

Cambio climático y transporte

Iván Sarmiento Ordosgoitia

Departamento de Ingeniería Civil
Universidad Nacional de Colombia Sed
Medellín

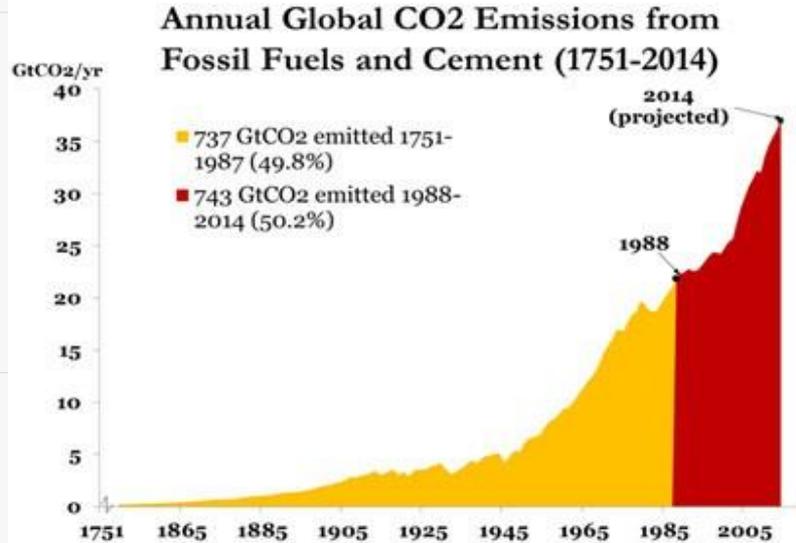
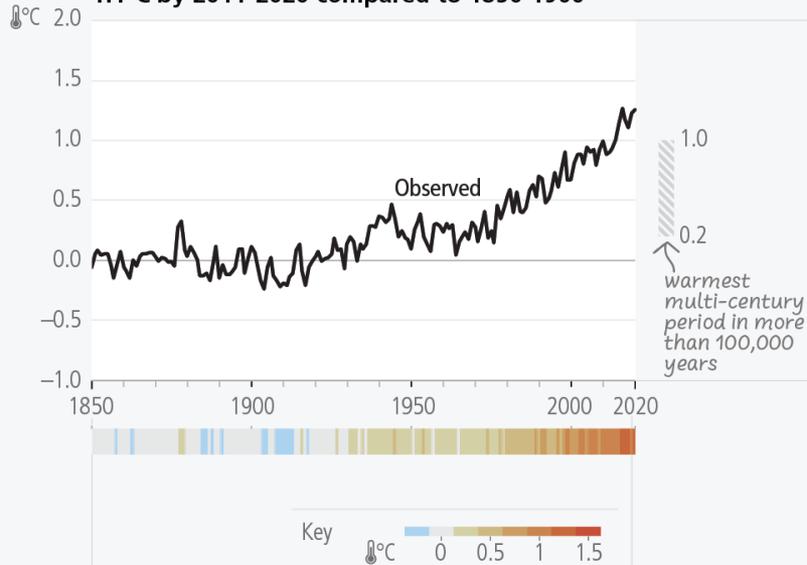


Medellín, 15 de Noviembre de 2023

¿Sabías que Colombia pierde 4.3b\$ anuales debido al Cambio climático?

+1,1°C por Cambio Climático

Global surface temperature has increased by 1.1°C by 2011-2020 compared to 1850-1900



Siglo 20 y década 90s más cálidos

Previsiones de 1,4 a 5,8 °C

-25°C en carretera JP, +76°C en Arabia

+65cm sobreelevación del nivel mar por deshielo a 2100



Contenido

0. Introducción

1. Fuentes móviles con comb. fósiles y emisiones
2. Normas para emisiones vehiculares en Colombia
3. Panorama Nacional y Unión Europea
4. Movilidad, Densidad urbana y energía
5. Algunas soluciones

Introducción

El CC se debe a las crecientes concentraciones de GEI por actividades humanas (producción y uso de energía)

El transporte en Colombia en 2015 consumía 0,5 MTJ de energías fósiles con eficiencias < 30% (UPME, 2019).

A **2011**, el Tte del planeta consumía 20% de la energía y generaba 25% de emisiones CO₂ (CEPAL, 2013), pero a **2020** ya era el **31%** de la energía, industria (32%), residencias (24%), comercio y servicios (9%).

El Tte por carretera (+ 1600 M vehículos) consume casi el 80% de la energía, y más del 95% es por c.fósiles.

1. Fuentes móviles con c. fósiles y emisiones

Monóxido de Carbono (CO)

- Consumo máximo O₂



Colapso, e. cardiacas



- Percepción v y a



- cap. sensorial, motora



Dolor de cabeza Mareo, nausea, debil muerte



Oxidos de Nitrogeno (NO_x)

Irrita ojos y mucosa



+bronquitis crónica, resist. Vías aéreas



cáncer

Hidrocarburos (HC)

- cap. respiratoria + enfermedad respiratoria



Material Particulado

SO_x

Lluvia ácida, **Comp.Orgánicos Volátiles(COV)**

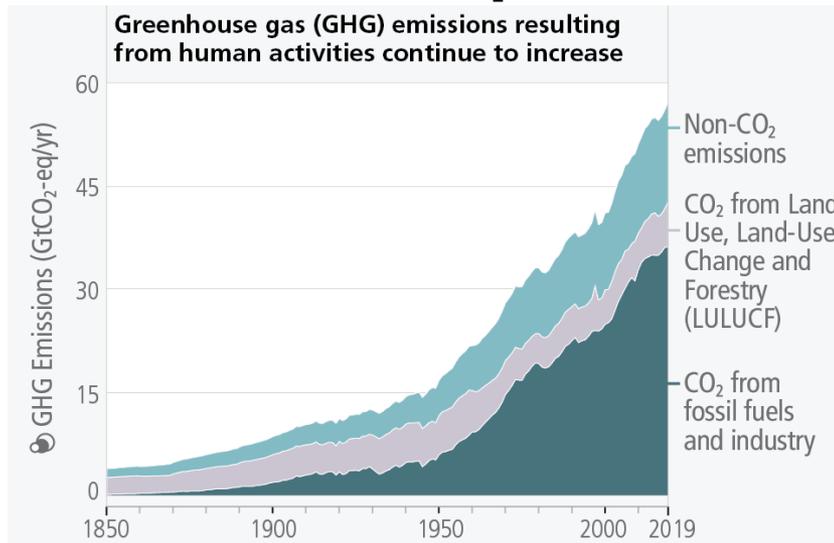
Metano, Etano, Propano, Butano, Acetileno, Benceno, Tolueno

1. Fuentes móviles con c. fósiles y emisiones

GEI: Son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, de origen natural o antropogénico, que absorben y emiten la energía solar reflejada por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes.

Dióxido(**CO₂**), óxido nitroso (**N₂O**), metano (**CH₄**),hidrofluorocarbonos (**HFC**), los perfluorocarbonos (**PFC**) y el Hexafluoruro de Azufre (**SF₆**).

Estos GEI son por actividad humana → C. Global



La concentración en 2019 respecto 1850

CO₂ es 50% mayor

Metano es 100% mayor

Óxidos nitrosos 20% mayor

La emisión de un vehículo depende de la **distancia** recorrida, el combustible **consumido** y cantidad de **carbono**

2. Normas para emisiones

En Colombia: **Res. 0762 de 2022** reglamenta los niveles permisibles de emisión → Cert. Emisiones Prueba Dinámica, por lab. acreditado por ONAC ->ANLA.

Lim.max.Motos 2, 3 y 4 ruedas

Motor	Año modelo	CO (%)	HC (ppm)
2 tiempos	2009 y anterior	3,5	8.000
	2010 y posterior	3,5	1.600
4 tiempos	Todos	3,5	1.300

Lim.max.Veh.Livianos y Med.Motor

Categoría	Subcategoría	CO	HC	HCNM	NOx	
		(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	
LDV	—	2,11	0,25	0,16	0,25	
LDT	LLDT	LDT1	—	0,16	0,25	
		LDT2	—	0,20	0,44	
	HLDT	LDT3	2,73	0,20	—	0,44
		LDT4	3,11	0,24	—	0,68

Lim.max. Veh.pesados por caballo Vapor por hora (BHP-h)

Categoría	Subcategoría	CO	HC	NOx
		(g/BHP-h)	(g/BHP-h)	(g/BHP-h)
HDV	LHDGE	14,4	1,1	4,0
	HHGE	37,1	1,9	4,0

2. Normas para emisiones

Res. 0762 de 2022

Además, **Prueba Estática** para la venta. Se fija periodicidad de controles en vía

Lim.max.Veh.
Motor chispa

Año modelo	CO (%)	HC (ppm)
1984 y anteriores	4,0	650
1985 – 1997	3,0	400
1998 – 2009	1,0	200
2010 y posterior	0,8	160

Lim.max.Veh.de
compresión

Año modelo	Densidad de humo – K (m ⁻¹)	
	CC<5000	CC≥5000
2000 y anteriores	6,0	5,5
2001 – 2015	5,0	4,5
2016 y posterior	4,0	3,5

LEY 1931 DE 2018: *Por la cual se establecen directrices para la Gestión del Cambio Climático* ***Define el sistema Nacional de C C***

Crea el Consejo Nacional de C C.: **ministerios** encargados deberán realizar los PIGCC, y sus directrices deben orientar los **planes departamentales y municipales** de desarrollo, en lo que a gestión del C C., así también las **A. metropolitanas**.

3. Panorama Nacional y UE

- En 2006, el Banco Mundial dijo que los costos sociales en Colombia por contaminación aire urbano-> **0,8% PIB 3B\$**

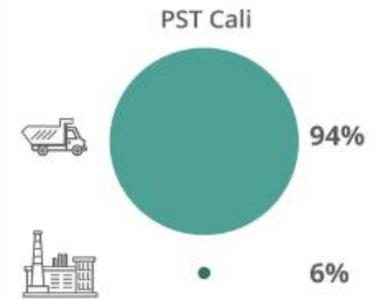
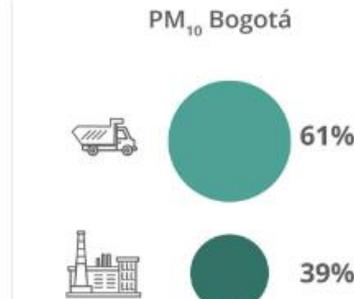
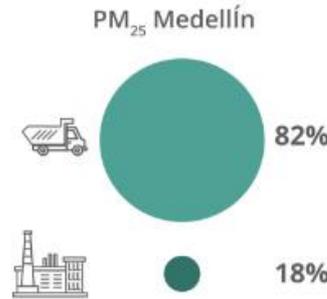
- En 2019
- **1,1% PIB**



La contaminación en las ciudades cuesta cerca de \$12 billones anuales a la Nación



Foto: Bloomberg



Fuentes móviles Fuentes fijas

Fuente: Adaptado de Ideam, 2018

- Los vehículos emiten **+60%** del material particulado en Colombia
- Calidad diesel ha mejorado de 4500 ppm(2007)→50 ppm (2013)→**13 ppm (2021)**.
- Colombia pierde 4.3b\$/año por el Cambio climático

3. Panorama Nacional y UE

En la UE veh. pesados \rightarrow +25 % de emisiones de GEI por Tte por carretera de UE.

Las normas de CO₂ para determinados veh. pesados se fijaron en 2019, con objetivos para 2025-2029 y >2030



Nuevos objetivos en Oct 23: Reducir un 15 % para 2025 (ya estaba previsto); un 45 % desde 2030 (aumenta desde 30 %); un 65 % a partir de 2035; y un 90 % desde 2040

La normativa UE, desde 2020 establece que un auto emita en CO₂ < **95 g/km**

Los Toyota, Grupo PSA y Volkswagen estaban en 2018 entre 101 y 121 g/km



4. Movilidad, Densidad urbana y Energía



Densidad

Baja: 10 – 20 hab/ha

Media: 70 – 100 hab/ha

Alta: mas 100 hab/ha

Transporte

Automóvil

Transporte público

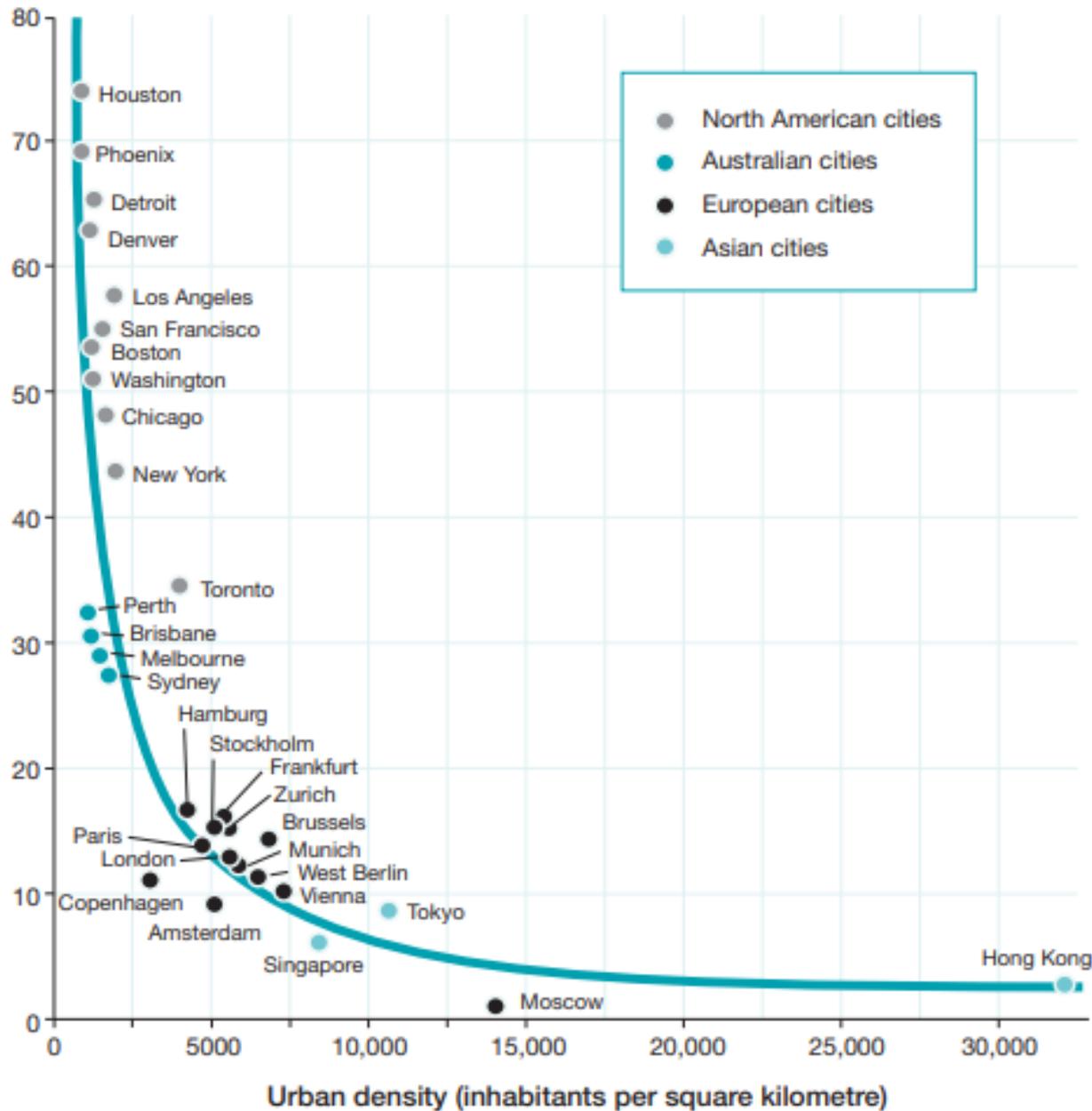
Transporte público - Caminar

Consumo energía



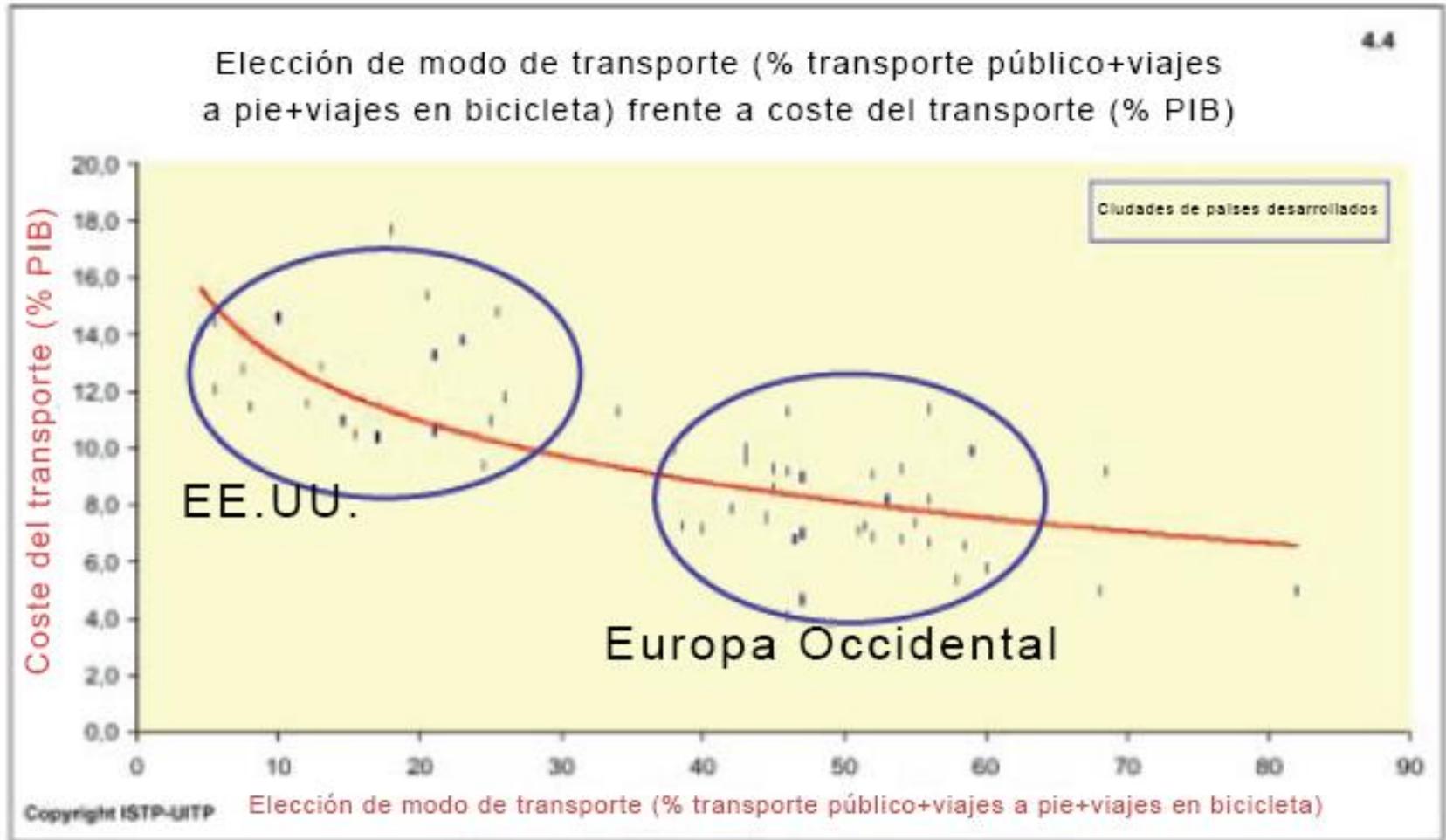
Densidad vs. Energía

Transport-related energy consumption
Gigajoules per capita per year



Newman and Kenworthy (1989) citado por Lefèvre (2009) y en ONU (2013)

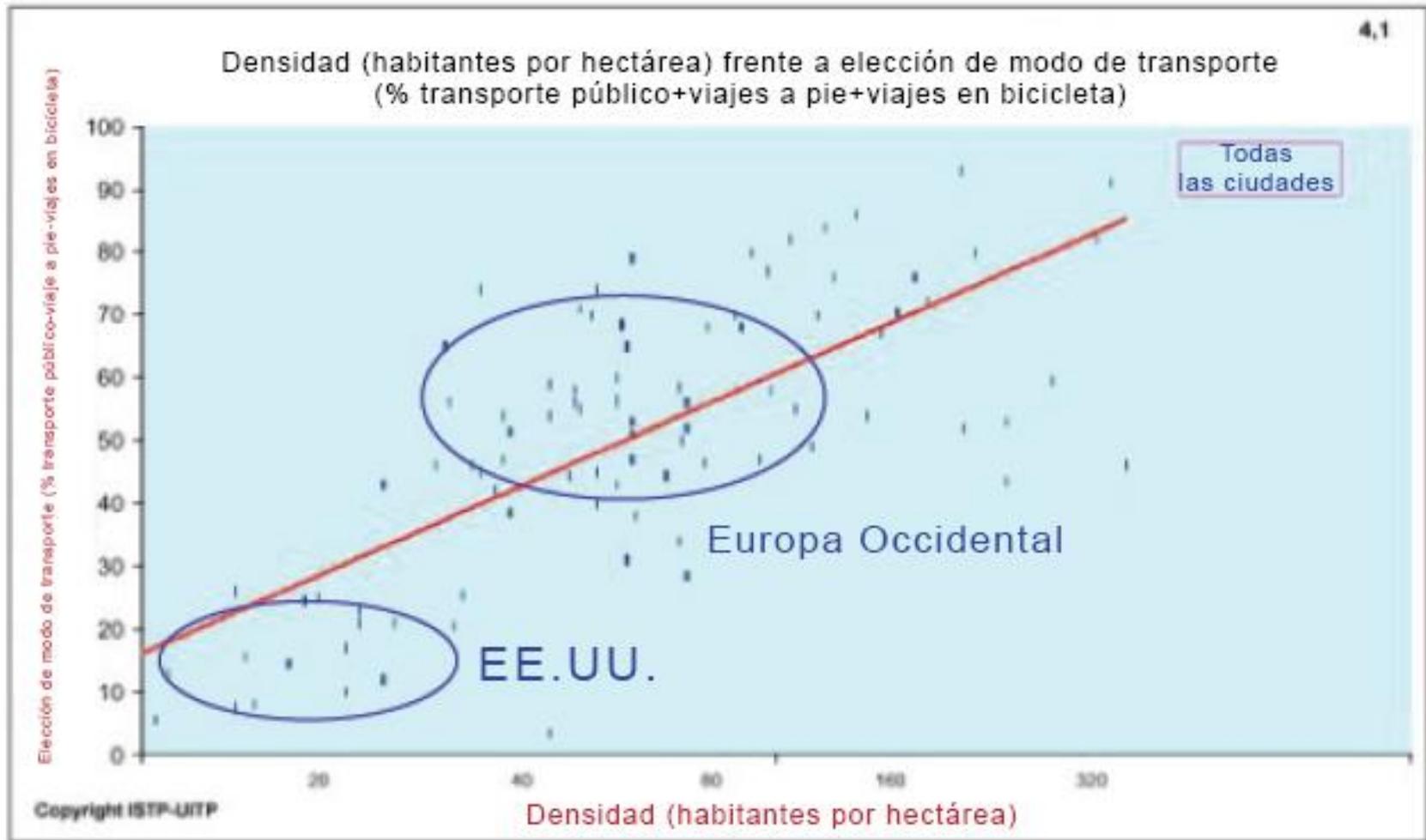
A menor uso del Tte Publico más energía y más costo del transporte



Sostenibilidad económica

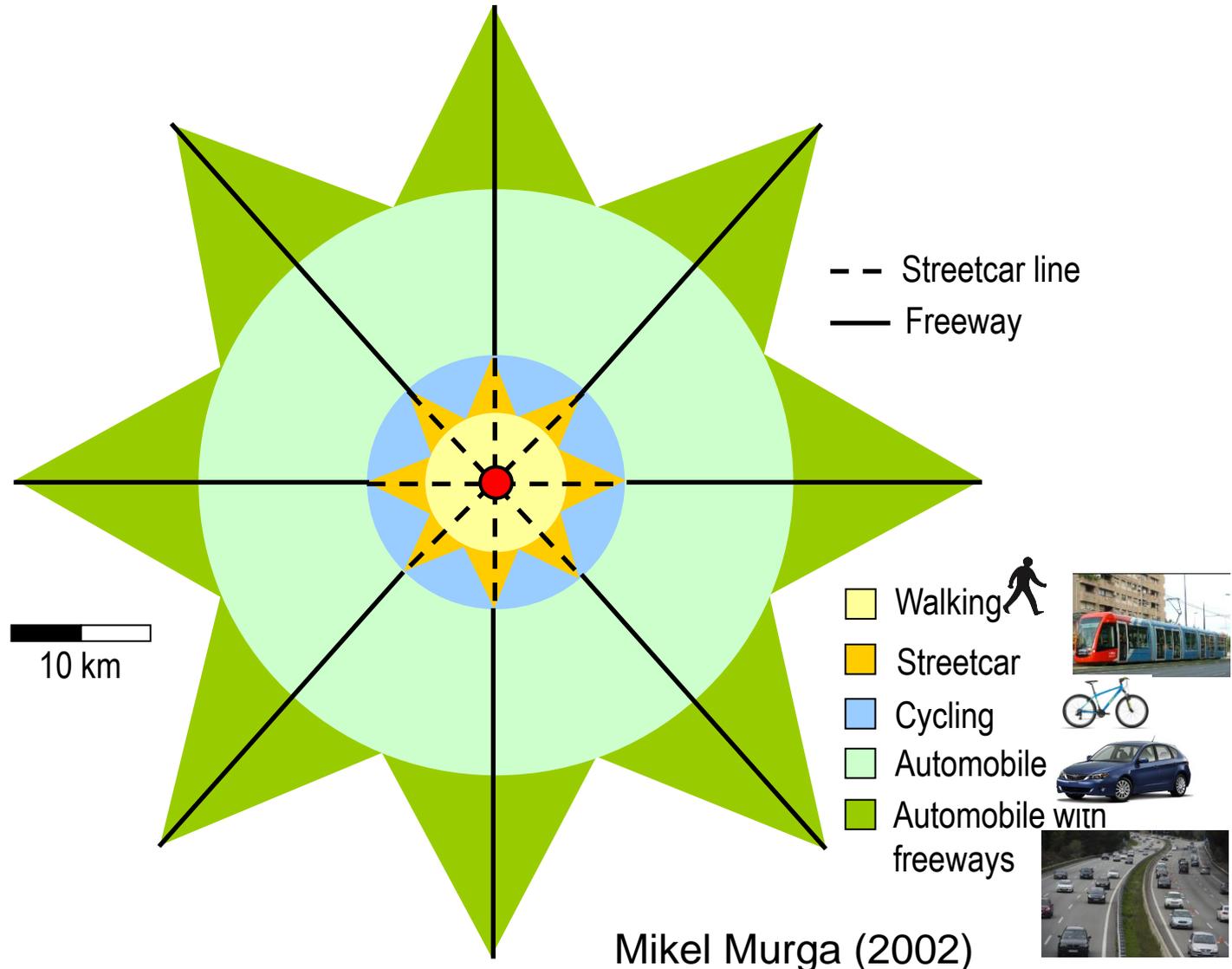
Mikel Murga (2002)

A mayor densidad...

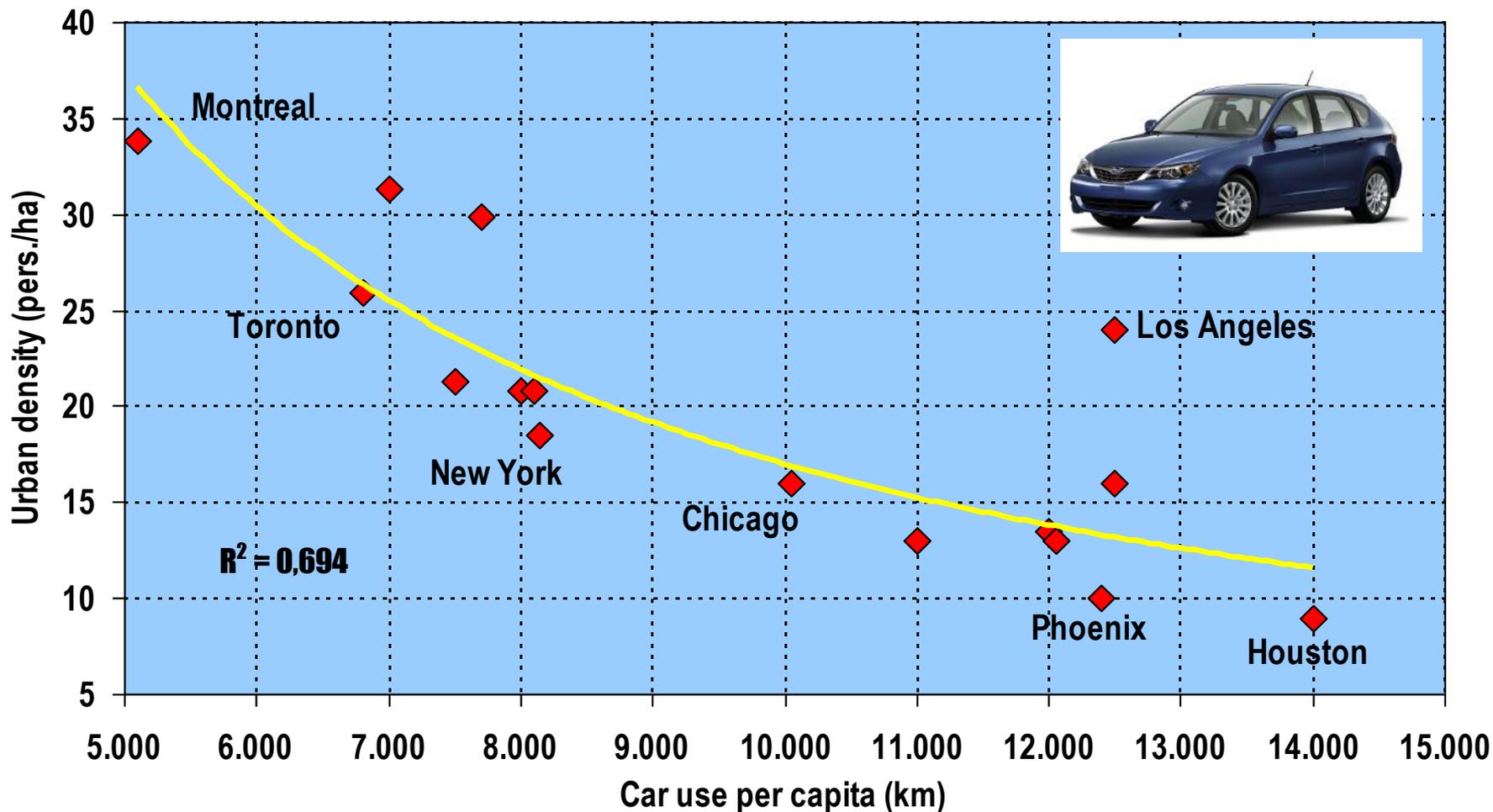


... porcentaje de modos de transporte sostenibles

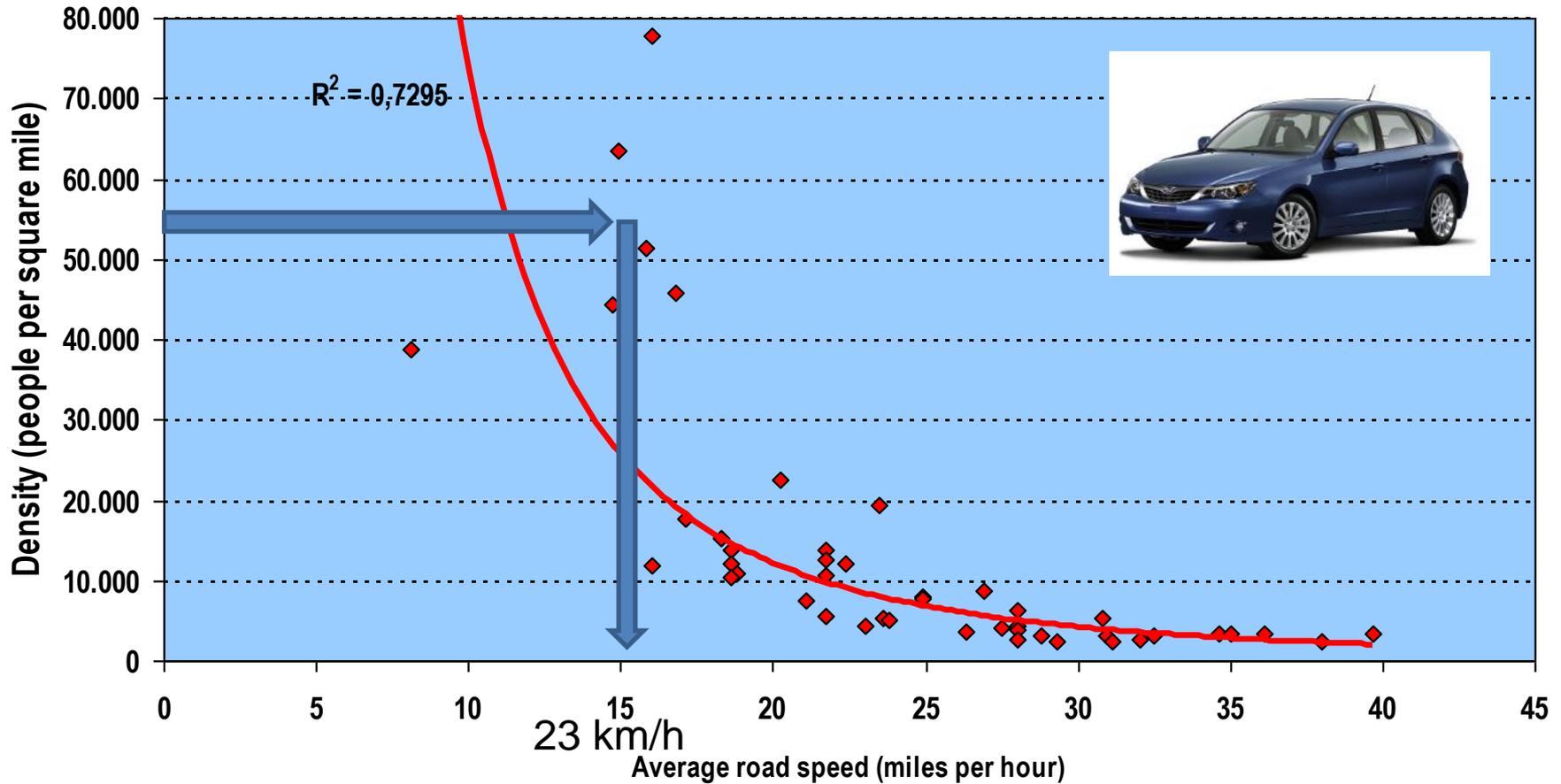
Una hora de viaje con diferentes modos



Densidad y uso del Auto en ciudades Americanas, 1991

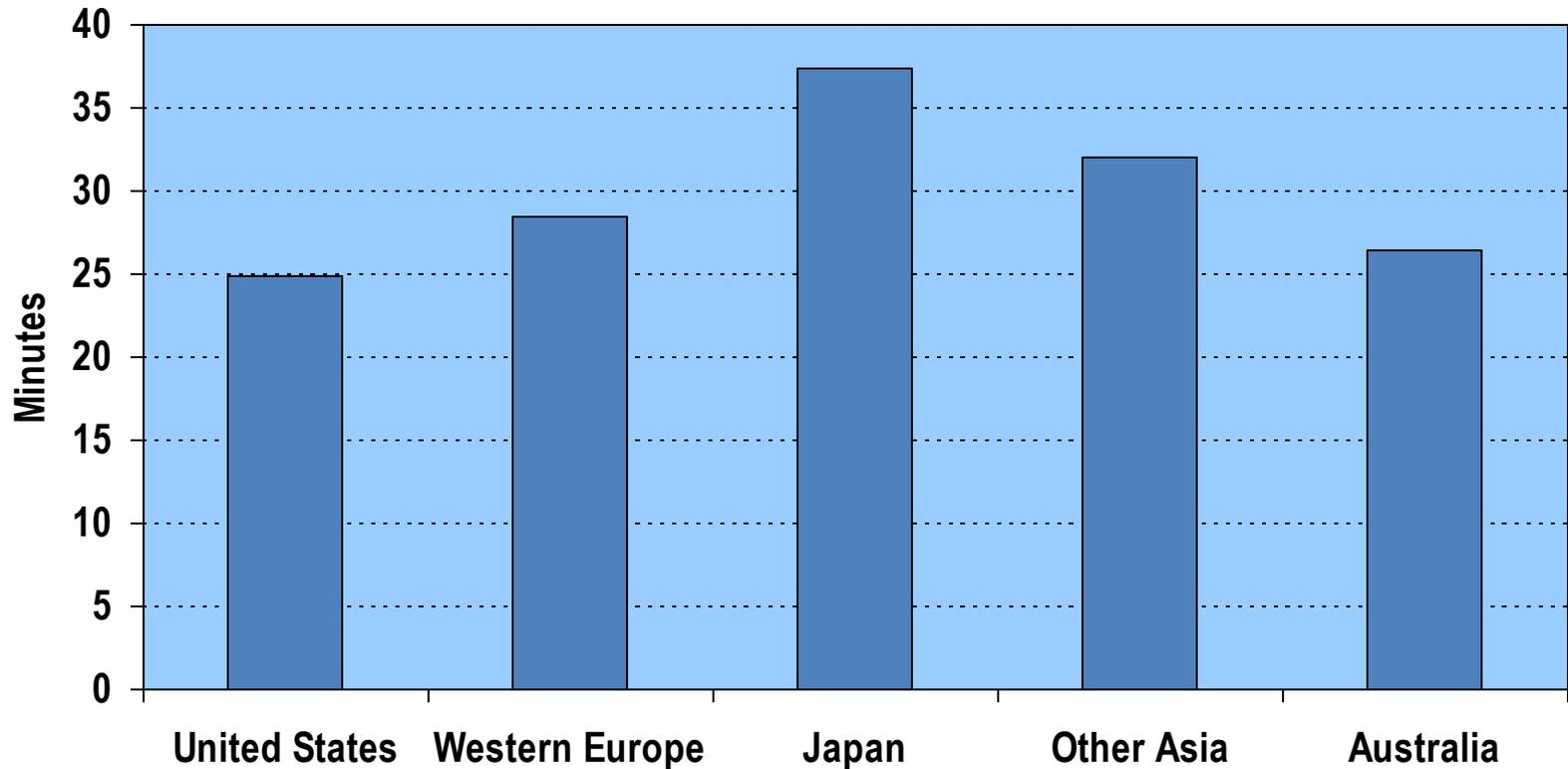


A mayor densidad menor velocidad

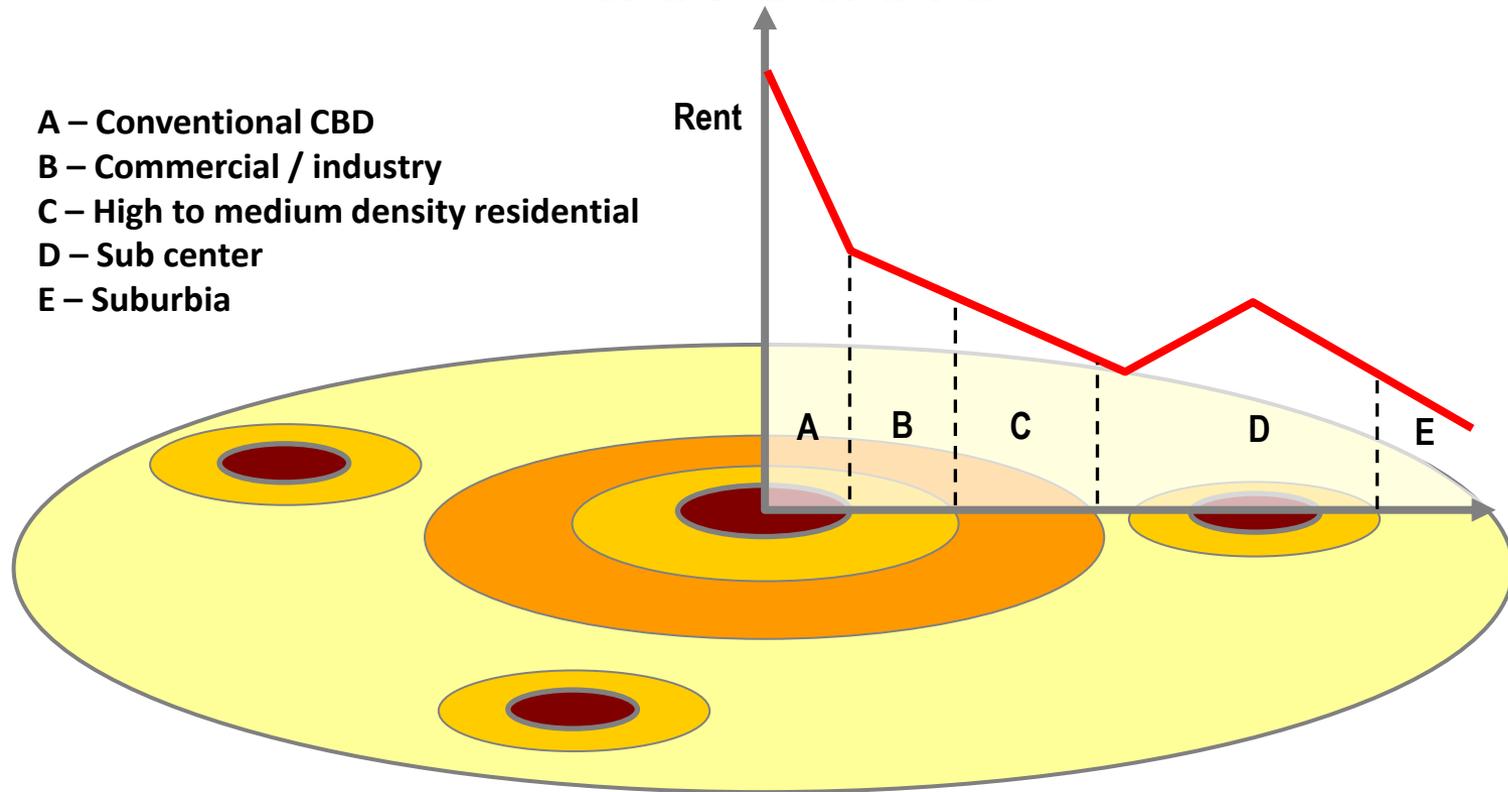


Menor velocidad media → menos choques → menos víctimas y congestión → menos emisiones

Pero el tiempo promedio para ir al trabajo es similar, 1990



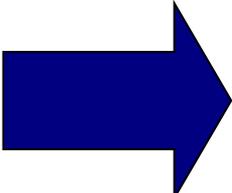
El problema de la teoría de la renta del suelo



Se requiere de políticas públicas que logren reservar algunos terrenos
Para vivienda cerca del centro y/o conexiones rápidas con modos masivos

Ciclo de Movilidad y productividad



Movilidad  Externalidades  Sostenibilidad 

En 1997 protocolo de Kyoto, los países se comprometieron a reducir o mantener las emisiones respecto a 1990.

España en vez de disminuir emisiones de CO₂ en 15% en 2002 las aumentó 53%

Interrogantes

- ¿Podemos crecer sin contaminar el planeta?
- ¿Podrá la tecnología solucionarnos todo?
- ¿Si el transporte no es la única causa del calentamiento, vale la pena penalizar la movilidad?
- ¿Se podrían crear incentivos a tener mayor productividad por km en modo privado, por ejemplo con autos compartidos?

5. Algunas Soluciones

- **Planeamiento** uso suelo
(localización, POT → DOT)
- **Andenes** (2km/km de calle)
- **Ciclorutas** en 25% de calles
(hay 8 a 10 veces más andenes)
- **Transporte Público**
eléctrico, hidrógeno, ¿gas?



5. Algunas Soluciones

- **Autos eléctricos/híbridos,** hidrógeno, páneles solares, gas..



- **Autos compartidos,** teletrabajo, horarios flexibles



- Pico y Placa, cobro por circular en PyP,



- Cobro por congestión/contaminación, gestión parqueaderos



eHighways: Autopistas eléctricas

Experimento piloto en Alemania desde 2017 (ELISA Project: Electrified Innovative Heavy Traffic on the Autobahn), pistas de prueba, camiones híbridos con baterías pequeñas. [The highway where trucks work like electric trains - YouTube](#)



Electrificando 1/3 de carreteras principales reducirían 2/3 de emisiones de camiones pesados

wctrs@leeds.ac.uk,
nov.,2023

Trolebuses como alternativa a pesadas baterías



Bibliografía

- Congreso de la República (2018) Ley 1931 de 2018: Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.
- El Tiempo (2022) El Cambio Climático, Noviembre de 2022.
- Mikel Murga (2002) Planificación del Transporte urbano. Notas de clase MIT
- Ministerio de Medio ambiente (2022) Resolución 0762 de 2022 reglamenta los niveles permisibles de emission de contaminantes de vehículos.
- ONU (2013) Planificación y diseño de una movilidad urbana sostenible
- UPME (2019)_Primer balance de Energía Útil para Colombia y Cuantificación de las Perdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética Resumen Ejecutivo BEU Sector Transporte.