

## **MODELOS DE GENERACION DE VIAJES A PIE, A NIVEL HOGAR, EN CIUDADES ARGENTINAS**

**Alicia Riera**  
**Instituto de Investigación y Formación en Administración Pública**  
**Universidad Nacional de Cordoba. Argentina**  
**rieraalicia@gmail.com**

**Jorge Galarraga**  
**Facultad de Ciencias Exactas, Física y Naturales.**  
**Universidad Nacional de Cordoba. Argentina**  
**jorgala@efn.uncor.edu**

### **RESUMEN**

No se conocen antecedentes a nivel local acerca de investigaciones sobre la generación de viajes a pie, no obstante la importancia de este modo dentro de la estructura general de los viajes en zonas urbanas. Se cuenta con referencias de estudios conducidos en otras realidades donde se han producido avances en este sentido, particularmente respecto a las variables que influyen en la generación de viajes a pie. Estas se refieren a características socioeconómicas de los hogares e individuos, el ambiente circundante, factores actitudinales y cualidades de los modos de transporte alternativos.

En este trabajo se estudia la relación existente entre las tasas de viajes a pie y las características socioeconómicas de los hogares en zonas urbanas aplicando el método de regresión lineal múltiple sobre información de encuestas de origen y destino de viajes basadas en el hogar, disponible para cuatro ciudades argentinas.

Como resultado de numerosos ensayos y análisis estadísticos se estimaron las ecuaciones de regresión de los viajes a pie para las ciudades de Córdoba, Villa Carlos Paz, Santo Tomé y Neuquén como así también para una muestra generalizada que agrupó los cuatro casos. La cantidad de estudiantes en el hogar resultó la variable más influyente, siguiéndole en importancia la cantidad de trabajadores y la cantidad de vehículos con que cuenta el hogar.

### **ABSTRACT**

Research regarding walk trip generation is absent at the local scope in spite of this mode's relevance within the general trip structure in urban areas. Studies conducted elsewhere are available which have achieved some progress, mainly with respect to the variables that influence walk trip generation. These are household and individual socioeconomic characteristics, the surrounding environment, attitudinal factors and qualities of alternative transportation modes.

This paper studies the relationship between walk trip rates and household socioeconomic characteristics in urban areas by performing multiple linear regression procedures over household-based trip survey data that is at hand for four cities in Argentina.

As a result of several tests and statistical analysis walk trip regression equations were estimated for the following cities: Cordoba, Villa Carlos Paz, Santo Tome and Neuquen as well as for a generalized sample that grouped all four cases. Total number of students at the household came out to be the most influential variable followed by number of workers and number of cars owned.

### **PALABRAS CLAVE**

Modelos, generación, viajes a pie, regresión lineal múltiple, variables socioeconómicas

## **1. INTRODUCCION**

Los viajes a pie revisten en términos relativos considerable importancia dentro de las estructuras de viajes observadas a nivel local. La mayor proporción de los desplazamientos no motorizados en ciudades argentinas corresponde a viajes caminando. Sin embargo hasta el presente el modo a pie no ha sido formalmente considerado dentro del proceso de planeamiento del transporte y al igual que los viajes en bicicleta, ha sido prácticamente ignorado en el desarrollo de modelos de demanda tradicionalmente centrados en los medios motorizados, particularmente el transporte masivo y el automóvil particular.

La evaluación de beneficios derivados de la implantación de nueva infraestructura para peatones ó de la introducción de mejoras en la infraestructura existente, exige tener estimaciones acerca de la futura demanda de peatones. Ello sentaría las bases para incluir el transporte no motorizado dentro del proceso de planeamiento en un mismo plano que los modos motorizados, permitiendo justificar y/ó priorizar proyectos que de otro modo corren el riesgo de ser relegados ó desechados

El estudio de los desplazamientos efectuados a pie requiere contar con información específica tanto respecto de los viajes propiamente dichos como de las características personales de los viajeros. En este sentido el diseño de las encuestas de hogares de origen y destino de viajes, las cuales constituyen el medio más eficiente para recolectar los datos requeridos para la formulación de modelos, en general no ha contemplado las necesidades de información para la modelización de los viajes peatonales.

La base de información de que se dispuso para el desarrollo del presente estudio, cuenta con algunos elementos que posibilitan avanzar en la investigación de los factores que influyen sobre la realización de viajes a pie. Se propone investigar la influencia de estos factores y ensayar la formulación de modelos de generación de viajes basados en variables representativas de características socioeconómicas de hogares pertenecientes a ciudades argentinas donde se realizaron encuestas de origen y destino de viajes.

Las conclusiones obtenidas se emplearán para discutir aspectos metodológicos tanto de la recolección de datos como del proceso de modelización. Por último se espera formular recomendaciones dirigidas a extender y perfeccionar esta línea de investigación.

## **2. REVISION BIBLIOGRAFICA**

La revisión bibliográfica reveló que las iniciativas más importantes y los progresos más significativos que han podido conseguirse en este campo corresponden a estudios realizados por investigadores pertenecientes a instituciones académicas de los Estados Unidos y Canadá.

Un documento del Victoria Transport Policy Institute (2003) cita las recomendaciones de Price (2001) respecto a la manera de incluir información acerca de viajes no motorizados: "Las encuestas de viajes deben diseñarse de tal modo que motiven suficientes respuestas en relación a los viajes no motorizados. Por ejemplo un "viaje" debe ser definido con claridad para que incluya viajes a pie y en bicicleta. Deben contabilizarse los viajes por motivos diferentes al trabajo, viajes recreacionales y viajes realizados por niños."

Estudios realizados en Brasil dentro de la línea de investigación de Polos Generadores de Viajes (Scovino et al, 2008) señalan las distintas dimensiones y variables que determinan la elección del modo a pie. Los tres grandes grupos de características corresponden a aspectos individuales, al ambiente circundante y a las cualidades de los distintos modos de transporte

Litman et al (2006)) considera una serie de factores que afectan la demanda de Transporte No Motorizado (TNM) en situaciones determinadas: presencia de centros de atracción de viajes, distancia de viaje, características demográficas, patrones de uso del suelo, condiciones de viaje determinadas a partir de las facilidades disponibles para el TNM, topografía y clima, actitud comunitaria reflejada en el impacto resultante de la aceptación por parte de la sociedad y el enfoque temporal y geográfico que se interpreta como la mayor ó menor facilidad de una comunidad para desarrollar nuevas infraestructuras y condiciones generales que hagan sustentable al TNM..

Los desarrollos más recientes de modelos de generación de viajes a pie: Evans (2008), Shay et al (2007), Kockelman (1996), Rajamani et al (2002). Targa et al (2005) han considerado tres grandes áreas para la incorporación de variables dentro de los modelos: mixtura y densidad de los usos del suelo, características de las redes zonales y características personales y de los hogares. Si bien los desarrollos citados muestran que el ambiente construido incide sobre las tasas de viajes a pie, aún está en discusión cuales de estas variables territoriales son significativas, presentándose ciertas controversias al respecto. Las variables asociadas a las características de los hogares y los individuos, en cambio, conforman los modelos básicos estando fuera de discusión su inclusión dentro de los mismos.

### **3. CASOS DE APLICACION**

Para el desarrollo del presente estudio se consideraron cuatro ciudades argentinas que cuentan con información recolectada por medio de encuestas de hogares de origen y destino de viajes<sup>1</sup> (EOD). Estas EOD presentan la ventaja de que al momento de su diseño, fueron formuladas con un enfoque tal que consideró la “totalidad” de los modos de transporte en igual nivel de importancia, a pesar de que el principal objetivo de los proyectos que motivaron los relevamientos era la reformulación de sistemas de transporte masivo. Se cuenta de este modo con información de ciudades de diverso tamaño, ubicación geográfica y clima lo cual permite formarse una perspectiva general de la situación de los viajes a pie.

El gráfico a continuación muestra la ubicación de las ciudades consideradas dentro del territorio nacional: Córdoba, Villa Carlos Paz, Santo Tomé y Neuquén.

La ciudad de Córdoba es una extensa urbe cuya población alcanzaba en el año 2008 a 1.309.536 habitantes. Su clima es pampeano, de inviernos no muy fríos y poco lluviosos. Los veranos son húmedos, con días calurosos y noches frescas. La ciudad presenta un patrón de crecimiento urbano extendido y disperso, producto de un proceso de expansión suburbana que se produce conjuntamente con la reestructuración del espacio metropolitano, la concentración económica y la localización selectiva de nuevas inversiones privadas fundamentalmente en la periferia urbana. Las características físico-espaciales del modelo de ocupación del espacio son

---

<sup>1</sup> EOD Córdoba (2008/2009) - Neuquén (2008/2009) - Villa Carlos Paz (2005) - Santo Tomé (1999)

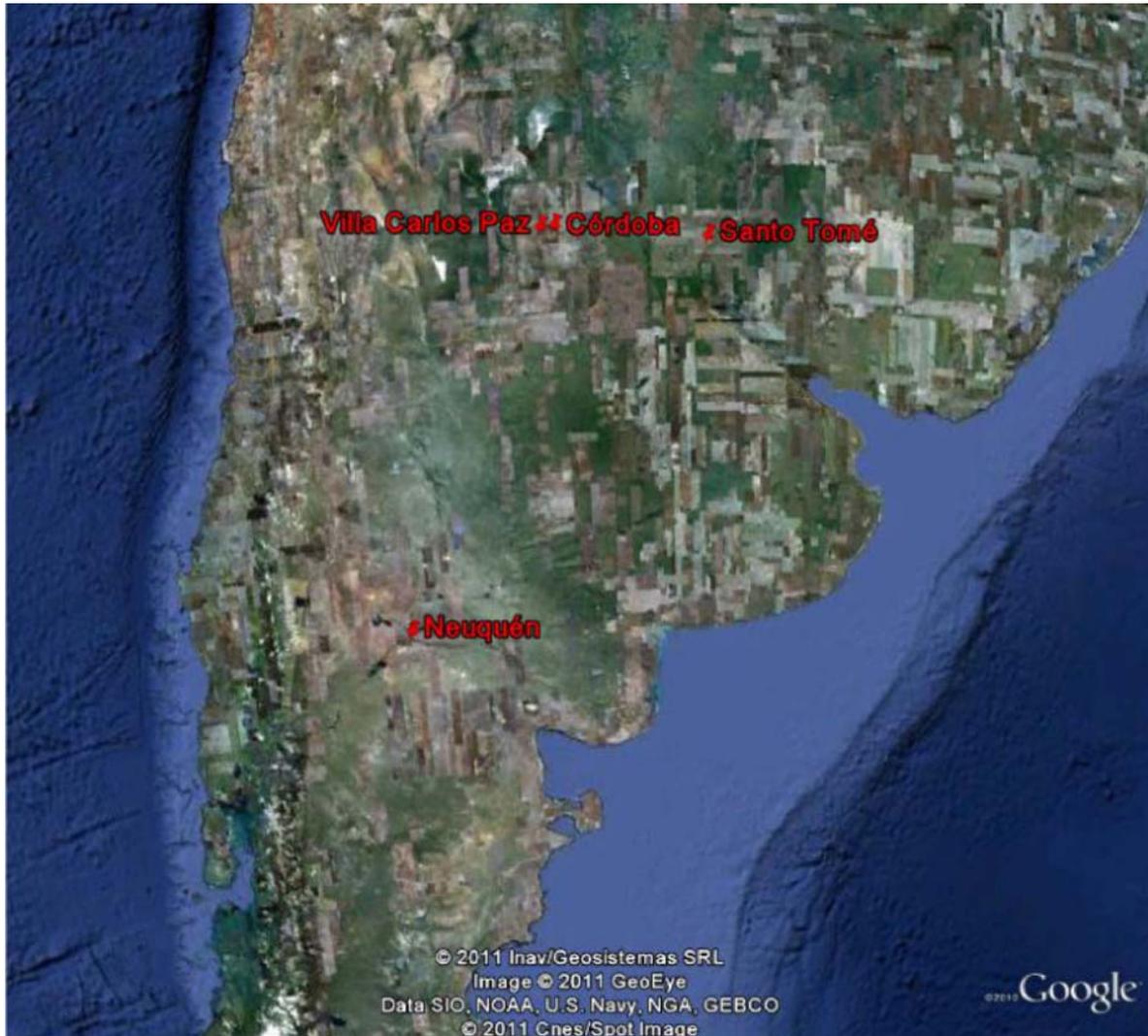


Figura 3.1 Ubicación geográfica de las ciudades analizadas

la baja densidad, la falta de consolidación de áreas intersticiales vacantes con disponibilidad de infraestructura, la conformación de sectores urbanos desvinculados de la ciudad consolidada y asentamientos que adquieren extensiones de grandes proporciones. Paralelamente se viene produciendo un fenómeno de descentralización materializado principalmente a través de los Centros de Participación Comunal, los grandes centros comerciales y otras atracciones que se han instalado en la periferia durante las últimas dos décadas.

La ciudad de Villa Carlos Paz contaba en el año 2005 con aproximadamente 62.000 habitantes. Esta ciudad es el centro turístico más importante de la provincia de Córdoba y uno de los más importantes a nivel nacional. Se encuentra en una región de clima semiárido, observándose temperaturas medias mensuales dentro del rango de los 12 °C y los 26 °C y una media anual de lluvias de 700 milímetros. Su emplazamiento entre cordones montañosos determina una topografía caracterizada por pendientes pronunciadas, especialmente en los sentidos centro-oeste y centro-sur. Las mayores densidades se observan en el centro viejo, sobre un eje norte-sur contiguo al centro y hacia los cerros del Oeste en el sector de menor

nivel socioeconómico. En otras direcciones las densidades disminuyen gradualmente hacia la periferia.

La ciudad de Santo Tomé, ubicada al este de la provincia de Santa Fe, sobre la margen oeste de la desembocadura del Salado en el río Paraná, forma parte de la llanura Chaco-Pampeana. La zona se caracteriza por sus reducidos desniveles. El clima es subtropical con una temperatura media anual templada. Esta ciudad forma parte -con otras localidades- del aglomerado urbano de la capital provincial, Santa Fe de la Vera Cruz. La población estimada al año de realización de la encuesta (1999) fue de 53.800 habitantes en tanto que el censo del año 2001 contabilizó 59.000 habitantes, lo que representa un crecimiento del 32,64 % frente a los 44.500 habitantes del censo del año 1991. Este crecimiento se debió en gran parte a que Santo Tomé funciona como "ciudad dormitorio" de la capital. La distribución de la densidad no sigue un patrón uniforme dado que la consolidación de los distintos sectores ha sido el resultado de la implantación de grupos de planes de viviendas, incluso en terrenos alejados del centro donde el uso del suelo está categorizado como rural. Ello generó cierto grado de atomización de los asentamientos y la existencia de áreas intermedias escasamente pobladas.

La ciudad de Neuquén forma parte del aglomerado Neuquén-Plottier-Cipolletti, constituyendo el núcleo de población más importante de la Patagonia. En el año 2001 la población del municipio ascendía a 203.000 habitantes, en tanto que las proyecciones para el año de realización de la EOD estimaron 250.000 habitantes. El clima de Neuquén es continental y árido con temperaturas medias de 24°C en verano y de 6°C en invierno. La expansión de la zona urbana se ha dado en forma espontánea por lo que la distribución de las densidades es totalmente atípica existiendo bolsones de alta densidad en zonas periféricas y una ausencia de consolidación del área central y pericentral. También existen asentamientos, tanto de alto como de bajo nivel socioeconómico, en zonas alejadas del núcleo central donde la densidad de población y edilicia es muy baja.

Las tablas a continuación muestran distintos aspectos de los desplazamientos realizados en las ciudades descriptas. A partir de la información exhibida puede destacarse la importancia que ostentan los viajes a pie dentro de la estructura de viajes, su elevada participación en los viajes por motivos de trabajo y estudio y su periodicidad primordialmente diaria.

Tabla 3.1. Distribución modal de los viajes totales

Ciudad	Distribución modal							
	A pie	Bicicleta	Ómnibus urbano	Ómnibus interurb.	Auto	Moto	Taxi-Remis-Escolar	Otros
Córdoba	9,9%	2,5%	47,6% (*)	1,5%	25,7%	6,0%	6,1%	0,7%
Carlos Paz	20,5%	2,7%	15,2%	8,5%	43,6%	2,0%	7,4%	0%
Santo Tomé	17,2%	18,5%	31,3%		20,6%	6,7%	4,9%	0,8%
Neuquén	13,0%	7,6%	40,3%	1,3%	28,3%	3,8%	3,8%	1,7%

(\*) Incluye los viajes en ómnibus diferencial y trolebús

Tabla 3.2. Distribución por motivo de los viajes a pie

Ciudad	Distribución por motivo					
	Trabajo	Estudio	Salud/ Compras/ Trámites	Recreación	Regreso al hogar	Otros motivos
Córdoba	13,1%	21,4%	7,1%	5,1%	48,0%	4,1%
Carlos Paz	10,9%	17,4%	12,2%	6,2%	48,0%	5,2%
Santo Tomé	6,3%	26,8%	7,0%	2,2%	47,8%	10,0%
Neuquén	16,1%	18,3%	8,6%	4,3%	48,1%	4,6%

Tabla 3.3. Periodicidad de los viajes a pie

Ciudad	Diaria	2 a 4 veces por semana	Menos de 2 veces p/ semana
Córdoba	73,3%	13,5%	13,1%
Carlos Paz	65,7%	19,4%	14,9%
Santo Tomé	70,4%	9,8%	19,8%
Neuquén	72,0%	10,0%	18,0%

## 4. ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS DE GENERACIÓN DE VIAJES

### 4.1. Aspectos metodológicos

El procedimiento de regresión lineal múltiple puede ser aplicado tanto sobre datos agregados (zonales) como desagregados (hogares e individuos).

La regresión basada en zonas de transporte y características promedio de los hogares de cada zona se encuentra condicionada por el tamaño de las zonas, la homogeneidad socioeconómica intrazonal y por la capacidad de las variaciones inter-zonales para reflejar adecuadamente la variabilidad de los viajes. Esto implica que si se trabaja con menos zonas más extensas queda representado un mayor rango de condiciones pero disminuye la varianza inter-zonal. Si, en cambio, se trabaja con una mayor cantidad de zonas de menor tamaño se reduce la variación intrazonal con dos consecuencias: modelos más costosos y errores de muestreo más elevados, asumidos como inexistentes por los modelos de regresión lineal múltiple.

En función de los inconvenientes resultantes de emplear datos agregados resulta más apropiado el análisis basado en los hogares, en el cual cada hogar constituye un vector de entrada de datos tal que introduce en el modelo la totalidad de la variabilidad observada acerca de las características del hogar y el comportamiento de viajes. Podría emplearse asimismo el enfoque individual que exhibe numerosas ventajas, por ejemplo facilidad para pronosticar las variables, pero presenta dificultades al querer introducir efectos de interacción de los hogares. En este caso, en función de lo expuesto, se optó por desarrollar las regresiones lineales múltiples a nivel de hogar.

## **4.2. Procesamiento de datos – Obtención de los vectores de generación de viajes**

Las bases de datos correspondientes a las EOD oportunamente realizadas en las ciudades analizadas en el presente estudio están compuestas, en cada caso, de cuatro archivos de datos: el primero contiene registros de las características de los hogares, el segundo incluye variables que describen las características individuales de los integrantes del hogar, la base de la totalidad de viajes relevados y sus características y por último la base de opinión, resultante de solicitar las apreciaciones y valoraciones de los encuestados. La construcción de los vectores de generación de viajes a pie se basó en las tres primeras bases de datos (hogar, integrantes y viajes) y consideró inicialmente las siguientes variables: total de personas y personas mayores de 5 años por hogar, cantidad de habitaciones por vivienda, cantidad de vehículos, cantidad de motos y cantidad de bicicletas en el hogar y tasa de viajes a pie por hogar. Los ensayos realizados formulando estimaciones con las variables independientes enumeradas resultaron en ajustes pobres y problemas de colinealidad. La ausencia de una variable que describa el nivel de ingreso del hogar fue de alguna manera “sustituida” por la cantidad de vehículos disponibles y otras variables indicativas del nivel socioeconómico de los miembros del hogar que estuviese asociado a la movilidad. Se generaron para ello las variables “cantidad de trabajadores en el hogar” y “cantidad de estudiantes en el hogar” Se repitieron los ensayos empleando las variables anteriores como variables independientes. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente sección

## **4.3. Estimación de los modelos de generación de viajes a pie**

Para la estimación de los modelos de generación de viajes se aplicó el método de regresión lineal múltiple. La validez de los resultados obtenidos depende del cumplimiento de una serie de supuestos por lo que el análisis se realizó en cada caso, comprobando por medio de estadísticos provistos por el software de aplicación, la verificación de los mencionados supuestos por las series de datos disponibles, a saber: linealidad verificada a través de diagramas de regresión parcial, independencia ó ausencia de autocorrelación a partir del estadístico de Durban-Watson, homocedasticidad ó constancia de la varianza de los residuos por medio del diagrama de dispersión de los residuos tipificados, normalidad cotejando la distribución de frecuencias con la curva normal y no-colinealidad controlada a partir de los valores de los coeficientes de correlación y otros estadísticos asociados.

Se realizaron pruebas aplicando distintos criterios. Uno de ellos consistió en la estratificación de la información de acuerdo a la posesión de automóvil en el hogar, conformando tres estratos: ningún auto, un auto y más de un auto en el hogar. El segundo criterio ensayado se basó en la obtención de ecuaciones de regresión agrupando los motivos de viaje trabajo y estudio por un lado y los demás motivos por otra parte obteniendo así estimaciones distintas de acuerdo a las motivaciones de los viajes a pie. Por último se estimó la ecuación de regresión sobre la totalidad de hogares comprendiendo todos los motivos de viaje. Si bien en algunos casos se obtuvieron mejores ajustes con los dos primeros criterios arriba explicitados, a los fines de poder realizar comparaciones entre las distintas ciudades se decidió trabajar sobre los datos globales sin estratificar.

### 4.3.1. Ciudad de Córdoba

Para la estimación de la tasa de viajes por hogar se estableció un modelo considerando una muestra de 382 hogares correspondientes a la ciudad capital que consideró todos los motivos de viaje. La generación de viajes a pie es una función de las variables independientes cantidad de estudiantes, cantidad de trabajadores y cantidad de vehículos en el hogar, todas significativas excepto los vehículos en el hogar. Se obtuvo la siguiente estimación:

$$V_{pie - c} = 1,444 + 1,630 X_1 + 0,980 X_2 + 0,134 X_3 \quad (4.1)$$

(12,415) (20,398) (6,441) (1,023)

$V_{pie - c}$  = tasa de viajes a pie por hogar en la ciudad de Córdoba

$X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$  = cantidad de estudiantes, trabajadores y vehículos en el hogar, respectivamente

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	F-Snedecor	Durbin-Watson
1	0,731	0,534	0,531	144,602	1,735
a	Predictors: (Constant), Vehiculo, Cantidad de estudiantes, Cantidad de trabajadores				
b	Dependent Variable: Viajes por hogar				

Los signos de los coeficientes de regresión parcial son lógicos. El coeficiente positivo correspondiente a la variable cantidad de vehículos en el hogar resulta extraño aunque podría atribuirse al hecho que en ciudades grandes los hogares poseedores de mayor cantidad de vehículos exhiben una mayor movilidad en general, incluyendo también los modos no motorizados. De todas maneras resulta no significativo.

### 4.3.2. Ciudad de Villa Carlos Paz

El modelo elegido para la generación de viajes a pie considera una muestra de 140 hogares abarcando todos los motivos de viaje. Se desestimó el análisis estratificando tanto por motivo de viaje como por cantidad de vehículos en el hogar por presentarse varios casos de variables no significativas. Las variables independientes cantidad de estudiantes, cantidad de trabajadores y cantidad de vehículos en el hogar son significativas. Se obtuvo la siguiente estimación:

$$V_{pie - vcp} = 2,109 + 1,513 X_1 + 0,732 X_2 - 0,413 X_3 \quad (4.2.)$$

(11,361) (14,153) (4,026) (-2,352)

$V_{pie - vcp}$  = tasa de viajes a pie por hogar en la ciudad de Villa Carlos Paz

$X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$  = cantidad de estudiantes, trabajadores y vehículos en el hogar, respectivamente

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	F-Snedecor	Durbin-Watson
1	0,798	0,637	0,629	79,534	2,003
a	Predictors: (Constant), Vehiculo, Cantidad de estudiantes, Cantidad de trabajadores				
b	Dependent Variable: Viajes por hogar				

### 4.3.3. Ciudad de Santo Tomé

El modelo se estimó a partir de una muestra de 170 hogares resultando significativas las siguientes variables independientes: cantidad de estudiantes, cantidad de trabajadores y cantidad de vehículos en el hogar. Dado que la estratificación por motivos de viaje trabajo y estudio resultó en un modelo casi idéntico al de la muestra completa y que además el ajuste para los datos agrupados por otros motivos fue deficiente, se decidió no estratificar. La ecuación de regresión estimada se muestra a continuación:

$$V_{pie-ST} = 2,184 + 1,714 X_1 + 0,879 X_2 - 0,451 X_3 \quad (4.3.)$$

(10,262) (12,981) (3,545) (-1,99)

$V_{pie-ST}$  = tasa de viajes a pie por hogar en la ciudad de Santo Tomé

$X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$  = cantidad de estudiantes, trabajadores y vehículos en el hogar, respectivamente

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	F-Snedecor	Durbin-Watson
1	0,724	0,524	0,516	60,966	2,012
a	Predictors: (Constant), Vehículo, Cantidad de estudiantes, Cantidad de trabajadores				
b	Dependent Variable: Viajes por hogar				

### 4.3.4. Ciudad de Neuquén

A partir de una muestra de 560 hogares se estimó un modelo basado en las siguientes variables independientes: cantidad de estudiantes, cantidad de trabajadores y cantidad de vehículos en el hogar. Las pruebas realizadas estratificando la muestra según la cantidad de vehículos en el hogar ó por motivos de viaje mostraron ajustes similares a la anterior pero en la mayoría de los casos alguna variable resultó no ser significativa. Se estimó la siguiente ecuación:

$$V_{pie-N} = 1,320 + 1,504 X_1 + 1,386 X_2 - 0,213 X_3 \quad (4.4.)$$

(10,368) (18,502) (13,161) (-1,845)

$V_{pie-N}$  = tasa de viajes a pie por hogar en la ciudad de Neuquén

$X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$  = cantidad de estudiantes, trabajadores y vehículos en el hogar, respectivamente

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	F-Snedecor	Durbin-Watson
1	0,654	0,428	0,425	138,863	1,993
a	Predictors: (Constant), Vehículo, Cantidad de estudiantes, Cantidad de trabajadores				
b	Dependent Variable: Viajes por hogar				

### 4.3.5. Ciudades argentinas

A los fines de comprobar la validez global de los modelos estimados se realizaron regresiones sobre los datos correspondientes a las cuatro ciudades estudiadas, unidos dentro de un único vector de generación de viajes a pie sobre una muestra total de 1252 hogares. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

$$V_{pie - C + VCP + ST + N} = 1,608 + 1,551X_1 + 1,100X_2 - 0,164X_3 \quad (4.5.)$$

(21,547) (32,159) (15,140) (-2,200)

$V_{pie - C + VCP + ST + N}$  = tasa de viajes a pie por hogar en ciudades argentinas

$X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$  = cantidad de estudiantes, trabajadores y vehículos en el hogar, respectivamente

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	F-Snedecor	Durbin-Watson
1	0,693	0,481	0,479	385,097	1,873
a	Predictors: (Constant), Vehículo, Cantidad de estudiantes, Cantidad de trabajadores				
b	Dependent Variable: Viajes por hogar				

Se ensayó el mismo caso sin la variable cantidad de vehículos resultando la siguiente estimación:

$$V_{pie - C + VCP + ST + N} = 1,525 + 1,5531X_1 + 1,118X_2 \quad (4.6.)$$

(23,625) (32,159) (15,458)

$V_{pie - C + VCP + ST + N}$  = tasa de viajes a pie por hogar en ciudades argentinas

$X_1$  y  $X_2$  = cantidad de estudiantes y trabajadores en el hogar, respectivamente

#### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	F-Snedecor	Durbin-Watson
1	0,692	0,479	0,478	573,463	1,873
a	Predictors: (Constant), Vehículo, Cantidad de estudiantes, Cantidad de trabajadores				
b	Dependent Variable: Viajes por hogar				

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo presenta una serie de análisis de regresión lineal múltiple para la estimación de modelos de generación de viajes a pie. Las motivaciones del estudio se resumen en iniciar una línea de investigación a nivel local centrada en los viajes en transporte no motorizado entre los cuales los viajes a pie revisten mayor importancia por su participación en la estructura de viajes. El análisis empírico del estudio está basado en encuestas de origen y destino de viajes de hogares realizadas en cuatro ciudades argentinas. Durante el proceso de modelización se testearon diversas variables relacionadas con características socioeconómicas de los hogares.

El análisis realizado permite afirmar que en los hogares donde hay personas que estudian como actividad principal, se realizan entre 1, 5 y 1, 7 viajes a pie diarios por cada estudiante del hogar. También puede afirmarse que en los hogares donde hay personas que trabajan se realizan entre 0,8 y 1,3 viajes a pie diarios por cada trabajador del hogar.

La influencia de la cantidad de vehículos de que dispone el hogar es reducida aunque se observan los coeficientes más elevados - del orden de 0,40 - en el caso de ciudades de menor tamaño, lo que resulta bastante lógico. A medida que el tamaño de la ciudad aumenta en términos de cantidad de población, disminuye en valor absoluto el coeficiente (negativo) de regresión parcial de la variable cantidad de vehículos, resultando éste de signo opuesto (positivo) para el caso de la ciudad de Córdoba que cuenta con más de un millón de habitantes.

El modelo obtenido a partir del análisis de regresión múltiple efectuado sobre la totalidad de los datos observa un buen ajuste, confirmando que la tendencia observada en los casos aislados es similar a la tendencia global.

La regresión realizada con la totalidad de los datos, eliminando la cantidad de vehículos como variable explicativa, muestra que los coeficientes de cantidad de estudiantes y cantidad de trabajadores se mantienen prácticamente iguales, tomando el término independiente una pequeña variación para compensar la eliminación de la variable citada. Todos los coeficientes son altamente significativos al 99%.

El perfeccionamiento de los modelos estimados en esta instancia requeriría profundizar sobre dos aspectos que se encuentran estrechamente relacionados: los factores que influyen sobre los viajes y la disponibilidad de datos acerca de estos factores. Es posible que otros factores que caracterizan a los hogares, distintos a los que identifica este estudio, influyan significativamente sobre los viajes a pie generados en los hogares. La recolección de datos referidos a variables que hasta el presente no fueron contempladas en las encuestas realizadas, por ejemplo el nivel de ingresos de la familia, probablemente derive en mejoras en la formulación.

Dado que este estudio se ha limitado a estudiar el impacto de las variables socioeconómicas del hogar sobre la generación de viajes a pie, se recomienda ampliar esta línea de investigación incluyendo en el análisis otras variables y otras dimensiones. En particular se sugiere estudiar la influencia del ambiente circundante y en segunda instancia el efecto de la calidad de los modos de transporte alternativos.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

EVANS, J.J. (2008) - *Non-Motorized Model Development General Information and DCHC MPO Project* - presented to North Carolina Model Users Group- Raleigh, North Carolina.

KOCKELMAN, K.M. (1996) *Travel Behavior as a Function of Accessibility, Land Use Mixing, and Land Use Balance: Evidence from the San Francisco Bay Area* - B.S. Thesis - University of California, Berkeley.

LITMAN, T.; BLAIR, R.; DEMOPOULOS, B.; EDDY, N.; FRITZEL, A.; LAIDLAW, D.; MADDOX, H.; FORSTER, K. (2006) – *Pedestrian and Bicycle Planning . A Guide to Best Practices* – Victoria Policy Institute.

ORTUZAR, J.D.; WILLUMSEN, L.G. (2004) – *Modelling Transport* – John Wiley & Sons, LTD – West Sussex, England.

RAJAMANI, J.; BHAT, C.R.; HANDY, S.; KNAAP, G.; SONG, Y. (2002) - *Assessing the impact of urban form measures in nonwork trip mode choice after controlling for demographic and level-of-service effects* - TRB 2003: Submitted for Presentation and Publication.

RIERA, A. (2011) – *Estudio de las Perspectivas del Transporte No Motorizado en Ciudades Argentinas a través de la Aplicación de Modelos de Generación de Viajes* – Tesis de Maestría en Transporte – Maestría en Ciencias de Ingeniería – Mención Transporte – Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

SCHWARTZ, W.L.; PORTER, C.D.; PAYNE, G.C.; SUHRBIER, J.H., MOE, P.C.; WILKINSON, W.L. (1999) – *Guidebook on Methods to Estimate Non-Motorized Travel: Supporting Documentation* – Final Report – Federal Highway Administration.

SCOVINO, A. S. (2008), *As Viagens a Pé na Cidade do Rio de Janeiro: um Estudo da Mobilidade e Exclusão Social*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro, RJ

SHAY, E.; KHATTAK A.J. (2006) *Autos, trips and neighborhood Type: Comparing Environmental Measures* – TRB 2007 Annual Meeting.- Transportation Research Record – TRB Paper 07-1119.

TARGA, F.; CLIFTON, K. (2005) *Built Environment and Trip Generation for Nonmotorized Travel* - Journal of Transportation and Statistics, vol. 8, n°. 3.

TURNER, S.; HATTENSTEIN, A.; SHUNK, G. (1997) – *Bicycle and Pedestrian Travel Demand Forecasting literature review* – Research Report 1723-1, Texas Transportation Institute.

WASHINGTON, S.P.; KARLAFTIS, M.G.; MANNERING, F.L. (2003) *Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis* – Chapman & Hall / CRC – Boca Raton, Florida.