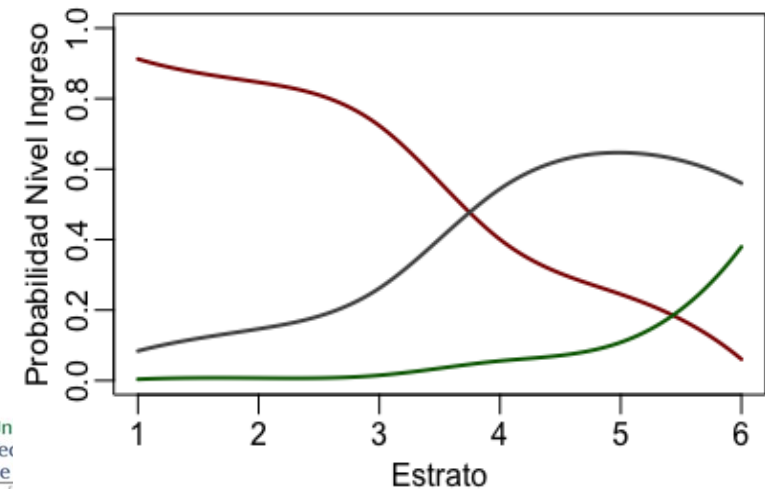
CALI: SIN MOTO



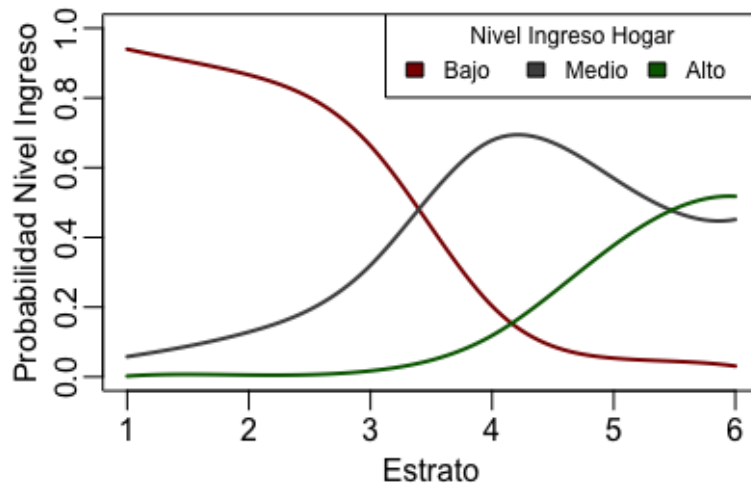
BOGOTA: CON MOTO



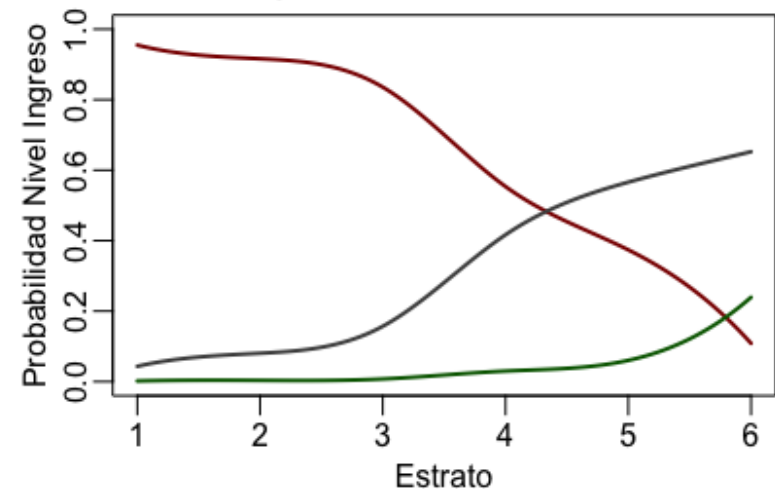
CALI: CON MOTO



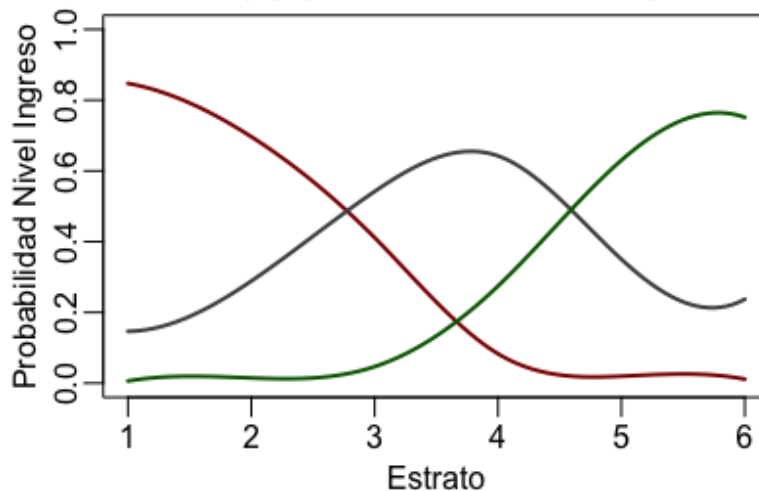
BOGOTA: 1 HABITANTE



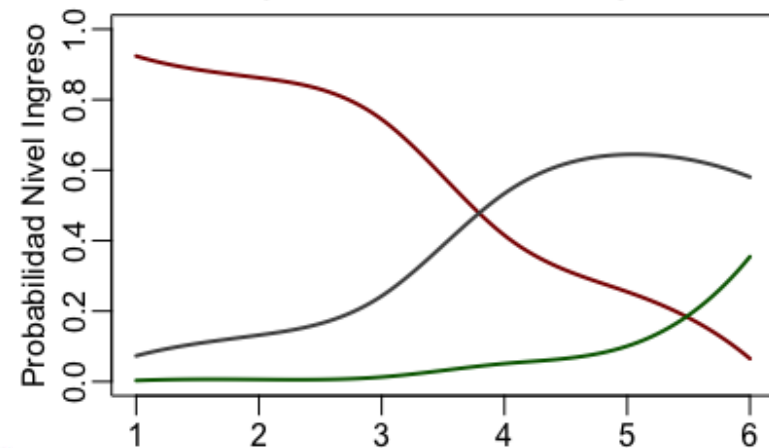
CALI: 1 HABITANTE



BOGOTA: 4 HABITANTES



CALI: 4 HABITANTES



- Existe una correlación positiva entre estrato socioeconómico de la vivienda e ingreso del hogar.
- Sin embargo, para usar el estrato como proxy del ingreso se recomienda adicionar características del hogar, en especial tamaño del hogar, disponibilidad de vehículos y proporción de trabajadores.
- Las probabilidades de pertenecer a un determinado nivel de ingreso dado un estrato están condicionadas por las características del hogar.

Investigaciones futuras:

- Evaluación de modelos de transporte que incluyan estratos comparados con unos que incluyan ingresos.

¡Muchas Gracias!

Únete al debate en twitter
@GrupoSUR_UAndes



Contacto.
va.cantillo@uniandes.edu.co

- Alzate, M. C. (2006). La estratificación socioeconómica para el cobro de los servicios públicos domiciliarios en Colombia ¿Solidaridad o focalización? Bogotá.
- Bocarejo S., J. P., & Oviedo H., D. R. (2012). Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. *Journal of Transport Geography*, 24, 142–154.
- Bogliacino, F., Jimenez, L., & Reyes, D. (2015). Identificar la incidencia de la estratificación socioeconómica urbana sobre la segregación de los hogares bogotanos. *Investigaciones y Productos CID*, 24, 2015.
- Cantillo, V., Arellana, J., & Rolong, M. (2015). Modelling pedestrian crossing behaviour in urban roads: A latent variable approach. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 32, 56–67.
- Delmelle, E. C., & Casas, I. (2012). Evaluating the spatial equity of bus rapid transit-based accessibility patterns in a developing country: The case of Cali, Colombia. *Transport Policy*, 20, 36–46.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2015). Metodología de estratificación socioeconómica urbana para servicios públicos domiciliarios. Enfoque conceptual.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2008). Evaluación de la estratificación socioeconómica como instrumento de clasificación de los usuarios y herramienta de asignación de subsidios a los servicios públicos.
- Guzman, L. A., & Bocarejo, J. P. (2017). Urban form and spatial urban equity in Bogota, Colombia. *Transportation Research Procedia*, 25, 4491–4506.
- Guzman, L. A., & Oviedo, D. (2018). Accessibility, affordability and equity: Assessing ‘pro-poor’ public transport subsidies in Bogotá. *Transport Policy*, 68(June 2017), 37–51.

- Jaramillo, C., Lizárraga, C., & Grindlay, A. L. (2012). Spatial disparity in transport social needs and public transport provision in Santiago de Cali (Colombia). *Journal of Transport Geography*, 24, 340–357.
- Márquez, L., Días, M., Ortiz, D., & Central, U. (2016). Transferibilidad geográfica de modelos de generación de viajes urbanos : comparación de modelos de regresión y tasas de viajes para algunas ciudades colombianas Geographic transferability of urban travel generation models : Comparison of regression models. *Ingeniería y Desarrollo*, 34(1), 225–247.
- Munoz-Raskin, R. (2010). Walking accessibility to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogotá, Colombia. *Transport Policy*, 17(2), 72–84.
- Ortuzar, J. D., & Willumsen, L. G. (2011). *Modelling Transport*, 4th Edition.
- Oviedo Hernandez, D., & Titheridge, H. (2016). Mobilities of the periphery: Informality, access and social exclusion in the urban fringe in Colombia. *Journal of Transport Geography*, 55, 152–164.
- Secretaría Distrital de Planeación. (2016). *La estratificación en Bogotá: Impacto social y alternativas para asignar subsidios*.
- Sepulveda, C., Lopez, D., Gallego, J. M., Acosta, J., Bernal, L., Bonilla, J., ... Tejedor, F. (2014). *Los límites de la estratificación, en busca de alternativas* (1st ed.; C. Sepulveda, D. Lopez, & J. M. Gallego, eds.). Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.
- Teunissen, T., Sarmiento, O., Zuidgeest, M., & Brussel, M. (2015). Mapping equality in access: The case of Bogotá's sustainable transportation initiatives. *International Journal of Sustainable Transportation*, 9(7), 457–467.