

II Conferencia Internacional  
*“El Transporte Público como una Herramienta de Desarrollo  
Urbano”*

## Transporte y Uso de Suelo: Teoría y Ejemplos

P. Christopher Zegras  
Departamento de Estudios Urbanos y Planificación (DUSP)  
Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)

Lima , Perú 01 de Diciembre 2005

1

## Objetivos

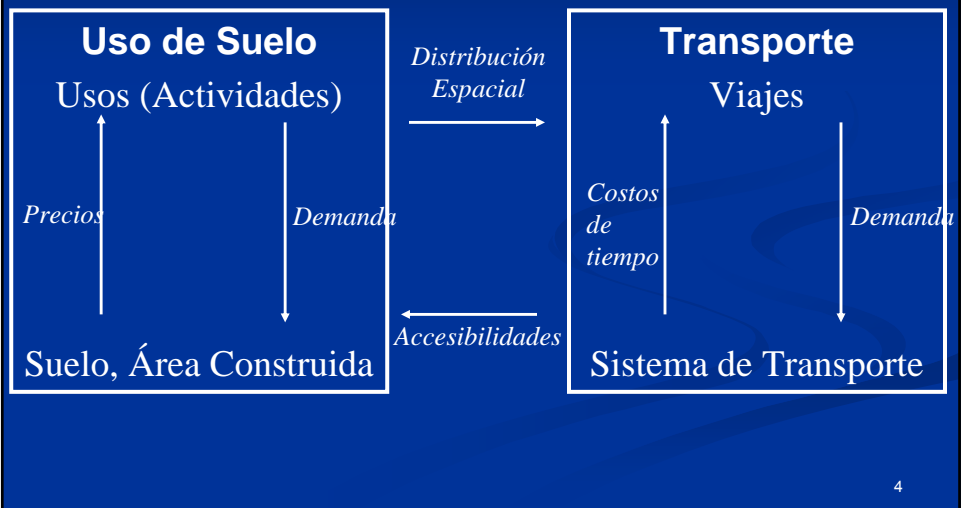
- Comprender las relaciones entre el transporte y el uso de suelo (TUS)
  - El uso de suelo como estrategia de transporte
  - Factores de influencia y actores relevantes
  - El Uso de Suelo =  $f$  (Transporte)?
  - Transporte =  $f$  (Uso de Suelo)?
    - Escala de Efectos, Métodos Analíticos, Algunos Ejemplos
  - Implicaciones para la gestión

2

# La Planificación Multi-Modal



# La Interacción TUS: Esquema Teórico



# El Desarrollo Urbano Metropolitano

## Factores de Influencia

- Sistemas de Telecomunicación
  - Reducir las barreras de interacción causadas por la distancia
- Ingresos
  - Demanda por el espacio, capacidad de pagar por el transporte privado y “pagar” por la distancia/velocidad” (el truco distancia/amenidad)
- Fuerzas sociales/demográficas
  - Hogares de dos trabajadores, segregación espacial
- Cambios económicos
  - La terciarización de la economía, cambios en la estructura industrial (la intensidad de demanda para el transporte y suelos)
- y los sistemas de transporte

5

# El Desarrollo Urbano Metropolitano

## Actores

- **Gobierno**
  - Oferta de terrenos/suelos disponibles (zonificación, provisión de infraestructura, etc.)
  - Políticas (impuestos, regulaciones, intervenciones directas)
- **Hogares**
  - “Canasta” del hogar (escuelas, compras, amigos, estatus)
  - Ciclo de vida (tamaño, edad, número de trabajadores)
  - Inversiones (riqueza)
  - *Modelo Tradicional:*
    - Localización Hogar =  $f$  (*Viaje al Trabajo del Jefe del Hogar*)
  - *Modelo Realista:*
    - Localización Hogar =  $f$  (*Costos de vivienda, Acceso (trabajo/compras/servicios/escuelas), Red Social, Amenidades, Otros servicios públicos, Impuestos prediales*)

Ver, e.g.: NCHRP, 1999.

6

# El Desarrollo Urbano Metropolitano

## Actores

### ■ Empresas: Rentabilidad

- Localización Empresa =  $f$  (*costos de espacio, Acceso a Mano de Obra, Transporte, Economías de Aglomeración, Amenidades, Servicios Públicos, Tasas de Impuestos, Acceso al Aeropuerto, Incentivos Públicos, Competición*)

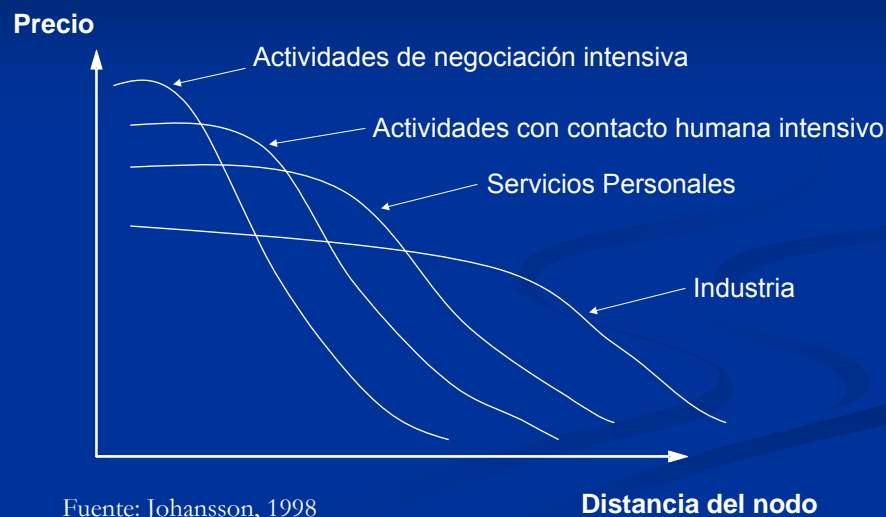
### ■ Desarrollador Inmobiliario: Rentabilidad

- Elección de Desarrollo =  $f$  (*Accesibilidad, Características del Sitio, Competencia del Mercado, Disponibilidad de Terreno, Regulaciones, Disponibilidad de/Requerimientos por la Infraestructura*)

Ver: NCHRP, 1999.

7

## Valores de Suelo por Distintas Actividades: Una Representación “Estilizada”



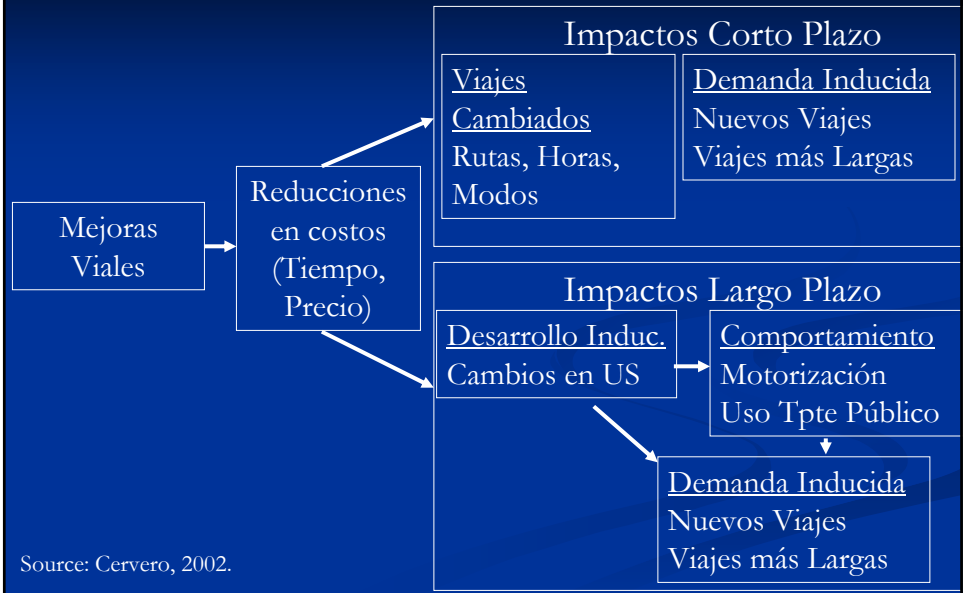
# Fuerzas de Localización Relacionada a la *Accesibilidad*:

## Firmas en Los Angeles (CA, EUA)

Tipos de Firma	Fuerza Principal, Acceso a:
Ingeniería y Arquitectura	Firmas de Finanzas y negocios
Computación & Procesamiento de datos, "Leasing" de equipamientos	Firmas de Industria, Fabricación
Legal	Capital Humana (management)
Contabilidad, Management, Consultoría, Relaciones Publicas	Capital Humana (management)
Publicidad	Capital Humana (management)

Derivado de Astrakianaki, 1995, pp. 1091-1092.

# US = f(Transporte) "vias" de Impacto



Source: Cervero, 2002.

## Uso de Suelo = $f$ (Transporte)?

- Obviamente, pero, parcialmente
- Hogares, empresas, inmobiliarios tienen distintas demandas y preferencias con respecto al transporte y estas varían por tipo (de, p.e., hogar)
- Accesibilidad, toma varias formas
  - Al trabajo / mano de obra
  - Al proveedor
  - A clientes
  - A amenidades

11

## Uso de Suelo = $f$ (Transporte)?

- El rol de la infraestructura y servicios del transporte
  - Cambiar los niveles relativos de accesibilidad
  - Abrir nuevas áreas al desarrollo (expansión urbana) o facilitar la densificación (p.e., transporte masivo de alta capacidad)
  - Externalidades negativas y positivas
- El rol del transporte en influir los usos de suelos varia dependiendo del contexto, tipo de infraestructura, condiciones económicas, etc.

12

# Transporte = $f(\text{Uso de Suelo})$ ?

## $T = f(US)$ : Hipótesis de los Efectos

### Uso de Suelo/Entorno Construido (Los 3 D's)

Densidad de los usos de suelo  
Diversidad de los usos de suelo  
Diseño del Entorno Construido



### Demanda de Viajes

Costos relativos de viajes: cambios en tiempos de viaje entre orígenes y destinos  
Costos relativos de modos: p.e., tiempos de viaje  
Calidad relativa de modos: p.e., seguridad de viajes



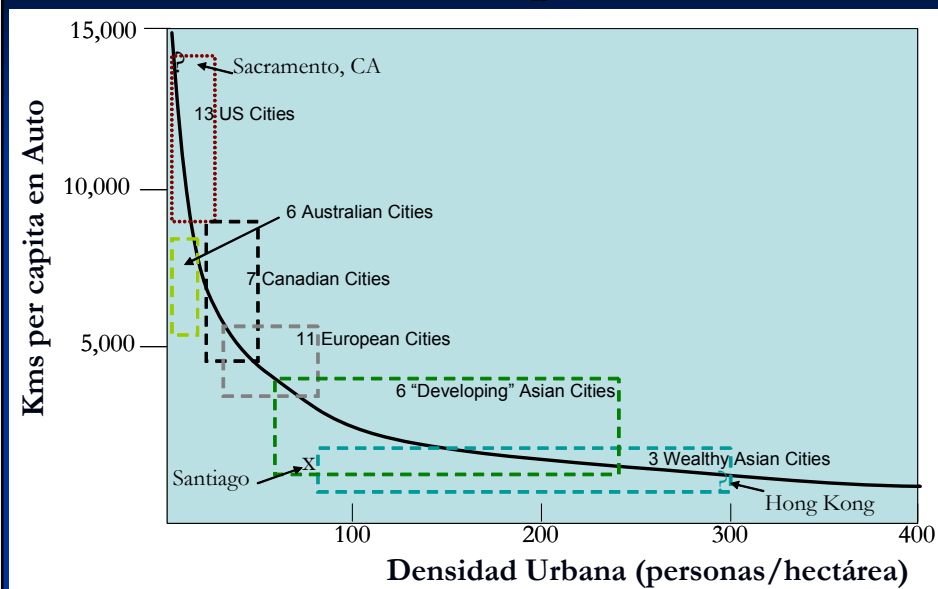
### Comportamiento Producido

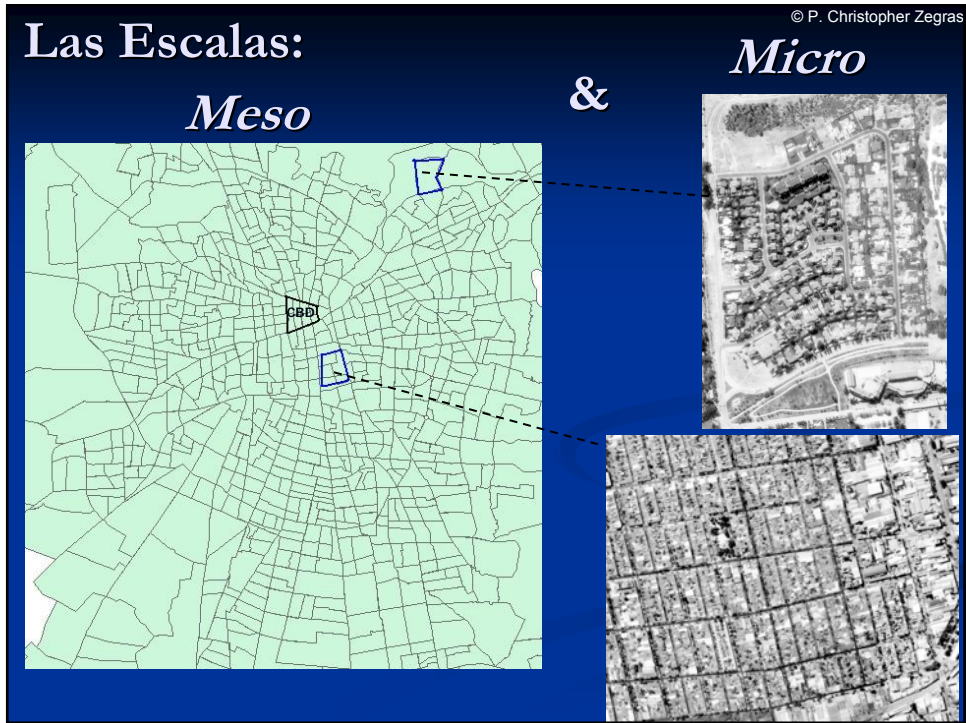
Cambios en el número/porcentaje de viajes motorizado/no-motorizados  
Cambios en las distancias de viajes  
Cambios en las tasas de ocupación de vehículos

# T = f(US): La Escala de Efectos

Escala Física	Ejemplos de Indicadores US	Influencias del US en la Movilidad
<u>Metropolitana</u> <i>Estructura Urbana</i>	- Tamaño de la Ciudad - Población - Densidad Bruta	- # Total de actividades posibles - Distancia intra-urbana Max. - Atractividad relativa de distintos modos
<u>Intra-Metropolitana</u> ("Meso") <i>Forma Urbana</i>	- Dispersión - Concentración - Mezclas - Redes de transporte	- Atractividad relativa de zonas de la ciudad; - Distancias de viaje
<u>Escala Micro:</u> (barrio) <i>Diseño Urbano</i>	- "Textura Interna" - Configuración Local Calles - Amenidades (e.g., veredas)	- Captura "Interna" de viajes - Fricción Relativa - "Entorno Peatonal"

## Escala Metropolitana





© P. Christopher Zegras

## Estrategias y sus Influencias Potenciales en las Características US

Estrategia US	Características US		
	Densidad	Diversidad	Diseño
Limites Urbanas/Controles Regulatorios	●		
Zonificación Urbana	●	●	○
Adecuación a Capacidades Instaladas	●	○	○
Códigos de construcción	○	○	●
Desarrollo Urbano Orientado al Tpte Publico	●	○	○
Diseño "neo-tradicional"/orientado al peaton		○	●
Densificación y Regeneración Urbana	●	○	○
Incentivos y Cobros	○	○	○

Fuente: TCRP, 2003; p. 15-5.<sup>18</sup>

## Transporte = $f(LU)$ : Cascada de Efectos

- Cuales herramientas tienen las autoridades?
- Cuales son las influencias de estas herramientas sobre los patrones del desarrollo?
- Que pasa con el comportamiento de los usuarios del sistema de transporte?
- Cuales pueden ser las consecuencias no-esperadas?

## 30 Anos de Investigaciones... En Resumen

- Las generalizaciones son difíciles, debido a variaciones en:
  - Métodos analíticos,
  - Escalas espaciales de análisis,
  - Las características US medidas,
  - Los efectos en movilidad medidos (tasa de viaje, tiempo de viaje, distancia, etc.)
  - Tipo de datos, especificación del modelo, etc.

## 30 Años de Investigaciones... En Resumen

© P. Christopher Zegras

- Sin embargo, algunas generalizaciones son posibles:
  - Escala Metropolitana: el área urbana total, *ceteris paribus*, en la cantidad total de viajar (e.g., Cameron et al, 2003)
  - Escala Intra-Metropolitana: Poli-nucleación, distancia al centro de la ciudad, densidad poblacional
  - Escala Micro: alguna influencia de la mezcla de usos y densidades, efecto en la cantidad neta de demanda no-determinado
- Los impactos son, posiblemente, “diferentes en cada contexto”  
(Handy, 1996).

21

## El Caso de Curitiba: Un Circulo Virtuoso

© P. Christopher Zegras



22

## Curitiba: Perfil de un Corredor



23

## Evidencia del caso de Santiago

### Dos modelos vinculados

- Cantidad de Vehículos en el Hogar =  $f$   
(características socioeconómicas, **localización relevante**, **características del barrio**)



- Uso Total de los Vehículos en el Hogar =  $f$   
(características socioeconómicas, numero de vehículos, **localización relevante**, **características del barrio**)

24

## Evidencia del caso de Santiago

### Tenencia del Auto

- Un vehículo privado es casi una certidumbre cuando los ingresos lleguen a un nivel determinado
- Alguna disminución asociada con vivir en departamento
- *Efectos a Escala Micro* (barrio):
  - La densidad de viviendas, la mezcla de los usos de suelos, y vivir en departamentos influyen la tenencia de vehículos adicionales
  - No influencia detectada relacionada a los tipos de calles, la morfología de las manzanas, densidad de intersecciones
- *Escala Meso*:
  - Apoyo para la “ciudad compacta”: efectos distance to CBD effects

25

## Evidencia del caso de Santiago

### El Uso del Automóvil (kms recorridos por hogar)

- *Escala Micro*: La red de calles locales y la presencia de espacios públicos (plazas) tienen efectos
- *Escala Meso*: Apoyo para la “ciudad compacta” (distancia al Centro) y el “Desarrollo Urbano Orientado al Transporte Público (proximidad al Metro)
  - Hogares (con autos), dentro de 1 Km. de una estación de Metro viajan, en promedio, ~2 kms menos por auto en comparación con aquellos 4 kms de una estación de Metro

26

# Implicaciones para la Gestión del TUS

Refuerzo mutuo que requiere la fusión de diferentes estilos analíticos y de planeación

Cortesía de R. Gakenheimer

27

© P. Christopher Zegras

## Estilos de Planeación conflictivos

	USO DEL SUELO	TRANSPORTE
OBJETIVOS	Complejo, variable	Simple y más estable
TÉCNICAS DE PLANEACIÓN	Criterios de diseño	Tecnología de pronósticos estandarizada.
ESCALAS DE APLICACIÓN	Más significativo a menor escala	Se enfoca en escala de redes

Cortesía de R. Gakenheimer

28

## Estilos conflictivos

	USO DEL SUELO	TRANSPORTE
HORIZONTES DE PROYECCIÓN CONFIABLE	Corto	Más Largo
NIVELES DE GOBIERNO	Local	Central
PROSPECTOS DE IMPLEMENTACIÓN	Bajo	Alto

Cortesía de R. Gakenheimer

29

## Estilos conflictivos

	USO DEL SUELO	TRANSPORTE
UNIDADES DE IMPLEMENTACIÓN	Pequeñas, incremental	Grandes, bloques, indivisibles.
PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN	Privado, incremental	Publico, unitario
PERSPECTIVAS HACIA EL FUTURO	Más "Soñador"	Mas práctico

Cortesía de R. Gakenheimer

30

## Conclusiones

- Datos
  - Tanto de transporte (EOD) como uso de suelos (catastros prediales)
  - Tanto de pasajeros como de empresas
- Integración y Coordinación de las Interrelaciones
  - Entre jurisdicciones y sectores
- Vínculos directos al sistema de finanzas públicas
- Definición explícita de evaluación de proyectos/programas
- Monitoreo (“performance measures”) en todas sus dimensiones
  - económico, social, ambiental