

El entorno construido y la tenencia y uso del automóvil

Evidencia de Santiago de Chile

XV Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte
16 septiembre 2008

P. Christopher Zegras
Assistant Professor
Massachusetts Institute of Technology
Department of Urban Studies and Planning

Contenido

- El entorno construido y transporte
 - una resumen rápida
- El caso empírico: Santiago de Chile
- El entorno construido y el transporte del hogar
 - Influencia en la tenencia de vehículos
 - Influencia en el uso de vehículos
 - Efectos combinados
- Implicancias y extensiones

El entorno construido y transporte... “nada nuevo”

- Mitchell & Rapkin (1954): *Urban Traffic: A Function of Land Use*
- Simulaciones en los 1960s, Pushkarev & Zupan (1977), Cheslow & Neels (1980), Newman & Kenworthy (1989), Cervero & Kockelman (1997), Boarnet & Crane (2001), etc.
- Variaciones debidas a:
 - escala del análisis, teoría, técnicas de análisis, medidas de entorno construido, tipos de datos, resultados producidos (elección modal, kilómetros viajados, etc.)

3

El entorno construido y la tenencia y uso del automóvil: precedentes

- ¿Por qué la tenencia y uso de vehículos?
- Análisis a nivel agregado
 - Kain, Beesley & Kain (1960s), Cheslow & Neels (1980), Miller & Ibrahim (1998), Holtzclaw et al (2002)
- Análisis a nivel desagregado
 - Tenencia: Cambridge Systematics (1997; 2002)-Filadelfia & San Francisco;
Hess & Ong (2002)-Portland; Kitamura et al (2001)-el sur de California;
Bento et al (2004)-ciudades EEUU
 - Uso (Kilómetros vehiculares viajados, KVV): Cervero & Kockelman (1997); Kitamura et al (2001); Bento et al (2004)

4

La modelación de la influencia del entorno construido en la tenencia y uso del auto

La tenencia de vehículos (# vehículos) =
 $f(\text{características del hogar, forma urbana, diseño urbano})$

**Sesgo de selección (“selection bias”) y
endogeneidad**

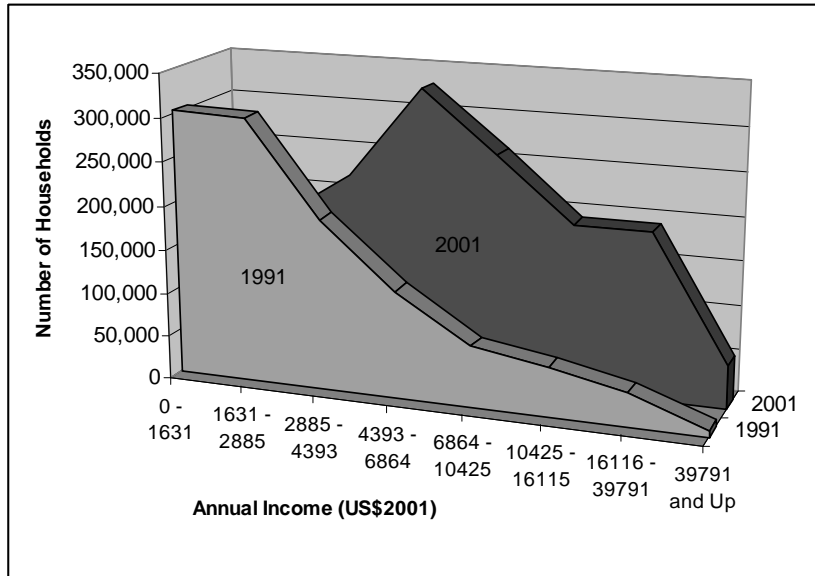
Uso vehicular (KVV/día) =
 $f(\text{\# vehículos, características del hogar, forma urbana, diseño urbano})$

5

El caso empírico: Santiago de Chile

6

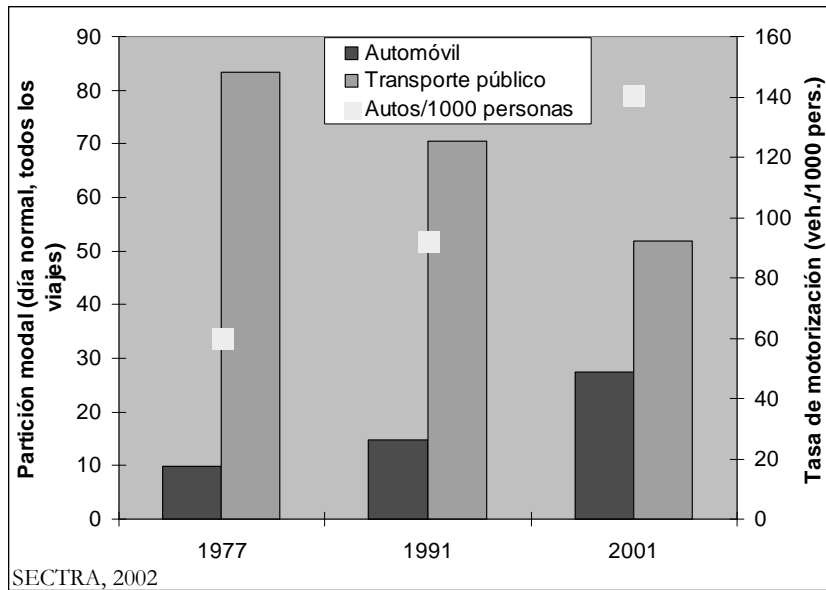
La creciente clase media



Fuentes: Derivado de SECTRA, 1992; 2002

7

Evolución de la partición modal y la motorización



SECTRA, 2002

Datos sobre viajes

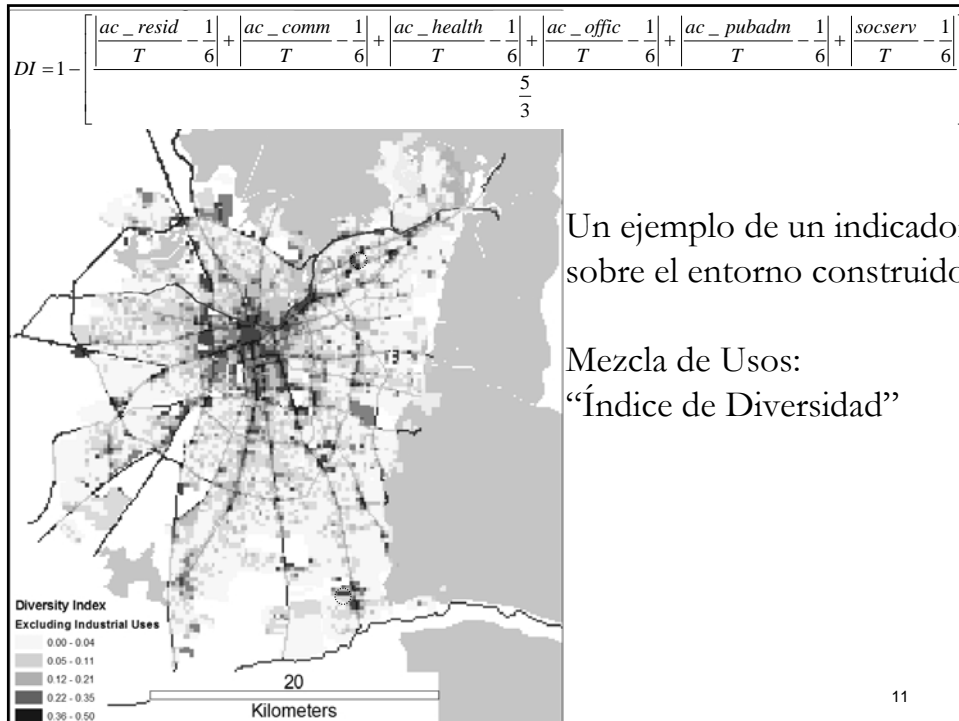
- Principal: encuesta origen-destino de hogares (2001)
 - 15,000 hogares (muestra de 1%)
 - 12,000 durante la “epoca normal”
 - 3,000 durante el verano
 - Geo-codificado a centroide de manzana censal
- 38 municipalidades; 780 zonas de análisis de tránsito (TAZ)
- Todos los viajes en el espacio público por individuos en el hogar
- Orígenes y destinos geo-codificados a esquina más cercana
- Adicional: corrida del modelo ESTRAUS para 2001, hora punta

9

Datos sobre el entorno construido

- Actividades (negocios, etc.) geo-codificado como punto x,y, basado en catastro de impuestos prediales y información Municipal sobre patentes de negocios
- Espacios “verdes” (deportes, plazas, agricultura, etc.) basado en información de autoridades ambientales (para 1998)
- Mapa de manzanas censales
- Red vial (1999) y red de Metro y sus estaciones
- Calculadas para las zonas de análisis de tránsito (TAZ)

10



La localización relativa: Índice de accesibilidad basada en modelo de gravedad

$$A_i^m = \sum_{j \in L} w_j f_{ij} * 100$$

Donde:

A_i^m es la medida de accesibilidad para modo m en zona i ,

L es el “set” de todas las zonas,

w_j es la partición de zona j de todo el W ,

W es el total de metros cuadrados (área construida): 9 categorías de actividades (incl. Deportes y recreación),

f_{ij} es $\exp(-bTT_{ij}^m)$,

TT_{ij}^m es el tiempo de viaje para modo m desde zona i a zona j , y

b es un parámetro representando la sensibilidad al tiempo de viaje.

Tenencia: ¿cuál es el rol del entorno construido?

- Un modelo de elección discreta (logit multinomial) de tenencia de autos
 - Decisión a tener 0, 1, 2, 3+ vehículos en el hogar
 - Tenencia en 2001:
 - 0 vehículos: 59% de hogares
 - 1 vehículos: 32% de hogares
 - 2 vehículos: 8% de hogares
 - 3+ vehículos: 2% de hogares

13

Elección de vehículos por hogar

14

Cat.	Variable	Número de vehículos		
		1	2	3
<i>Hogar</i>	Ingreso	++	+++	+++
	# Trabajadores	+/-	-	n.a.
	# menores 18	+	+	-
	Internet alta vel.	+	+	++
<i>Transpt.</i>	Acces. Auto:Bus	+	+	+
	< 500 m Metro	n.a.	-	-
<i>Diseño y Forma Urbana</i>	Departamento	-	--	--
	Densidad vivienda	-	-	--
	Indice de diversidad	-	-	--
	Intersección de 4-vía	n.a.	-	-
	Distancia al centro	++	++	++
	(Distancia al centro) ²	--	--	--

Tenencia de autos: resultados I

- Ingreso domina la decisión
 - aumentando su peso con más vehículos
- Cantidad de hijos/trabajadores indica (quizás) efectos presupuestarios en el hogar
- Internet de alta velocidad
 - evidencia de complementaridad transporte-telecom
 - (o proxy para otro atributo no-observado del hogar)
- Transporte
 - mejor niveles de servicio relativo para el auto = más autos;
 - proximidad al Metro = menos autos (después del primero)
 - efectos muy moderados

Tenencia de autos: resultados II

- “Diseño” (dpto, densidad, diversidad, red vial)
 - efectos tienden a aumentar con la cantidad de vehículos
 - en general, efectos moderados
- Localización relativa (distancia al centro)
 - algún apoyo para la ciudad “compacta”
 - pero efectos contrarios con más distancia (efecto cuadrado)
 - en general, moderado
- Implicancias: la incorporación de niveles de servicio y entorno construido en los pronósticos de tenencia para la modelación de demanda de transporte

17

Uso: ¿el rol del entorno construido?

- Modelo lineal (mínimos cuadrados ordinarios, MCO) de kilómetros vehiculares viajados (KVV)
 - en el día de la encuesta
 - distancias derivadas desde coordenadas (x,y) de viaje y ruta mínima en la red vial
- Controlando para el sesgo de selección:
$$(1/K) \sum_{k \neq i}^K [P_k \ln P_k / (1 - P_k) + \ln P_i]$$
- y, la endogeneidad
 - cantidad de autos esperada:
$$0 * p(0) + 1 * p(1) + 2 * p(2) + 3 * p(3+)$$

18

	Variable	B	Stdrzda	Sig.
<i>Vehículos</i>	“Vehículos verdes” Dummy	4.98	0.09	0.00
	# Vehículos esperados	12.28	0.26	0.00
<i>Hogares</i>	3 trabajadores	2.95	0.05	0.00
	Internet alta velocidad	5.72	0.06	0.00
<i>Día</i>	Domingo “normal”	-7.58	-0.09	0.00
	Sabado verano	-4.50	-0.03	0.05
	Domingo verano	-8.69	-0.05	0.00
<i>Transpte. y forma urbana</i>	Distancia al centro	0.48	0.08	0.00
	Distancia al Metro	0.96	0.11	0.00
	Pie de monte dummy	3.87	0.04	0.01
<i>Diseño Urbano</i>	Intersecciones 3 vía	0.68	0.05	0.00
	Densidad de plazas	-33.13	-0.03	0.04
	Corrección para sesgo de selección	-4.13	-0.03	0.40

R-cuadrado = 0.17; N=4103

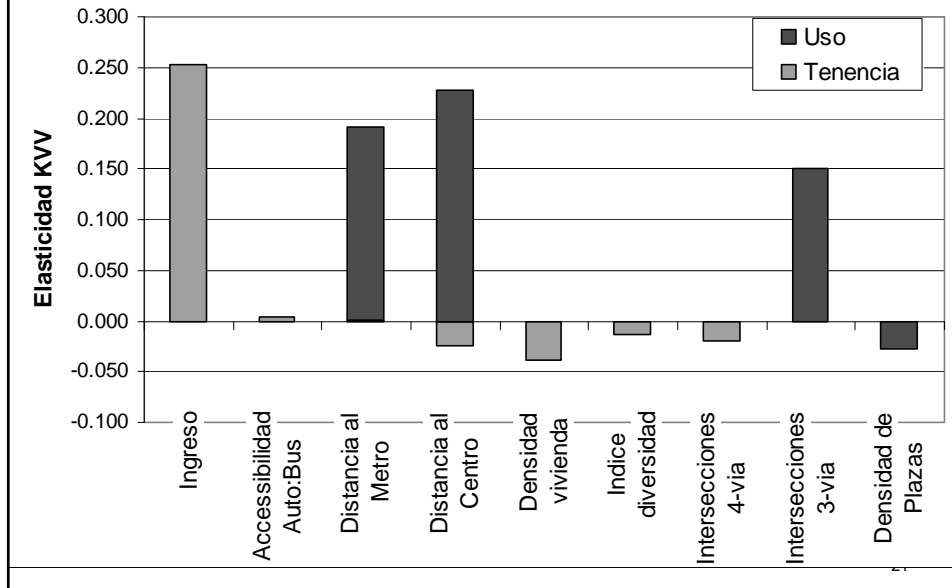
19

Uso: Resultados

- Efecto ingreso
 - sólo a través de la tenencia de vehículo
- Internet
 - de nuevo, evidencia de complementaridad transporte-telecom (o proxy para otro atributo no-observado del hogar)?
- Distancia al centro y Metro
 - apoyo para la ciudad “compacta” y el desarrollo orientado al transporte público
- Diseño urbano
 - red vial más “suburbana” aumenta los KVV; espacios verdes los disminuyen;
 - no hay efectos directos de densidad, diversidad

20

Efectos combinados relativos: elasticidades (vía simulación)



En resumen

- Distancia al centro influye a la tenencia y el uso
 - y al uso, aparentemente, en forma aparente de contra-balance
- La atracción relativa de auto frente a bus influye tenencia, pero levemente
- La densidad influye al uso a través de la tenencia
- La proximidad al metro influye principalmente al uso directamente
- En general, los efectos del “diseño urbano” son moderados

Extensiones necesarias/posibles

- Endogeneidad
 - en la decisión residencial-tenencia de vehículo-uso de vehículo
- Unidades espaciales alternativas
 - la TAZ probablemente no es apropiada para medir el “entorno construido” relevante
 - problema del unidad areal modificable (MAUP)
- Examinar los efectos más completos (uso de todos los modos)
 - para estimar, por ejemplo, efectos en el uso total de energía