

XIII  
CCTT  
2019

XIII CONGRESO COLOMBIANO  
DE TRANSPORTE Y TRÁNSITO  
CARTAGENA DE INDIAS

# Patrones de movilidad de caminantes en Bogotá y la influencia del territorio

---

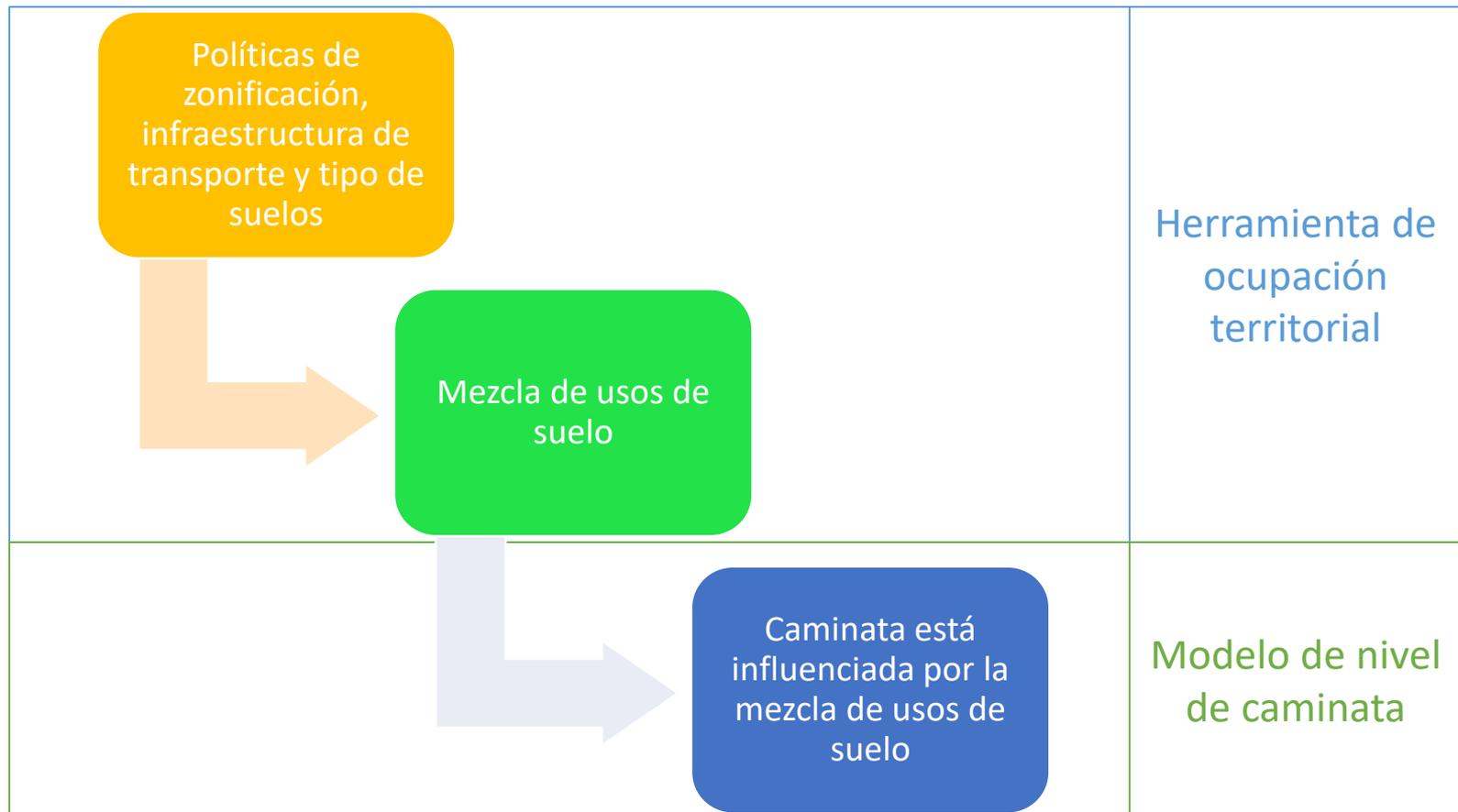
Peña J.<sup>1</sup>, Guzmán L.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional (Grupo SUR),  
Departamento de ingeniería civil y ambiental, Universidad de Los Andes

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



Especificar un modelo econométrico que relacione una medida de nivel de caminata, con los usos de suelo y la infraestructura de transporte en Bogotá.



# Definición de nivel de caminata

Modelo econométrico que relaciona las características sociodemográficas y del entorno de determinado individuo con su nivel de caminata

$$\underbrace{Caminata}_{\text{Variable / viaje}} = \underbrace{\sum (\beta_{Ind} \cdot Ind)}_{\text{Variable / Persona u hogar}} + \underbrace{\sum (\beta_{Ent} \cdot BEnt)}_{\text{Variable / Entorno}} + \beta_0$$

<b>Variable / viaje</b>	<b>Variable / Persona u hogar</b>	<b>Variable / Entorno</b>
Distancia de viaje en metros	Variables socio-demográficas	Mezcla de usos de suelo

# Recolección de información

*Variables socio-demográficas y de movilidad*

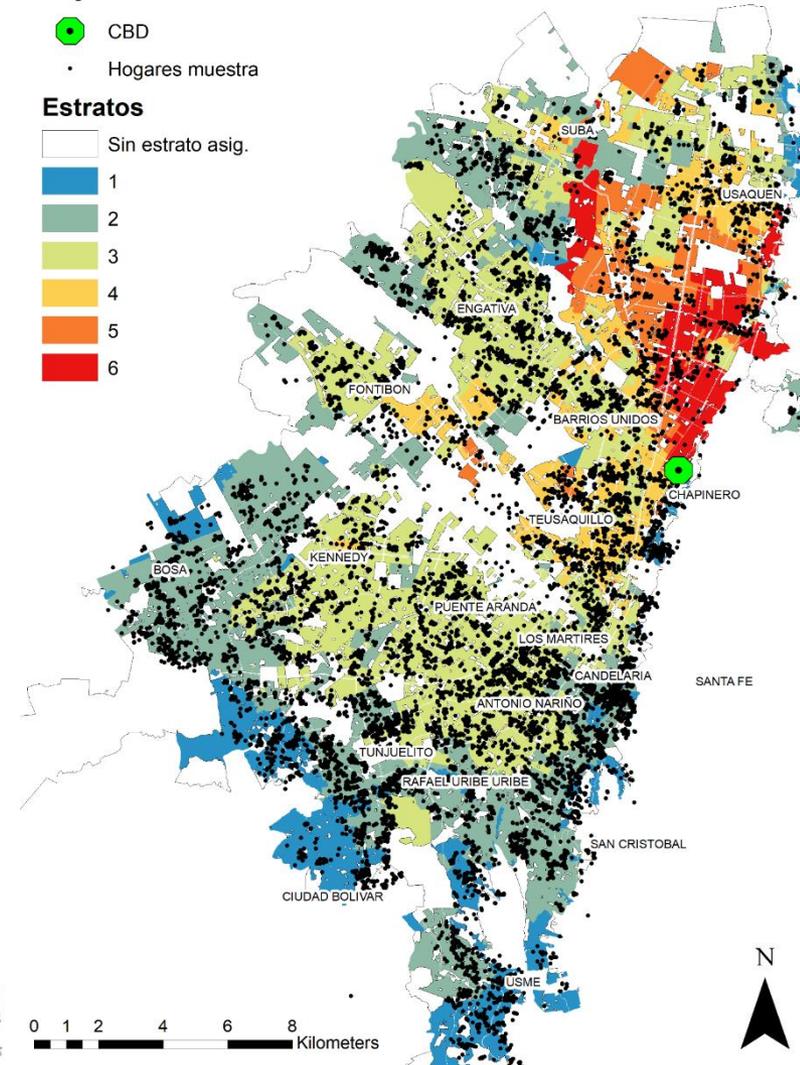
- Área de estudio Bogotá
- Viajes en día hábil, todos los propósitos menos volver a casa, realizados por personas de 12 años o mayores.
- Mediante las coordenadas se identificó los viajes basados en el hogar (Home Based)
- Distancia hasta el punto de mayor densidad de empleo
- Muestra final:
  - 23,011 viajes
  - 22,232 personas
  - 12,418 hogares

## Leyenda

- CBD
- Hogares muestra

## Estratos

- Sin estrato asig.
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6



Usos de suelo en celdas de resolución 60x60 m – factor de entropía en un buffer de 1 km alrededor del hogar.

$$EnSc = - \frac{\sum(p_k \cdot \ln p_k)}{\ln N}$$

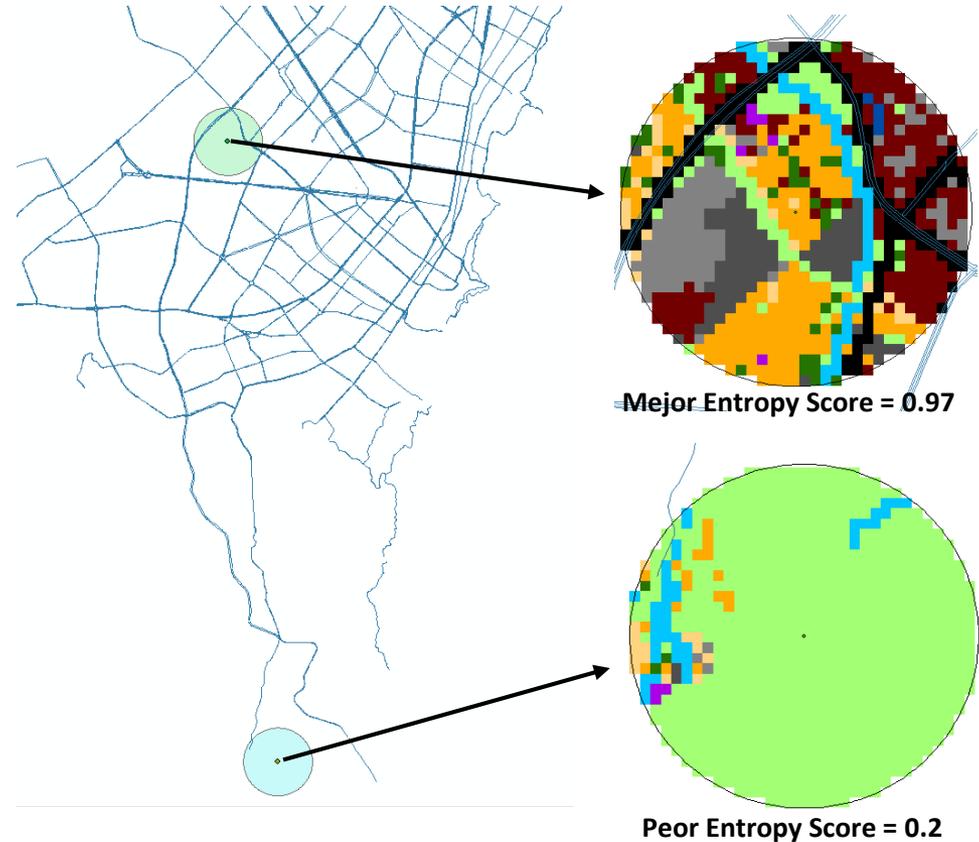
Donde:

*EnSc* Índice de entropía

*k* = categoría de uso de suelo

*p* = proporción de área de dicada a cada uso *k*

*N* = es el número de categorías de uso posibles



Leslie, E., *et. al*(2007). Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes. *Health and Place*, 13(1), 111–122.

# Variables preliminares

	Variable	Min	Max	Proporción/ Promedio
Genero	Hombre	0	1	0.48
	Mujer	0	1	0.52
Edad	12 a 22 años	0	1	0.21
	23 a 56 años	0	1	0.59
	57 a 99 años	0	1	0.20
Actividad principal a la que se dedica	Estudia/Trabaja	0	1	0.75
	Otras	0	1	0.25
Licencia de conducción	Sin licencia	0	1	0.70
	Con licencia	0	1	0.30
Estrato	Bajo (Est 1 y 2)	0	1	0.52
	Medio (Est 3)	0	1	0.35
	Alto (Est 4, 5 y 6)	0	1	0.13
Número de personas por hogar	Factor con 6 niveles	0	1	
Número de vehículos por hogar	Cero	0	1	0.65
	Uno	0	1	0.28
	Dos o más	0	1	0.07

# Variables preliminares

	Variable	Min	Max	Proporción/ Promedio
Modo de transporte utilizado en el viaje	TransMilenio	0	1	0.16
	SITP	0	1	0.27
	Taxi	0	1	0.07
	Auto	0	1	0.11
	Moto	0	1	0.05
	Bicicleta	0	1	0.04
	Peatón	0	1	0.30
Tipo de viaje	No obligado	0	1	0.44
	Obligado	0	1	0.56
Factor de entropía	Número entre 0 y 1	0,51	0,97	0.76
Estaciones de Transmilenio cercanas	Número entre 0 y 11	0	11	1.36
Distancia hasta el punto de mayor densidad de empleo	Distancia en metros	421	19,712	9,988

# Análisis preliminar

Histograma de distancia en red

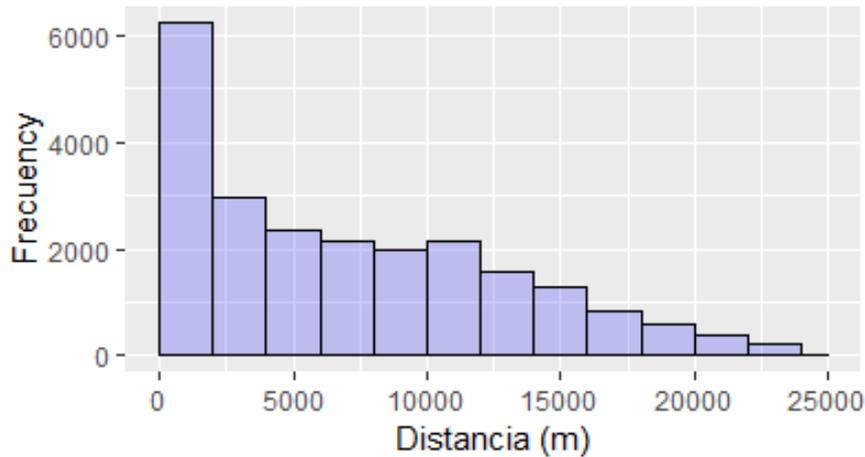
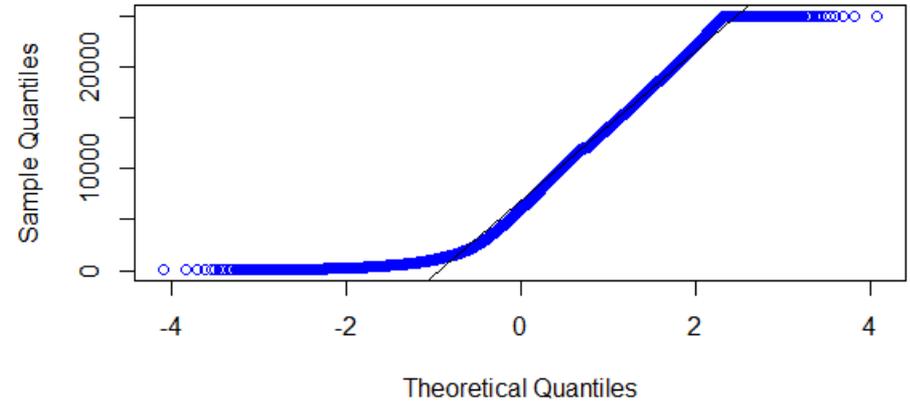


Gráfico cuantil – cuantil de dist. en red



Histograma del logaritmo de distancia en red

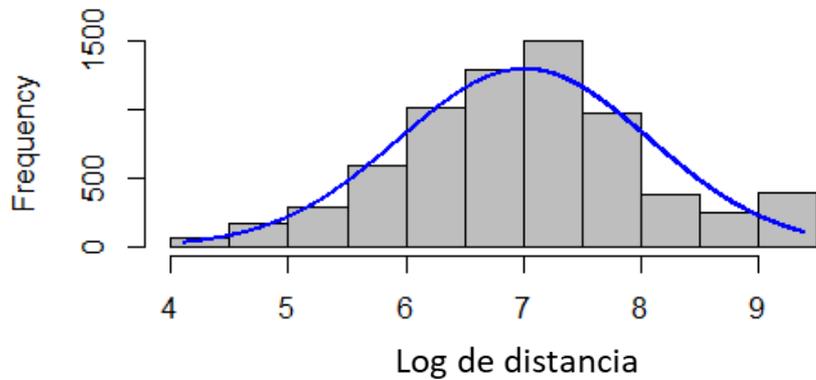
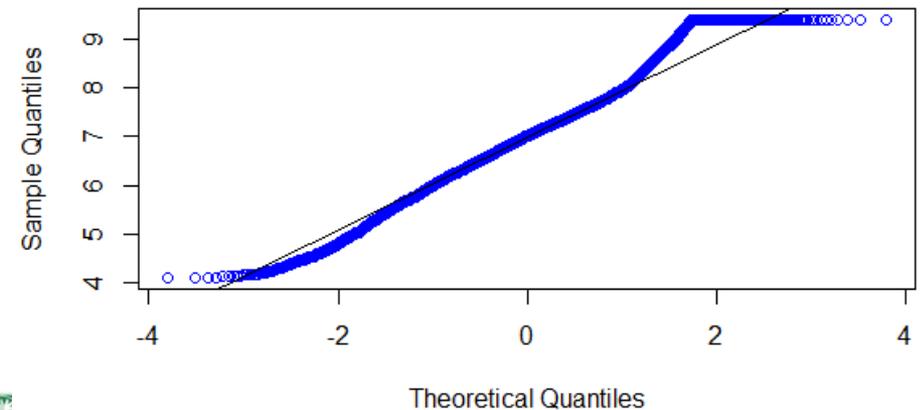
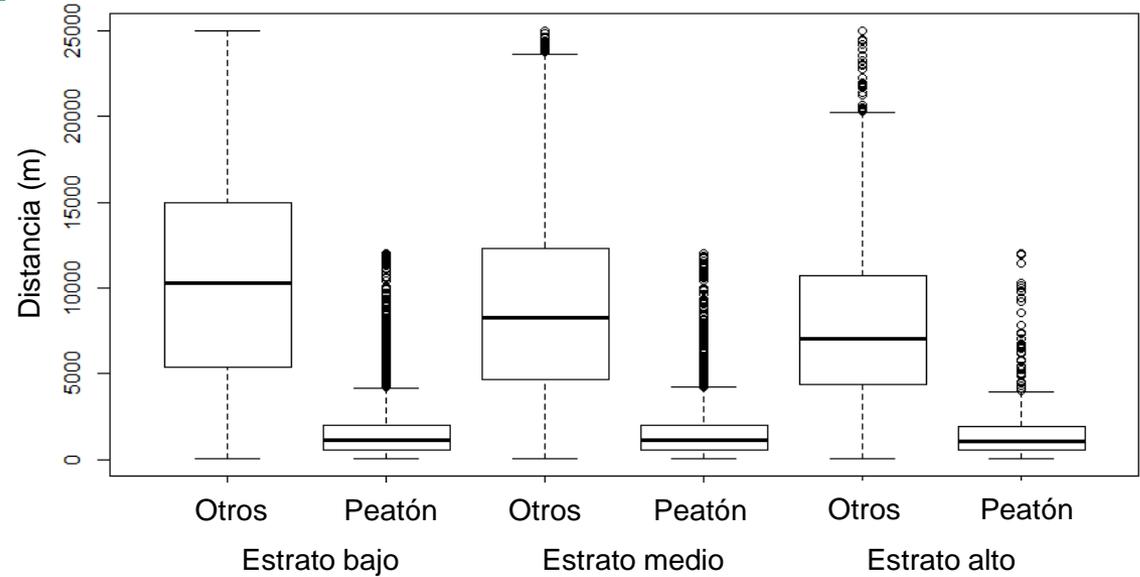


Gráfico cuantil – cuantil del log dist. en red

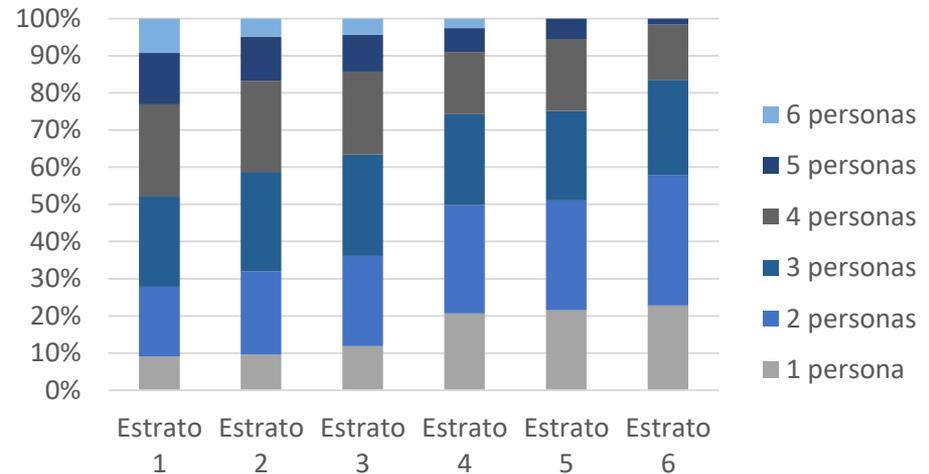


# Análisis preliminar

Box plot con estrato y modo



Número de personas por hogar por estrato



Categoría	Variable	Estimado	P-value
	Constante	16.32	< 0.0001
Genero	Mujer	-1.48	< 0.0001
Edad	23 a 52 años	1.52	< 0.0001
	53 a 99 años	0.91	0,0062
Estrato	Medio (Est 3)	-1.49	0,0018
	Alto (Est 4, 5 y 6)	-2.55	0,0005
Actividad principal	Otras	-1.55	< 0.0001
Modo de transporte utilizado en el viaje	SITP	-5.80	< 0.0001
	Taxi	-8.14	< 0.0001
	Auto	-6.38	< 0.0001
	Moto	-4.65	< 0.0001
	Bicicleta	-9.40	< 0.0001
	Peatón	-14.75	< 0.0001
Variables del entorno	Factor de entropía	-5.12	< 0.0001
	Estaciones de TM	-0.58	< 0.0001

	Variable	Estimado	P-value
Interacción Modo – Estrato Medio	Bicicleta: Estrato Medio	-4.85	< 0.0001
	Peatón: Estrato Medio	2.99	< 0.0001
Interacción Modo – Estrato Alto	Taxi: Estrato Alto	3.24	0.0115
	Auto: Estrato Alto	2.11	0.0638
	Peatón: Estrato Alto	3.86	< 0.0001

R<sup>2</sup> ajustado = 0.5709

**Para comprobar la significancia de las interacciones se hizo una prueba F parcial**

**Modelo completo:** Incluye interacción entre estrato y modo de transporte

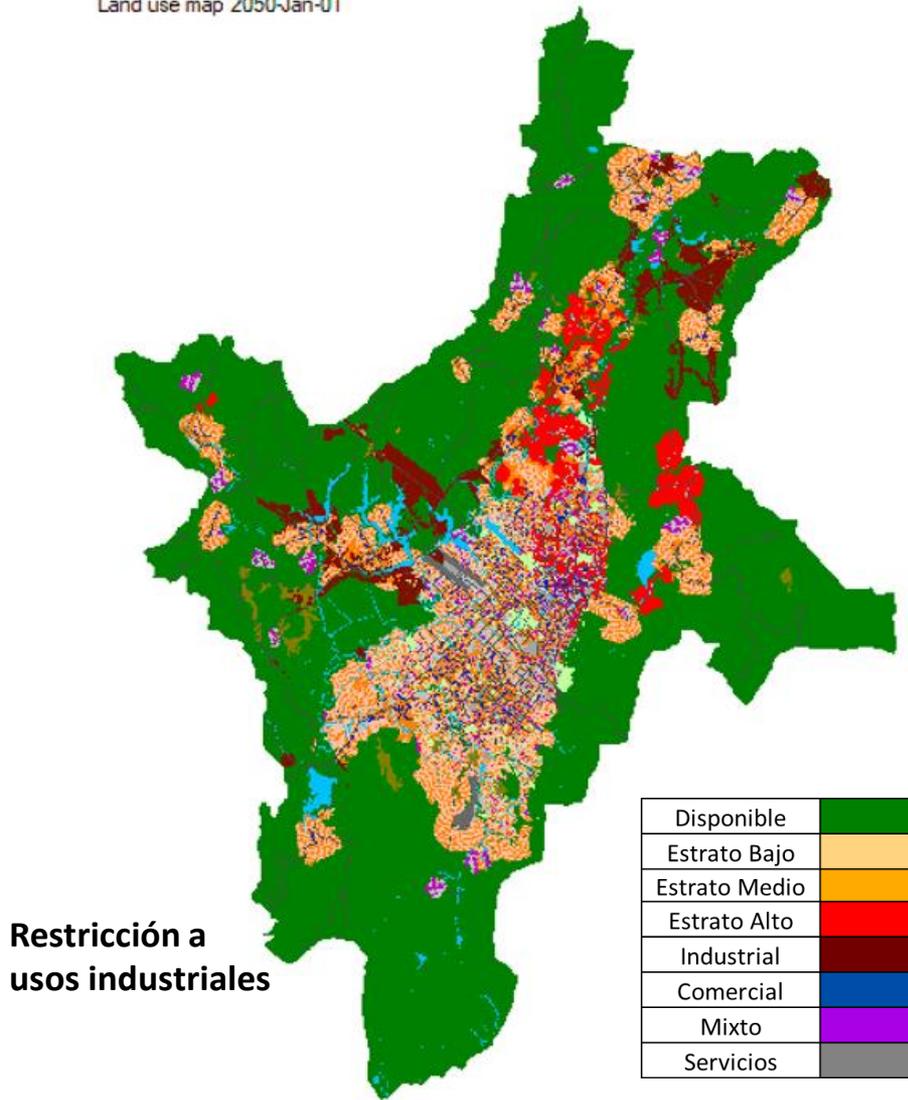
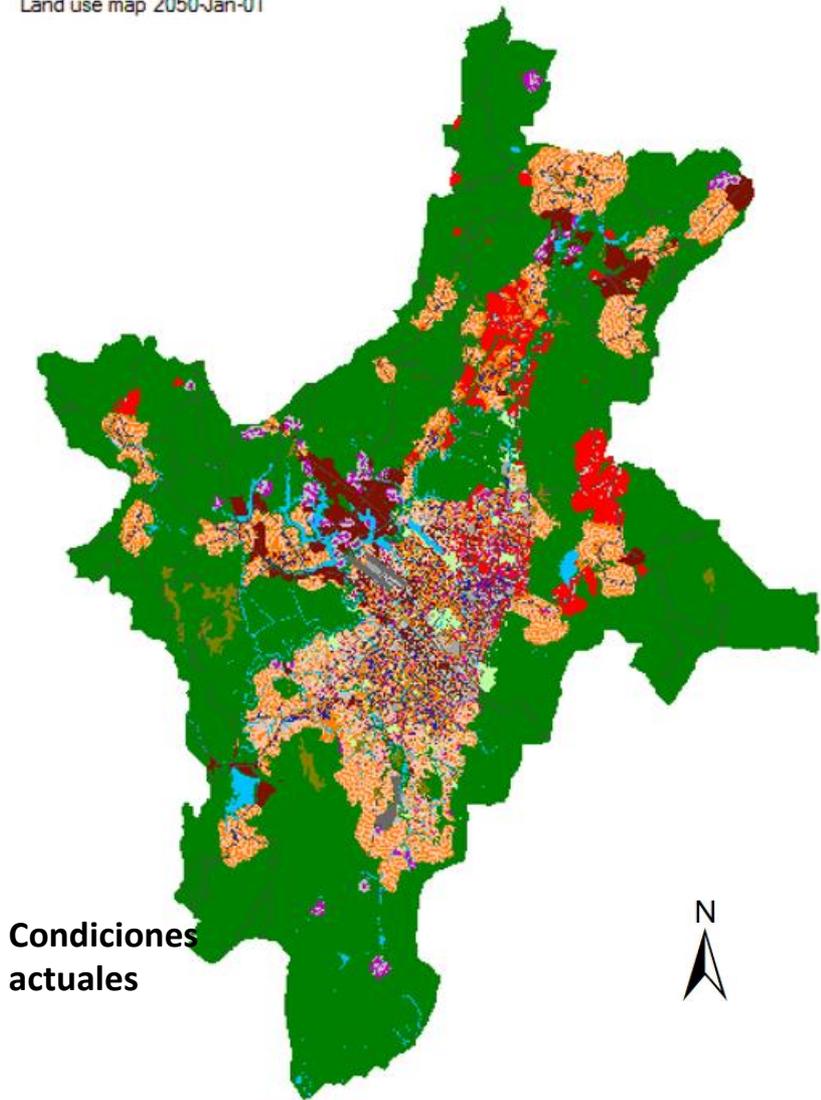
**Modelo restringido:** No tiene la interacción entre estrato y modo

**Se rechaza la hipótesis nula con  $F = 7.24$   $Pr(>F) = < 0.0001$**

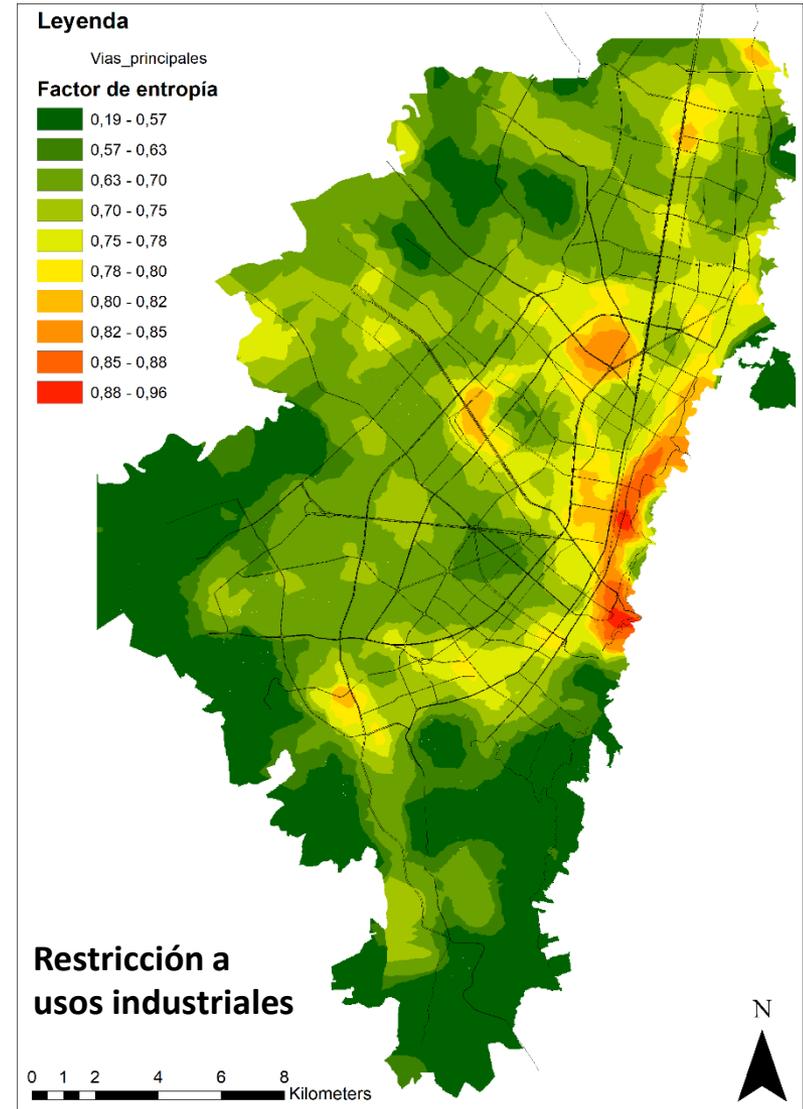
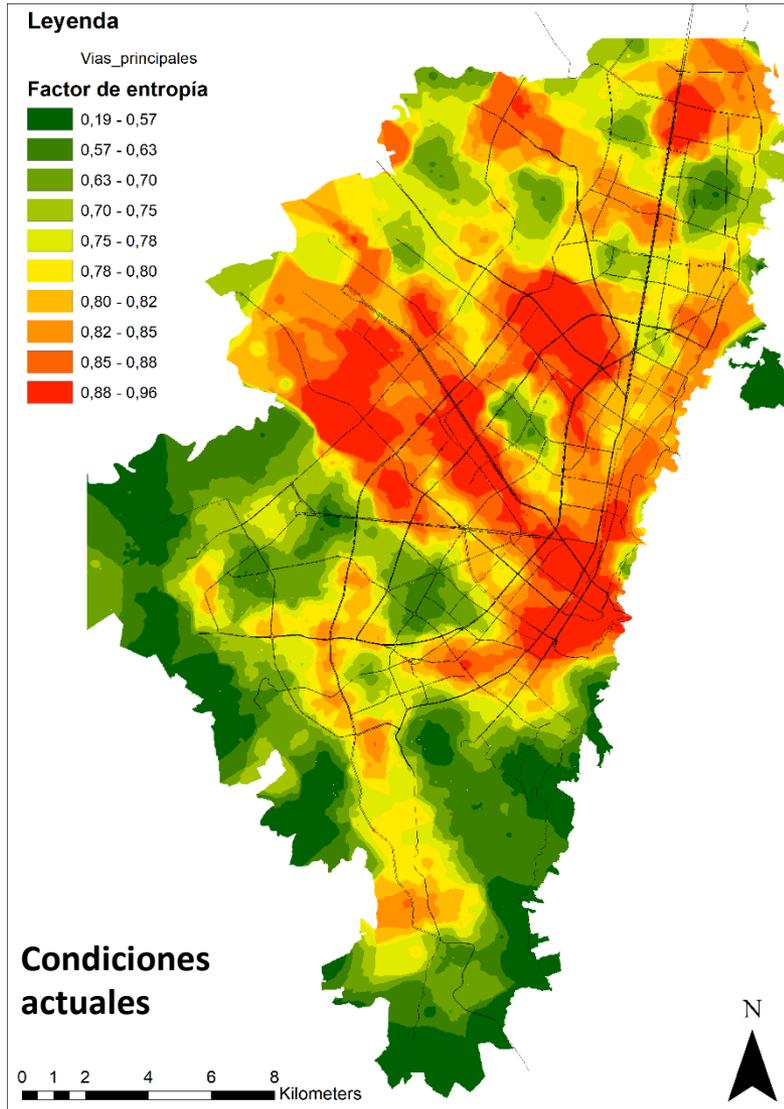
por lo tanto los coeficientes de interacción son significativos

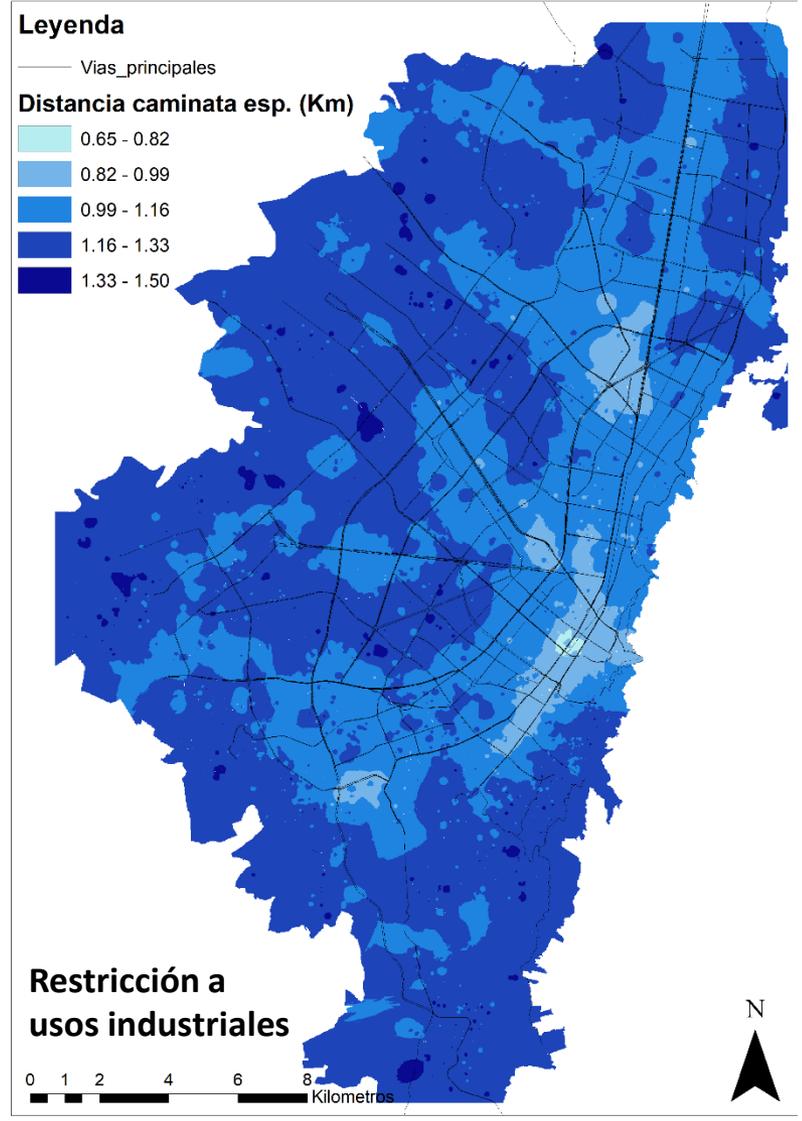
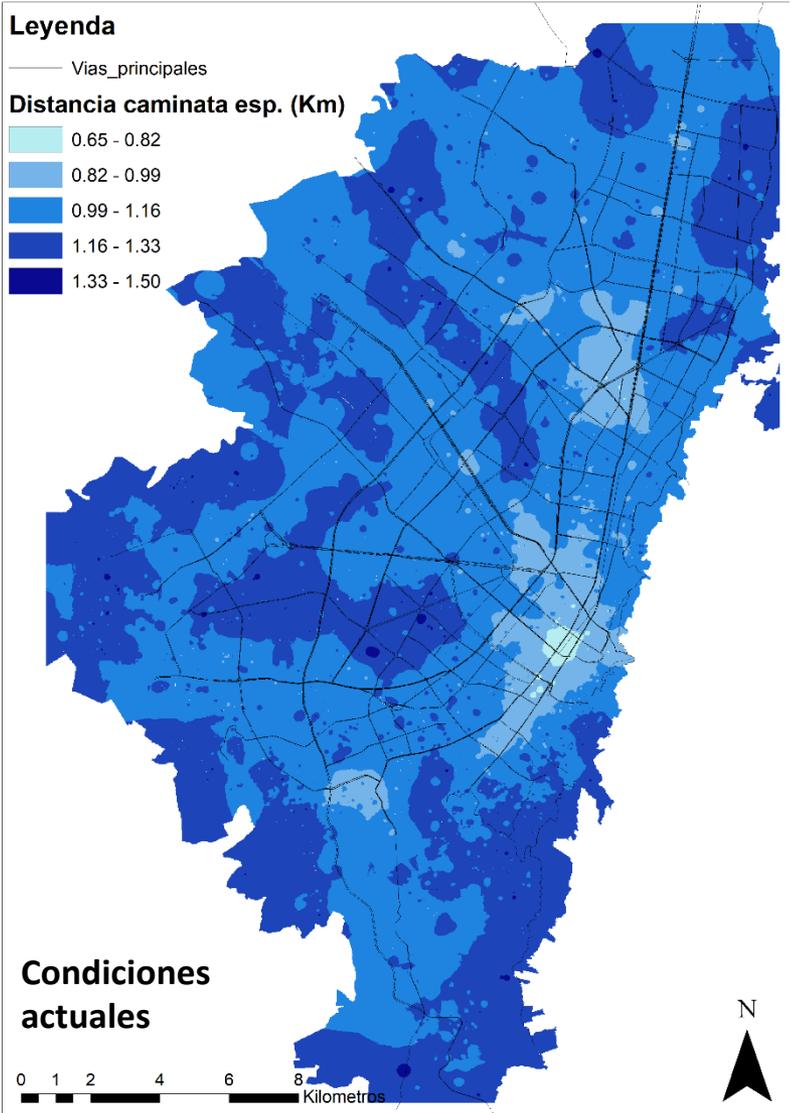
Land use map 2050-Jan-01

Land use map 2050-Jan-01



Disponible	Green
Estrato Bajo	Light Orange
Estrato Medio	Orange
Estrato Alto	Red
Industrial	Dark Red
Comercial	Blue
Mixto	Purple
Servicios	Grey

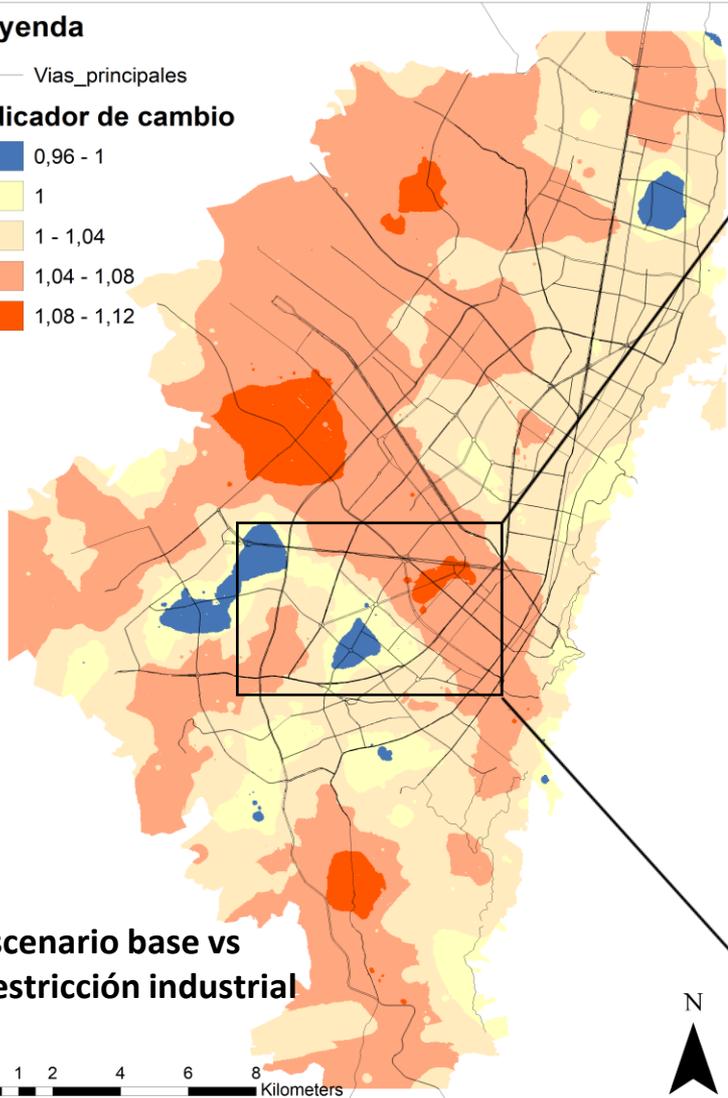
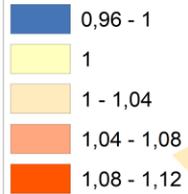




## Leyenda

— Vias\_principales

### Indicador de cambio



**Escenario base vs  
Restricción industrial**

0 1 2 4 6 8 Kilometers



Disponible	Green
Estrato Bajo	Light Orange
Estrato Medio	Orange
Estrato Alto	Red
Industrial	Dark Red
Comercial	Blue
Mixto	Purple
Servicios	Grey

- ✓ El modelo desarrollado en este estudio permite estimar las distancias esperadas de caminata por personas de diferentes grupos socio económicos y con condiciones diferentes en su entorno.
- ✓ El escenario donde se restringe el desarrollo del uso de suelo industrial en Bogotá muestra que las personas se verían obligadas a desplazarse mayores distancias para alcanzar sus destinos, lo cual puede llevar a que opten por usar otros modos.
- ✓ En el caso más marcado se encuentra que las personas deben recorrer hasta 12% más distancia cuando se aplican restricciones de desarrollo en el segundo escenario.

XIII  
CCTT  
2019

# XIII CONGRESO COLOMBIANO DE TRANSPORTE Y TRÁNSITO

CARTAGENA DE INDIAS

## GRACIAS

---

Preguntas: [jr.pena@uniandes.edu.co](mailto:jr.pena@uniandes.edu.co)  
@GrupoSUR\_UAndes

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

