

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE INGENIERÍA – MENCIÓN TRANSPORTE



**ESTUDIO DE LAS PERSPECTIVAS DEL TRANSPORTE
NO MOTORIZADO EN CIUDADES ARGENTINAS APLICANDO
MODELOS DE GENERACION DE VIAJES**

Autor: Ing. Alicia Riera

Director: Prof. MSc. Ing. Jorge J. Galarraga

TESIS DE MAESTRIA EN TRANSPORTE

CIUDAD DE CÓRDOBA - ARGENTINA
MAYO 2012

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento:

A mi director de tesis Jorge Galarraga por su permanente apoyo y guía.

A la Secretaría de Ciencia y Técnica (SeCyT) por el apoyo económico a través de la beca de finalización de maestría.

Al Programa de Ingeniería de Transporte de la UFRJ, particularmente al profesor Licinio Da Silva Portugal por sus valiosos aportes y orientación durante mi estadía en Brasil.

A mis compañeros de trabajo Mirta Rautenberg, María Julia Brusa, Claudio Falavigna y Héctor Taborda.

A mis compañeros de la maestría, en especial a Claudio Falavigna y Carolina Iwakawa por su apoyo durante momentos muy difíciles.

A mi amiga Violeta Depiante por su interés y entusiasmo.

A mi esposo, mis hijos, mi madre y mi tía por su incondicional y constante apoyo

Resumen

El transporte no motorizado reviste gran importancia dentro de la estructura de viajes de ciudades argentinas, constituyendo una alternativa conveniente a los medios motorizados en términos de costos y externalidades sobre el ambiente urbano. Estas modalidades han sido sistemáticamente excluidas del proceso de planificación del transporte, por lo que se carece de casos concretos de modelización de viajes no motorizados que faciliten la comprensión de las variables influyentes y brinden la posibilidad de realizar proyecciones de la demanda.

En este trabajo se formulan modelos de generación de viajes a pie y en bicicleta sobre información de encuestas de origen y destino de viajes basadas en el hogar, disponible para cinco ciudades argentinas. Se estiman ecuaciones de regresión de los viajes a pie y en bicicleta en función de variables socioeconómicas, para las ciudades de Córdoba, Neuquén, Villa Carlos Paz, Santo Tomé y Salta, además de muestras generalizadas que agrupan varios casos. La cantidad de estudiantes en el hogar resulta la variable más influyente, siguiéndole en importancia la cantidad de trabajadores, la cantidad de vehículos con que cuenta el hogar y la cantidad de bicicletas en el hogar en el caso de los viajes que emplean este medio.

El estudio concluye planteando una línea de investigación cuyo objetivo es analizar la relación que se establece entre la realización de viajes a pie y el ambiente construido, representado por variables que describen la forma urbana, análisis que se restringe a la ciudad de Córdoba. Se verifica la existencia de una relación entre los viajes a pie y el ambiente construido, resultando la diversidad de usos del suelo y la conectividad de las redes, entre las variables analizadas, las que mejor explican los viajes a pie.

Abstract

Non motorized transport shows a significant participation as regards the trip structure of argentinian cities, as a very convenient alternative to motorized modes concerning costs and externalities on the urban environment. These modes have been repeatedly excluded from transportation planning processes so that specific non-motorized modeling is lacking thus not allowing a better understanding of the most influential variables and preventing non-motorized demand forecasting.

This paper presents walk and bicycle trip generation formulations over household-based trip survey data available for five cities in Argentina. Walk and bike trips regression equations are estimated for the cities: of Cordoba, Neuquen, Villa Carlos Paz, Santo Tome and Salta, as well as for a generalized sample that groups several cases. Total number of students at the household comes out to be the most influential variable followed by number of workers, number of cars owned and number of bikes at home in the case of bicycle trips.

The study concludes opening a new research scope aimed to analyze the relationship that is established between walk trip generation and the built environment, the latter represented by variables that describe the urban form, restraining this analysis to the city of Cordoba. A relationship between walk trip generation and the built environment is proved, being land use diversity and network connectivity, among the variables analyzed, the ones that best explain walk trips.

**ESTUDIO DE LAS PERSPECTIVAS DEL TRANSPORTE
NO MOTORIZADO EN CIUDADES ARGENTINAS
APLICANDO MODELOS DE GENERACION DE VIAJES**

INDICE

1. INTRODUCCION	1
1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. METODOLOGIA	2
1.4. ESTRUCTURA DEL TRABAJO	3
2. ESCENARIO INTERNACIONAL DEL TRANSPORTE NO MOTORIZADO	6
2.1. PANORAMA GENERAL	6
2.2. PAISES DEL CONTINENTE EUROPEO	7
2.2.1. Estrategias aplicadas en los Países Bajos, Dinamarca y Alemania	10
2.3. SITUACIÓN DEL TRANSPORTE NO MOTORIZADO EN PAÍSES DEL CONTINENTE ASIÁTICO ..	14
2.4. EL CASO DE AFRICA	16
2.4.1. Iniciativas en Sudáfrica	19
2.5. EL TRANSPORTE NO MOTORIZADO EN LOS ESTADOS UNIDOS	19
2.5.1. Panorama sintético del transporte no motorizado en Estados Unidos ..	20
2.6. SITUACIÓN DEL TRANSPORTE NO MOTORIZADO EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA	23
2.6.1. El caso de Chile	23
2.6.2. El transporte no motorizado en Colombia	25
3. EL TRANSPORTE NO MOTORIZADO EN CIUDADES ARGENTINAS	26
3.1. CONSIDERACIONES GENERALES	26

3.2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	26
3.2.1. Ciudad de Córdoba	26
3.2.2. Ciudad de Salta	30
3.2.3. Ciudad de Neuquén	33
3.2.4. Ciudad de Villa Carlos Paz	33
3.2.5. Ciudad de Santo Tomé	37
3.3. ANÁLISIS COMPARATIVO	38
3.3.1. Población y Movilidad	38
3.3.1.1. Nivel socioeconómico de los hogares encuestados	39
3.3.1.2. Características de la población	40
3.3.1.3. Tenencia de vehículos en los hogares	41
3.3.2. Características de los viajes en todos los modos	42
3.3.3. Características del transporte no motorizado en ciudades argentinas	43
4. REVISION BIBLIOGRAFICA	47
4.1. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL TRANSPORTE NO MOTORIZADO ...	47
4.2. MÉTODOS DE PREDICCIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE NO MOTORIZADO	49
4.2.1. Métodos de Estimación de la Demanda	50
4.2.2. Métodos de Demanda Relativa Potencial	55
4.2.3. Análisis de Calidad de la Oferta	55
4.2.4. Técnicas y Herramientas de Apoyo	58
4.3. INFLUENCIA DE LA FORMA URBANA SOBRE LA CONDUCTA DE VIAJES ...	60
4.3.1. Impacto de las tres D's: Densidad, Diversidad y Diseño	62
4.3.2. Otros Hallazgos	64

4.4. CONCLUSIONES	71
5. FORMULACION DE MODELOS DE GENERACION DE VIAJES A PIE Y EN BICICLETA EN FUNCION DE VARIABLES SOCIOECONOMICAS	74
5.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	74
5.1.1. Revisión Bibliográfica	74
5.1.2. Area de Estudio	74
5.1.3. Fuentes de Información	76
5.1.4. Variables y Procedimientos	76
5.2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	79
5.2.1. Análisis de datos	80
5.2.2. Modelos de generación de viajes	80
5.2.2.1. <i>Generación de viajes a pie en la ciudad de Córdoba</i>	80
5.2.2.2. <i>Generación de viajes a pie en la ciudad de Neuquén</i>	83
5.2.2.3. <i>Generación de viajes a pie en la ciudad de Villa Carlos Paz</i>	85
5.2.2.4. <i>Generación de viajes a pie en la ciudad de Santo Tomé</i>	86
5.2.2.5. <i>Generación de viajes a pie en ciudades argentinas</i>	88
5.2.2.6. <i>Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Córdoba</i>	89
5.2.2.7. <i>Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Neuquén</i>	91
5.2.2.8. <i>Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Santo Tomé</i>	92
5.2.2.9. <i>Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Salta</i>	93
5.2.2.10. <i>Generación de viajes en bicicleta en ciudades argentinas</i>	94
5.2.3. Conclusiones	95

6. INFLUENCIA DE LOS FACTORES DE LOCALIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE VIAJES A PIE. ESTUDIO DEL CASO DE CÓRDOBA	97
6.1. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS	97
6.2. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES	98
6.3. FORMULACIÓN DE LOS MODELOS DE GENERACIÓN DE VIAJES A PIE INCLUYENDO EL AMBIENTE CONSTRUIDO	99
6.3.1. Modelos formulados sobre la totalidad de los datos	100
6.3.2. Modelos formulados sobre datos agrupados según densidad y conectividad	101
6.3.3. Modelos formulados sobre datos agrupados según la densidad	102
6.3.4. Modelos formulados sobre datos agrupados según la conectividad	104
6.4. CONCLUSIONES	105
7. PRINCIPALES CONCLUSIONES Y APLICACIONES	107
7.1. CONCLUSIONES	107
7.1.1. Describir la situación actual del transporte no motorizado en ciudades argentinas	107
7.1.2. Describir el estado del arte en relación a las variables estudiadas, los modelos estimados y las conclusiones arribadas en distintas investigaciones de referencia.	107
7.1.3. Construir una base de información a partir de datos disponibles y otros a relevar durante la investigación.	108
7.1.4. Identificar cuáles son las variables que inciden sobre la realización de viajes a pie y en bicicleta y su impacto relativo.	108
7.1.5. Formular modelos que expliquen la relación entre los viajes no motorizados y las variables más influyentes.	109
7.1.6. Analizar la influencia del ambiente construido sobre la realización de viajes a pie para el caso de la ciudad de Córdoba.	110
7.1.7. Evaluar la utilidad de los modelos formulados como herramientas de	

gestión de una movilidad sustentable, que sirvan al propósito de formular políticas que incentiven los viajes a pie y en bicicleta.....	110
7.2. APLICACIONES	111
7.2.1. Contenido y justificación de políticas para el transporte no motorizado	112
7.2.2. Actores	113
7.2.3. Recursos	113
7.2.4. Reglas institucionales	113
7.2.5. Un ejemplo simple	113
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	115
ANEXO I: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA FORMULACIÓN DE MODELOS DE REGRESIÓN LINEAL MULTIPLE	121
ANEXO II: DEFINICION DEL INDICE DE NIVEL SOCIOECONOMICO.....	156
ANEXO III: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE OMNIBUS	157
ANEXO IV: ESTIMACIÓN DE LAS VARIABLES DEL AMBIENTE CONSTRUIDO	160

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Políticas clave y medidas innovadoras para incentivar el uso de la bicicleta en ciudades de los Países Bajos, Dinamarca y Alemania	11
Tabla 2.2. Promoción del uso de la bicicleta en los Países Bajos, Dinamarca y Alemania	12
Tabla 2.3. Gravámenes, estacionamiento y políticas de uso del suelo que indirectamente fomentan el uso de la bicicleta	13
Tabla 2.4. Escenarios del TNM en ciudades asiáticas	15
Tabla 2.5. Movilidad y distribución modal en ciudades africanas	17
Tabla 2.6. Programa piloto de infraestructura para el Transporte no Motorizado	18
Tabla 2.7. Partición modal de los viajes en Estados Unidos	20
Tabla 2.8. Estados y ciudades con mayor participación del transporte no motorizado ...	20
Tabla 3.1. Demografía y movilidad en ciudades argentinas.....	38
Tabla 3.2. Movilidad según EOD 2009 - Ciudad de Córdoba	39
Tabla 3.3. Distribución modal de los viajes en ciudades argentinas	40
Tabla 3.4. Distribución de la población por sexo, edad y ocupación	40
Tabla 3.5. Tasas de motorización en ciudades argentinas	41
Tabla 3.6. Distribución modal de los viajes en ciudades argentinas	42
Tabla 3.7. Distribución de los viajes por motivo en ciudades argentinas	40
Tabla 3.8. Distribución por motivo de los viajes a pie en ciudades argentinas	43
Tabla 3.9 – Distribución de las cuerdas caminadas en viajes a pie	44
Tabla 3.10 Distribución de los tiempos de viaje a pie	44
Tabla 3.11. Periodicidad de los viajes a pie	44
Tabla 3.12. Distribución por motivo de los viajes en bicicleta en ciudades argentinas	45
Tabla 3.13. Distribución de los tiempos de viaje en bicicleta	45
Tabla 3.14. Periodicidad de los viajes en bicicleta	45

Tabla 3.15. Distribución por sexo, edad y ocupación de la población que viajó a pie	46
Tabla 3.16. Distribución por sexo, edad y ocupación de la población que viajó en bici	46
Tabla 5.1. Principales fuentes de información	76
Tabla 5.2. Variables testeadas por los modelos de generación de viajes	77
Tabla 5.3. Cumplimiento de los supuestos para aplicar RLM	78
Tabla 5.4. Porcentaje de hogares con viajes a pie y en bicicleta	79
Tabla 5.5. Modelos de viajes a pie - Muestra sin estratificar – Córdoba	81
Tabla 5.6. Modelos de viajes a pie - Estratificación por motivo de viaje – Córdoba	82
Tabla 5.7. Modelos de viajes a pie - Estratificación por cantidad de vehículos en el hogar - Córdoba	82
Tabla 5.8. Modelos de viajes a pie - Uso de variables dummy – Córdoba	83
Tabla 5.9. Modelos de viajes a pie - Muestra sin estratificar – Neuquén	84
Tabla 5.10. Modelos de viajes a pie - Estratificación por motivo de viaje – Neuquén	84
Tabla 5.11. Modelos de viajes a pie - Estratificación por cantidad de vehículos en el hogar - Neuquén	84
Tabla 5.12. Modelos de viajes a pie - Muestra sin estratificar - Villa Carlos Paz	85
Tabla 5.13. Modelos de viajes a pie - Estratificación por motivo de viaje - Villa Carlos Paz	85
Tabla 5.14. Modelos de viajes a pie - Uso de variables dummy - Villa Carlos Paz	86
Tabla 5.15. Modelos de viajes a pie - Muestra sin estratificar - Santo Tomé	86
Tabla 5.16. Modelos de viajes a pie - Estratificación por motivo de viaje - Santo Tomé ..	87
Tabla 5.17. Modelos de viajes a pie - Estratificación por cantidad de vehículos en el hogar - Santo Tomé	87
Tabla 5.18. Modelos de viajes a pie - Uso de variables dummy - Santo Tomé	88
Tabla 5.19. Modelos de viajes en bicicleta - Muestra sin estratificar - Córdoba	89
Tabla 5.20. Modelos de viajes en bicicleta - Uso de variables dummy - Córdoba	90

Tabla 5.21. Modelos de viajes en bicicleta - Muestra sin estratificar - Neuquén	91
Tabla 5.22. Modelos de viajes en bicicleta - Estratificación por cantidad de vehículos en el hogar - Neuquén	91
Tabla 5.23. Modelos de viajes en bicicleta - Muestra sin estratificar - Santo Tomé	92
Tabla 5.24. Modelos de viajes en bicicleta - Estratificación por motivo de viaje - Santo Tomé	92
Tabla 5.25. Modelos de viajes en bicicleta -Muestra sin estratificar - Salta	93
Tabla 5.26. Modelos de viajes en bicicleta - Estratificación por cantidad de vehículos en el hogar - Salta	93
Tabla 5.27. Modelos de viajes a pie – Uso de variables dummy – Salta	94
Tabla 6.1. Proporción de los hogares encuestados según estrato socioeconómico	97
Tabla 6.2. Variables y sus definiciones	100
Tabla 6.3. Regresiones sobre la totalidad de datos	100
Tabla 6.4. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de mayor densidad y conectividad	101
Tabla 6.5. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de menor densidad y conectividad	102
Tabla 6.6. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de mayor densidad	103
Tabla 6.7. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de menor densidad	103
Tabla 6.8. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de mayor conectividad	104
Tabla 6.9. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de menor conectividad	105
Tabla 7.1. Modelos típicos de generación de viajes a pie	109
Tabla 7.2. Modelos típicos de generación de viajes en bicicleta	109
Tabla 7.3. Modelos típicos de generación de viajes a pie incluyendo variables del ambiente construido	110

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Esquema sintético de la metodología	4
Figura 1.2. Esquema de la estructura del trabajo	5
Figura 2.1. Participación modal de los viajes en bicicleta en Europa, Norteamérica y Australia	8
Figura 2.2. Kilómetros recorridos por habitante-día en Europa y Estados Unidos	8
Figura 2.3. Evolución del parque automotor en países europeos y Estados Unidos	9
Figura 2.4. Distribución de los viajes en transporte no motorizado según género.....	21
Figura 2.5. Principales problemas ó barreras mencionadas	24
Figura 3.1. Generación de viajes caminando en la ciudad de Córdoba	28
Figura 3.2. Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Córdoba	29
Figura 3.3. Generación de viajes caminando en la ciudad de Salta	31
Figura 3.4. Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Salta	32
Figura 3.5. Generación de viajes caminando en la ciudad de Neuquén	34
Figura 3.6. Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Neuquén	35
Figura 3.7. Generación de viajes caminando en la ciudad de Villa Carlos Paz	36
Figura 3.8. Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Villa Carlos Paz	37
Figura 4.1. Interpretación gráfica del índice de diversidad	65
Figura 4.2. Esquema sintético de las variables que influyen sobre la realización de viajes no motorizados	73
Figura 5.1. Ubicación de las ciudades analizadas	75
Figura 7.1. Esquema conceptual del impacto de las intervenciones	111

1. INTRODUCCION

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El transporte no motorizado reviste gran importancia dentro de la estructura de viajes de ciudades argentinas, constituyendo una alternativa conveniente a los medios motorizados en términos de costos y externalidades sobre el ambiente urbano.

Estas modalidades no han sido consideradas dentro del proceso de planificación del transporte, no existiendo casos concretos de modelización de viajes no motorizados que permitan realizar predicciones de la demanda. Ello sucede tanto en el ámbito local como así también en otras realidades que habitualmente no han contemplado estos modos, los que han sido incorporados de manera informal dentro de proyectos de transporte, es decir sin contar con una justificación de base científica que permita su evaluación.

La evaluación de beneficios derivados de la implantación de nueva infraestructura para peatones y ciclistas ó de mejoras en la existente, exige tener estimaciones acerca de la demanda futura de viajes no motorizados. 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

Una de las principales causas de la omisión del transporte no motorizado en los modelos de transporte ha sido la carencia de datos, ya sea porque los viajes no motorizados no siempre han sido tenidos en cuenta por las encuestas de origen y destino de viajes u otros relevamientos efectuados en el marco de estudios de transporte, ó porque aún habiéndolos incluido, se les ha conferido menor importancia dejándose de lado ciertos datos que resultan vitales a estos modos, como por ejemplo distancias y tiempos de viaje, características de los recorridos realizados, motivos de los viajes, etc.

La base de información de que se dispuso para el desarrollo del presente estudio, cuenta con algunos elementos que permiten avanzar en la investigación de los factores que influyen sobre la realización de viajes a pie y en bicicleta. En una primera instancia, 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.

En una segunda etapa se investiga el impacto que las variables del ambiente construido ejercen sobre los viajes a pie efectuados en la ciudad de Córdoba. Se decide la ampliación de los modelos basados únicamente en variables socioeconómicas a partir de la percepción de la importancia que exhibe la reciente corriente de estudios que relaciona el ambiente construido con la generación de viajes, procurando extender y profundizar la investigación analizando la influencia de variables de la configuración urbana y usos del suelo sobre la realización de viajes a pie en la ciudad de Córdoba.

La conclusión del trabajo trata de vincular los resultados que surgen del análisis cuantitativo con la implementación de políticas, teniendo como marco de referencia un

modelo teórico de análisis que establece el objeto de investigación como insumo de políticas públicas.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo general establecido para este estudio es la formulación de modelos de generación de viajes a pie y en bicicleta para ciudades argentinas representativas, profundizando el estudio de los factores que influyen sobre el transporte no motorizado.

Los objetivos específicos propuestos son los siguientes:

- a) Describir la situación actual del transporte no motorizado en ciudades argentinas.
- b) Describir el estado del arte en relación a las variables estudiadas, los modelos estimados y las conclusiones arribadas en distintas investigaciones de referencia.
- c) Construir una base de información a partir de datos que se encuentran disponibles y otros a relevar durante la investigación.
- d) Identificar cuáles son las variables que inciden sobre la realización de viajes a pie y en bicicleta y su impacto relativo.
- e) Formular modelos que expliquen la relación entre los viajes no motorizados y las variables más influyentes.
- f) Analizar la influencia del ambiente construido sobre la realización de viajes a pie para el caso de la ciudad de Córdoba.
- g) Evaluar la utilidad de los modelos formulados como herramientas de gestión de una movilidad sustentable, que sirvan al propósito de formular políticas que incentiven los viajes a pie y en bicicleta.

1.3. METODOLOGIA

La metodología de trabajo propuesta para cumplimentar los objetivos establecidos consiste de:

- i. Revisión bibliográfica orientada a conocer el estado del arte en relación a la temática abordada, y a facilitar la selección de variables y métodos más apropiados.
- ii. Análisis de la base de datos de las encuestas de origen y destino de viajes con el propósito de caracterizar el transporte no motorizado en ciudades argentinas y de construir los vectores de generación de viajes.

- iv. Formulación de los modelos de generación de viajes a pie y en bicicleta para ciudades argentinas en función de variables socioeconómicas, mediante la aplicación de la técnica de regresión lineal múltiple.
- v. Selección del caso de análisis para el estudio de la influencia del ambiente construido sobre los viajes a pie. Definición de escenarios, selección de variables de control y de análisis.
- vi. Formulación de los modelos de generación de viajes a pie en la ciudad de Córdoba, incluyendo variables del ambiente construido.
- vii. Análisis de las oportunidades de utilizar los modelos formulados como herramientas de apoyo para la aplicación de políticas a nivel urbano que incentiven el uso del transporte no motorizado.

La Figura 1.1. resume esquemáticamente el desarrollo de la metodología aplicada.

1.4. ESTRUCTURA DEL TRABAJO

El presente capítulo es el primero de un total de siete capítulos que componen el trabajo.

El Capítulo 2 contiene una descripción de distintos escenarios del transporte no motorizado a partir de ejemplos a nivel internacional

El Capítulo 3 describe los patrones de movilidad de las distintas ciudades a partir del análisis de las Encuestas de Origen y Destino de Viajes con el objeto de caracterizar los viajes realizados en las ciudades estudiadas facilitando la definición de los factores que influyen sobre de los viajes a pie y en bicicleta.

El Capítulo 4 contiene la revisión bibliográfica la cual está orientada a conocer el estado del arte en esta línea de investigación y a identificar los factores con incidencia en la realización de viajes no motorizados, los enfoques metodológicos, los resultados obtenidos y hallazgos más recientes de las investigaciones.

En el Capítulo 5 se realiza la descripción y la aplicación de la metodología para la formulación de modelos de generación de viajes a pie y en bicicleta para cinco ciudades argentinas, en función de variables socioeconómicas.

El Capítulo 6 contiene la descripción y el desarrollo de un caso de aplicación a partir del cual se investiga el impacto de factores de localización sobre los viajes a pie en la ciudad de Córdoba.

El Capítulo 7 contiene las principales conclusiones y las recomendaciones finales, evaluando la aplicación de políticas urbanas que fomenten el transporte no motorizado.

En la Figura 1.2 se repite el esquema de la metodología, indicando también la correspondencia con los capítulos donde se trata cada tema desarrollado.

Figura 1.1. Esquema sintético de la metodología

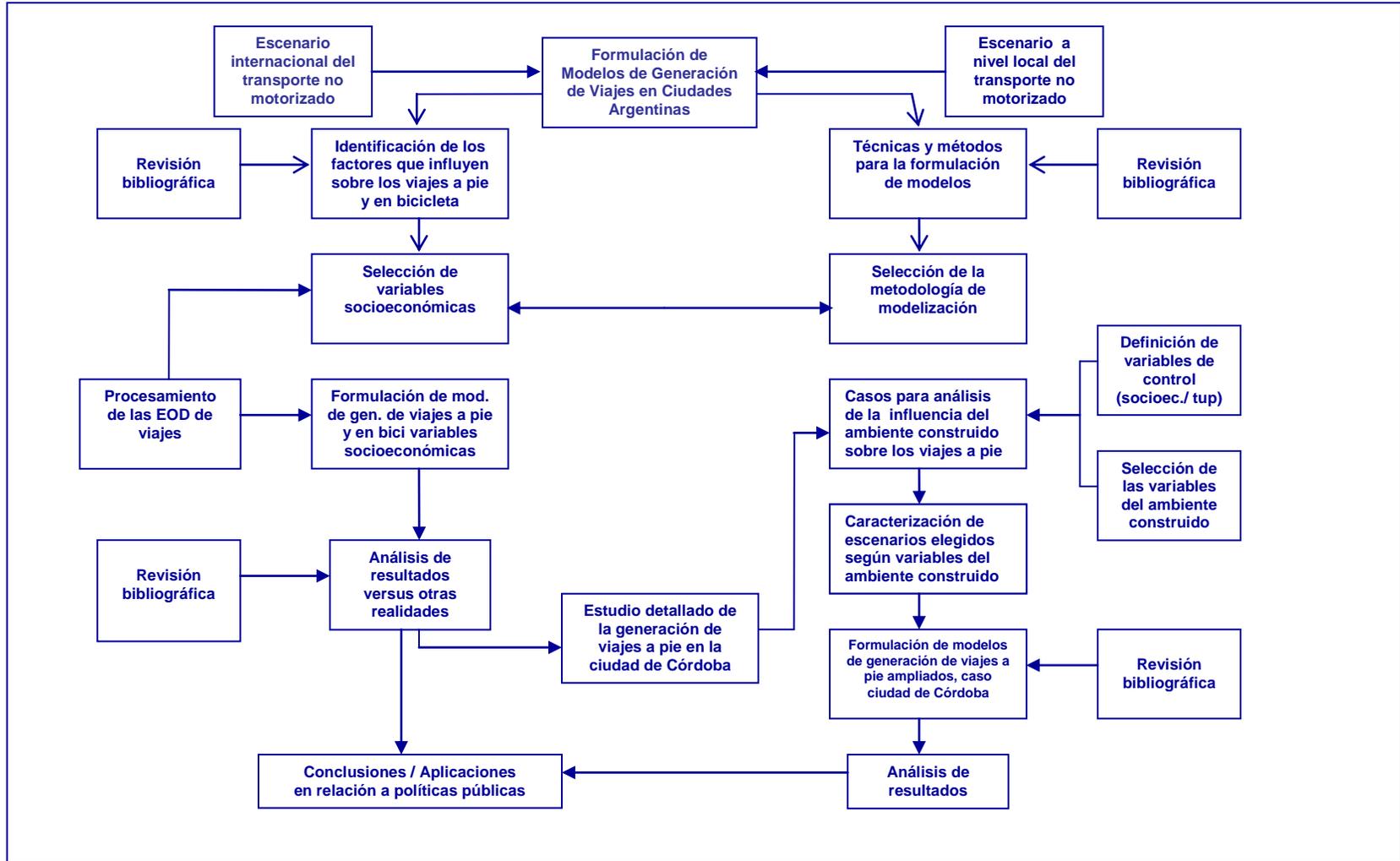
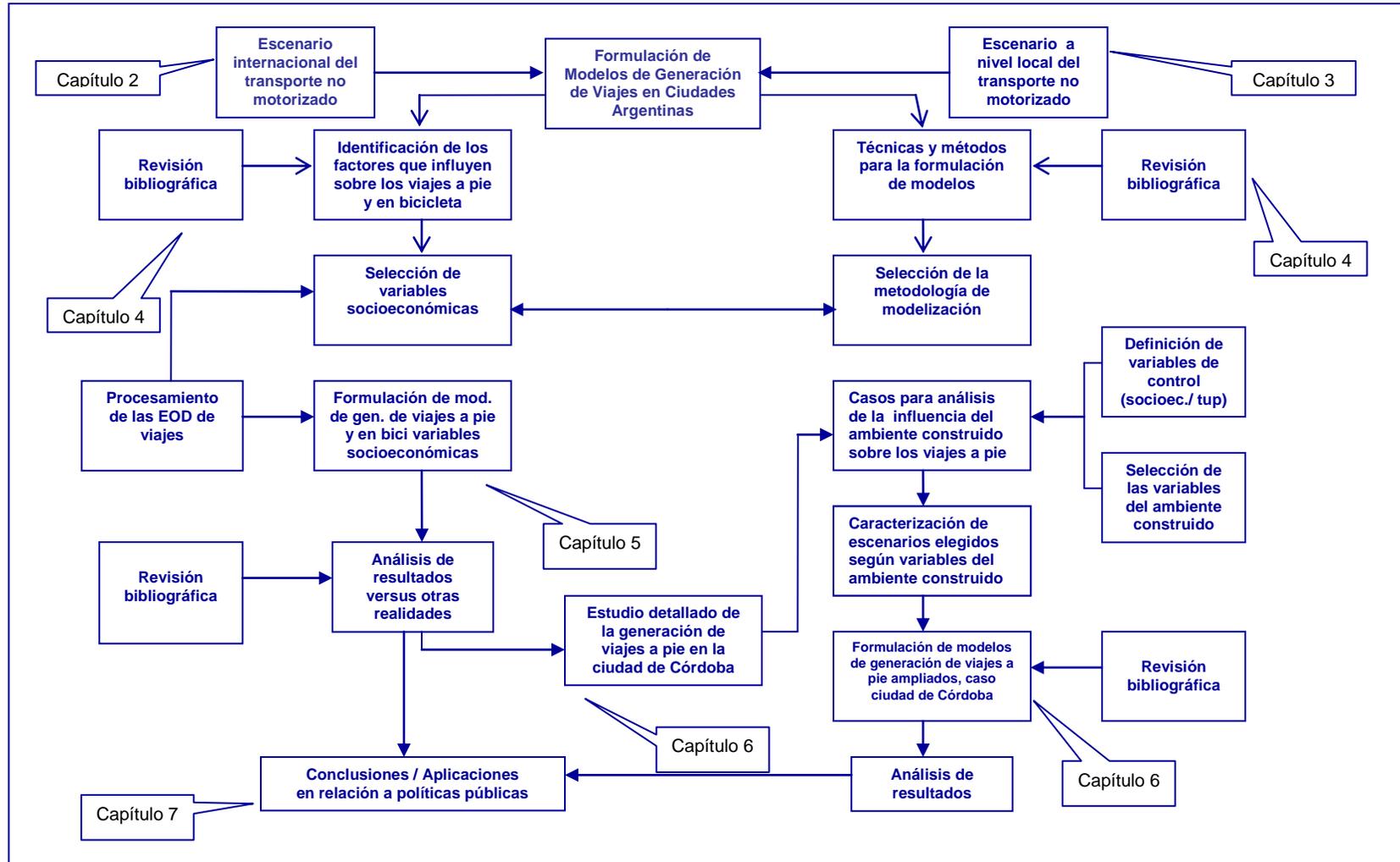


Figura 1.2. Esquema de la estructura del trabajo



2. ESCENARIO INTERNACIONAL DEL TRANSPORTE NO MOTORIZADO

2.1. PANORAMA GENERAL

El análisis de lo que acontece a nivel mundial con el Transporte No Motorizado (TNM) muestra una gran variedad de escenarios originados en diversas motivaciones. En un extremo se encuentran las ciudades donde el TNM es el principal modo de acceso a las fuentes de trabajo para la población de menores ingresos, cautiva de este tipo de movilidad. A pesar de ello esta modalidad ha sido sistemáticamente ignorada y desatendida en la formulación de políticas y en la planificación de la infraestructura. En el otro extremo se encuentran aquellas ciudades, mayoritariamente del continente europeo, donde el creciente uso del TNM obedece a una tendencia a revertir el impacto negativo de la motorización sobre la calidad de vida en zonas urbanas. Entre ambos casos pueden identificarse situaciones intermedias: por ejemplo en numerosas ciudades donde el TNM está siendo progresivamente segregado por el crecimiento geométrico de la motorización, mientras que existen ejemplos de ciudades que están reaccionando favorablemente y han iniciado procesos tendientes a revalorizar el uso del TNM.

Los factores habitualmente asociados al aumento de la motorización son el Producto Bruto Interno (PBI) y el ingreso per cápita. No obstante se han identificado otras causas tales como la disminución de las densidades urbanas originadas en las urbanizaciones dispersas, la producción interna de combustible y de vehículos a motor y la desigual distribución del ingreso.

Además de lo que ocurre a nivel doméstico en cada nación, existe un contexto internacional que está invirtiendo en Asia en infraestructura para el transporte motorizado. En este sentido Japón, a través de préstamos con una altísima financiación, ha invertido millones en infraestructura vial en los países del Este y Sudeste asiático, los que constituyen su principal mercado en crecimiento para su producción automotriz.

Con respecto a la orientación modal de distintos grupos de ciudades, parece ser independiente del PBI ya que, distintas ciudades de Asia y del resto del mundo con similares niveles de este índice, ostentan distribuciones modales totalmente diferentes. La explicación de lo anterior parece residir en los distintos patrones de uso del suelo que se corresponden con cuatro tipos de ciudades clasificadas según las particularidades de su partición modal. (Hook et al, 1996)

El primer tipo de ciudad identificado corresponde a aquel con **predominio del TNM**, el cual se presenta tanto en casos de bajo como de alto PBI per cápita. Cabe mencionar ejemplos de ciudades japonesas y europeas que ostentan altos ingresos per cápita y sin embargo los modos no motorizados son mayoritarios. En este caso los patrones de uso del suelo corresponden a altas densidades, aún a distancias considerables del núcleo central, con numerosos centros satélite de alta densidad en el área de influencia de estaciones ferroviarias. La proporción de tierra destinada al uso vial es mayor en los países de elevado PBI, pero aún así resulta sustancialmente menor que en el caso de ciudades orientadas al transporte privado.

El segundo tipo de ciudades son las que pueden clasificarse como **de tránsito mixto**, las que tienden a presentar patrones de uso del suelo dispersos pero con densidades

considerablemente mayores a las existentes en ciudades de Estados Unidos y Australia donde predomina el transporte automotor privado. La tierra dedicada a espacio vial es bastante baja a estándares internacionales.

El tercer tipo de ciudad identificado es aquel donde resulta predominante el **transporte público**, donde las densidades poblacionales son elevadas a través de la totalidad de las zonas urbanizadas.

Por último se presentan ciudades con **predominio del transporte privado a motor**, frecuentemente de densidades poblacionales bajas y distancias de viaje elevadas debido a la dispersión de la urbanización. En estos casos gran cantidad de espacio es dedicado al uso vial, tal como sucede en ciudades de Australia y Estados Unidos.

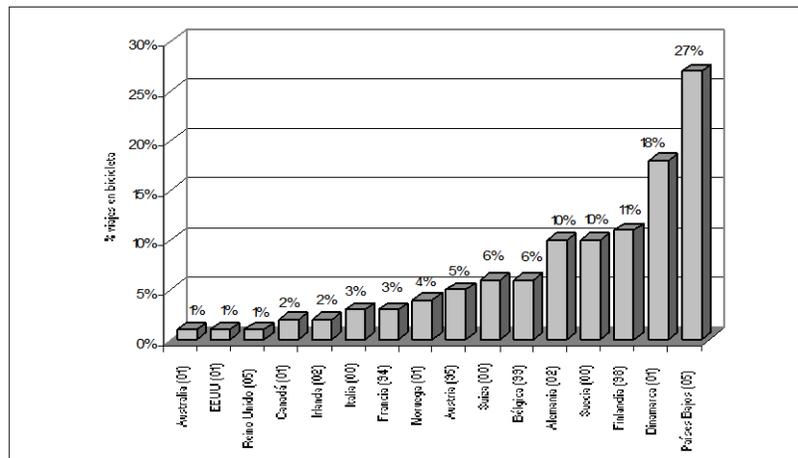
2.2. PAÍSES DEL CONTINENTE EUROPEO

Un caso emblemático en relación a la alta participación alcanzada por el transporte no motorizado es el de los Países Bajos, Dinamarca y Alemania (Pucher and Buehler, 2008), en fuerte contraste con la situación del Reino Unido y de los Estados Unidos donde, por ejemplo, solamente el uno por ciento de los viajes se realizan en bicicleta.

En la década del 50 el uso de la bicicleta que era significativo en los cuatro países europeos nombrados, comenzó a declinar hasta el año 1975. Las políticas de planeamiento urbano, centradas en lograr ciudades amigables a las personas y no a los automóviles, adoptadas a mediados de la década del 70 en los Países Bajos, Dinamarca y Alemania permitieron revertir esta caída, a diferencia de lo ocurrido en el Reino Unido donde no existió una recuperación. Esto es especialmente llamativo dado el continuo crecimiento del ingreso per cápita, de la tenencia de automóviles y del desarrollo suburbano verificado en los primeros tres países.

En la Figura 2.1. se muestra la participación de los viajes en bicicleta en relación al total de viajes en varios países europeos, Estados Unidos, Canadá y Australia.

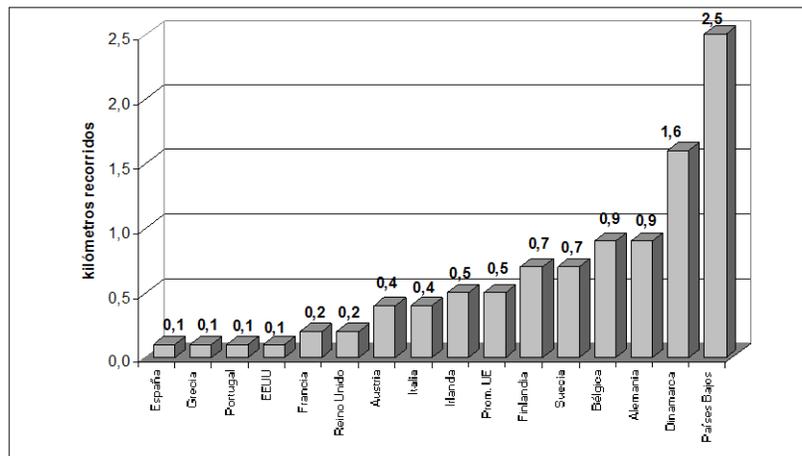
Figura 2.1. Participación modal de los viajes en bicicleta en Europa, Norteamérica y Australia



Fuente: (Pucher and Buehler, 2008)

Lo anterior tiene correlato con la distancia promedio recorrida por habitante y por día, tal como se muestra en la Figura 2.2.:

Figura 2.2. Kilómetros recorridos en bicicleta por habitante-día en Europa y Estados Unidos

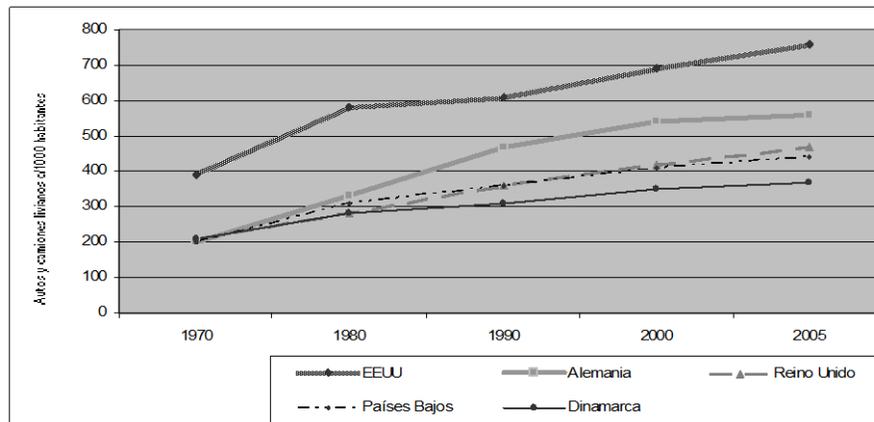


Fuente: (Pucher and Buehler, 2008)

Lo que se quiere destacar son las marcadas diferencias existentes entre los distintos países, aún dentro de contextos políticos y económicos semejantes. La siguiente figura permite observar que, exceptuando el caso de Estados Unidos, país altamente motorizado y con una reducida participación del TNM, existen casos de países con una alta motorización (ver Figura 2.3.) que ostentan una participación considerable del TNM

en su distribución modal. Esto por lo general se encuentra relacionado con las políticas aplicadas para alentar ó desalentar el transporte privado motorizado.

Figura 2.3. Evolución del parque automotor en países europeos y Estados Unidos



Fuente: (Pucher and Buehler, 2008)

La universalidad del uso de la bicicleta en los Países Bajos, Dinamarca y Alemania se pone de manifiesto al analizar su uso de acuerdo al género y según grupos de edades e ingresos, aspectos en los cuales se diferencian notablemente del Reino Unido y de los Estados Unidos.

En los primeros tres países la proporción de mujeres que viaja en bicicleta es similar a la de los hombres, en tanto que en el Reino Unido y los Estados Unidos la proporción de hombres es dominante, rondando entre un 70% y un 80%. También en relación a la distribución por grupos de edades, existe bastante uniformidad en el primer grupo de países en tanto que en el Reino Unido y Estados Unidos la mayor proporción corresponde a personas cuya edad no las habilita para conducir un automóvil.

Se verifica una relación directa entre los niveles de utilización de la bicicleta y la provisión de seguridad en la circulación. La introducción masiva de mejoras en la infraestructura para los ciclistas y las restricciones impuestas al uso del automóvil en los Países Bajos a partir de la década del 80, resultaron en una reducción drástica de los accidentes fatales (81% entre los años 1978 y 2006), en tanto que los kilómetros en bicicleta recorridos por habitante aumentaron un 36%. En el extremo opuesto se pueden mencionar los casos del Reino Unido y de los Estados Unidos donde se verificó una reducción de accidentes fatales del 60% y el 30%, respectivamente, pero más asociado a caídas importantes en los niveles de uso de la bicicleta.

La mayoría de las encuestas han detectado que la sensación de exponerse al peligro del tránsito reprime notablemente el uso de la bicicleta, siendo las mujeres y las personas mayores las que presentan mayor sensibilidad en este aspecto. A ello se suman los padres que no permiten que sus niños circulen en bicicleta por la vía pública. Se ha comprobado que a medida que aumenta el uso de la bicicleta y que este modo ocupa una proporción mayor del espacio vial, las condiciones de seguridad aumentan paralelamente.

Con respecto al uso del casco, planificadores y expertos holandeses no propician su uso, argumentando que la incomodidad e inconveniencia que genera, desalienta el uso de la bicicleta. No sucede lo mismo con los planificadores alemanes y daneses quienes estimulan el uso del casco, especialmente entre los niños.

El rol de los gobiernos ha sido fundamental en la evolución del uso de la bicicleta. A nivel local ó de municipalidades han contribuido con el planeamiento, construcción y financiamiento de facilidades para la circulación de bicicletas como así también con programas de capacitación y seguridad vial. La participación de los gobiernos federales ha estado orientada al establecimiento de objetivos globales, guías de diseño, soporte de investigación y coordinación y financiamiento de proyectos. Tanto los Países Bajos como Dinamarca y Alemania, tienen Planes Nacionales de Ciclismo cuyos objetivos globales son el aumento de la participación de la bicicleta en los viajes diarios utilitarios y el incremento constante de la seguridad del usuario. Algunas de las estrategias propuestas para alcanzar los objetivos anteriores son un mejor diseño de carriles, sendas e intersecciones, más y mejor calidad de facilidades de estacionamiento, coordinación con el transporte público y campañas publicitarias y de seguridad para los ciclistas.

Otra función de los gobiernos federales ha sido la construcción de facilidades para bicicletas a lo largo de las rutas nacionales, habiendo contribuido significativamente al financiamiento de rutas para bicicletas de larga distancia que atraviesan límites estatales.

La Unión Europea está incrementando progresivamente su participación por medio de programas de expansión e integración de rutas para bicicletas a lo largo y a lo ancho de Europa, contribuyendo a financiar conexiones faltantes entre los países y facilidades para bicicletas en regiones subdesarrolladas. Asimismo está facilitando la investigación y la transferencia de información entre países de la Unión Europea.

2.2.1. Estrategias aplicadas en los Países Bajos, Dinamarca y Alemania

Para que el uso de la bicicleta fuera viable y seguro para un espectro amplio de la población, resultó necesaria la aplicación de diversas políticas y programas cuyo éxito se basó en la implementación coordinada de todas las medidas con el propósito de reforzar su impacto. Las políticas e intervenciones aplicadas se resumen en las Tablas 2.1, 2.2. y 2.3.:

Tabla 2.1. Políticas clave y medidas innovadoras para incentivar el uso de la bicicleta en ciudades de los Países Bajos, Dinamarca y Alemania

Sistemas de facilidades para bicicletas segregados y extensivos
<p>Sendas, carriles y calles especiales para bicicletas totalmente integradas y bien mantenidas en ciudades y regiones circundantes.</p> <p>Sistemas coordinados de señales direccionales para ciclistas codificadas con colores.</p> <p>Cortadas fuera de la calzada tales como pasajes a mitad de cuadra.</p>
Adaptación de intersecciones y señales de tránsito con prioridades
<p>Luces verdes de adelantamiento para ciclistas en la mayoría de las intersecciones.</p> <p>Posiciones de espera por delante de los autos alimentadas por carriles para bicicletas.</p> <p>Cortadas para que los ciclistas realicen giros a la derecha antes de las intersecciones y excepción de la luz roja en intersecciones en T.</p> <p>Sendas para bicicletas con colores brillantes en las zonas de las intersecciones.</p> <p>Sincronización de semáforos para garantizar la onda verde a los ciclistas.</p> <p>Balizas con luces intermitentes indicando a los ciclistas la velocidad justa para alcanzar la siguiente intersección con luz verde.</p>
Calmando de tránsito
<p>Calmando de tránsito en la totalidad de las calles residenciales a través de límites de velocidad (30 km/h) e infraestructura física que dificulte la circulación de autos.</p> <p>Zonas Residenciales donde la velocidad máxima es de 5 km/h y los autos tienen obligación de ceder el paso a peatones y ciclistas.</p>
Estacionamiento para bicicletas
<p>Oferta amplia y de calidad de estacionamientos para bicicletas en toda la ciudad.</p> <p>Iluminación y seguridad en facilidades para estacionamiento de bicicletas.</p>
Coordinación con el transporte público
<p>Estacionamiento para bicicletas en todas las estaciones ferroviarias.</p> <p>Programas de alquiler de bicicletas por teléfono celular en paradas del transporte público y la mayoría de las estaciones ferroviarias.</p>
Capacitación y educación vial
<p>Cursos de capacitación para escolares con evaluación realizada por la policía de tránsito.</p> <p>Senderos especiales de prueba para niños.</p> <p>Capacitación intensiva de conductores de vehículos motorizados respecto a TNM</p>
Leyes de tránsito
<p>Protección legal específica para ciclistas niños y personas de edad avanzada.</p> <p>Se asume que los motoristas son responsables por cualquier accidente con ciclistas.</p> <p>Cumplimiento estricto de derechos de ciclistas por parte de las autoridades de aplicación.</p>

Fuente: (Pucher and Buehler, 2008)

Tabla 2.2. Promoción del uso de la bicicleta en los Países Bajos, Dinamarca y Alemania

Acceso a las bicicletas
<p>Uso libre de bicicletas estacionadas a través de la ciudad en Copenhagen.</p> <p>Alquiler de bicicletas en estaciones de trenes y en diferentes lugares de la ciudad.</p> <p>Préstamo de bicicletas para empleados de empresas.</p> <p>Reducción de impuestos para la adquisición de bicicletas.</p> <p>Compresores de aire para neumáticos de bicicletas en toda la ciudad.</p> <p>Descuentos en el alquiler de bicicletas para usuarios de estacionamientos park and ride.</p>
Planificación de viajes
<p>Páginas web con información exhaustiva para ciclistas sobre rutas, actividades, etc.</p> <p>Herramientas flexibles de planificación de rutas ciclistas en Internet.</p> <p>Mapas integrales de rutas de la mayoría de las ciudades, regiones y estados.</p>
Campañas publicitarias
<p>Programas focalizados en los beneficios para la salud del transporte en bicicleta.</p> <p>Distribución en los barrios de folletería e información por parte de ciclistas experimentados.</p> <p>Festivales anuales de ciclismo y días libres de circulación de autos para promocionar las ventajas ambientales del uso de la bicicleta y diseminar otra información relacionada.</p> <p>Tours guiados especiales y competencias para todas las edades y habilidades.</p>
Participación pública
<p>Encuestas periódicas a ciclistas para evaluar su grado de satisfacción acerca de facilidades y programas y para recoger sugerencias sobre mejoras.</p> <p>Comisiones que ofrecen una plataforma para el intercambio de opiniones entre los distintos actores.</p>

Fuente: (Pucher and Buehler, 2008)

Tabla 2.3. Gravámenes, estacionamiento y políticas de uso del suelo que indirectamente fomentan el uso de la bicicleta

Limitaciones a la velocidad de los automóviles en las ciudades
<p>Calmado de tránsito en zonas residenciales limita la velocidad a 30 km/h ó menos.</p> <p>Zonas de "tránsito calmado" en varios vecindarios otorgan iguales derechos a peatones y ciclistas, limitando la velocidad de los autos a "velocidad de caminata".</p> <p>Zonas libres de autos, calles de mano única y puntos sin salida creados artificialmente hacen que el tránsito en el centro de la ciudad resulte lento e inconveniente.</p> <p>Restricciones de giro para autos, no para ciclistas.</p> <p>Control estricto de los límites de velocidad y las normas de tránsito en ciudades.</p> <p>Frecuentes controles aleatorios de límites de velocidad realizados por la autoridad de control.</p> <p>Adelantamiento de líneas de parada y prioridad de señales luminosas para ciclistas.</p>
Límites de capacidad para el tránsito y el estacionamiento
<p>Cantidad limitada de plazas de estacionamiento en el centro de la ciudad.</p> <p>Programas de gestión del estacionamiento limitan el acceso de autos a los barrios, permitiéndolo sólo para residentes ó con límites de tiempo estrictos.</p> <p>Reemplazo de estacionamientos para autos por estacionamientos para bicicletas.</p> <p>Carriles combinados para bicis/ómnibus con ingreso prohibido para autos.</p> <p>Calles enangostadas deliberadamente fuerzan a los autos a reducir su velocidad de marcha.</p> <p>Calles especiales que priorizan la circulación de bicicletas en todo el ancho de la vía.</p>
Gravámenes a la tenencia y al uso de automóviles
<p>Tasas e impuestos onerosos a la adquisición, tenencia y uso de automóviles.</p> <p>Impuestos especialmente altos a la venta de combustibles.</p> <p>Precios altos del estacionamiento por hora en el centro, aún en ciudades de tamaño medio.</p> <p>Tarifas altas y alta exigencia para el otorgamiento de la licencia de conductor. Ejemplo:€1.500.</p>
Políticas estrictas de planificación del uso del suelo
<p>En la mayor parte de la tierra fuera de áreas ya construidas, no se permiten nuevos desarrollos, manteniéndose altas densidades poblacionales.</p> <p>Transporte y uso del suelo se encuentran integrados y coordinados a nivel regional.</p> <p>Gobiernos locales exigen facilidades para peatones y ciclistas en desarrollos suburbanos.</p> <p>La zonificación con usos mixtos mantiene las distancias cortas y viables para el TNM.</p>

Fuente: (Pucher and Buehler, 2008)

2.3. SITUACIÓN DEL TRANSPORTE NO MOTORIZADO EN PAÍSES DEL CONTINENTE ASIÁTICO

En las últimas décadas, las naciones del continente asiático han experimentado un progresivo incremento en su Producto Bruto Interno y sus ingresos per cápita, resultando en un aumento notable de la tenencia de vehículos a motor y de la participación del transporte privado motorizado en la distribución modal (Hook et al, 1996)

Casos correspondientes a diversas áreas metropolitanas y ciudades pertenecientes a China, Japón, Indonesia y la India muestran como las políticas públicas relacionadas con la asignación y el uso del espacio vial, las políticas de inversiones y de otorgamiento de subsidios, han conducido hacia un proceso de rápida motorización y a la destrucción progresiva de los modos de transporte de bajo costo y ambientalmente sostenibles como son los modos no motorizados.

Existe una diferencia llamativa entre las tendencias de crecimiento de la motorización de ciudades como Hong Kong, Singapur y Seúl, con respecto a lo que se observa en los países del sudeste asiático

El grupo de ciudades de bajo PBI y elevada participación del TNM incluye la totalidad de las ciudades chinas y vietnamitas, ciudades secundarias de la India e Indonesia, Bangladesh y Nepal. Se caracterizan por un patrón de uso del suelo de altísima densidad en las áreas centrales, una caída muy pronunciada de dicha densidad a medida que nos desplazamos hacia la periferia y una baja proporción de tierra dedicada a la vialidad.

En estas ciudades los viajes no motorizados que incluyen los desplazamientos a pie, en bicicleta y en "pedicabs", concentran hasta el 96% del los viajes totales, en tanto que el transporte privado motorizado corresponde a menos del 10% del total de viajes. Esta modalidad de transporte se encontraba estable ó en crecimiento, pero enfrentando la amenaza de una creciente motorización.

En cuanto a las ciudades de tránsito mixto como es el caso de las recientemente industrializadas como Bangkok, Manila, Yakarta y Kuala Lumpur, las participaciones del transporte público y privado son similares y el TNM concentra menos del 30% de los viajes.

Si bien en algunas ciudades de Asia caracterizadas por el tránsito mixto los modos no motorizados mantienen una participación estable, en la mayoría de estas ciudades asiáticas la motorización esta creciendo rápidamente y se están aplicando políticas que resultan hostiles para los peatones y usuarios de vehículos no motorizados. La continuación de este proceso implica la reducción de espacio para una operación segura del TNM por lo que, de no adoptarse medidas para preservar los espacios que tradicionalmente ocuparon y crear condiciones para fomentar su uso, las ciudades se harán dependientes de los vehículos a motor.

El tercer caso corresponde a aquellas ciudades donde el transporte público es el modo predominante. Tal es el caso de Singapur, Hong Kong, Seul, Pusan y las ciudades más grandes de la India donde la participación modal del transporte privado motorizado no

sobrepasa un dígito. En estos casos las densidades poblacionales son elevadas a través de la totalidad de las zonas urbanizadas.

A pesar de que un alto grado de motorización no podría ser soportado por las ciudades asiáticas dado que dedicar el espacio requerido para uso vial implicaría destruir gran parte de la ciudad, en numerosas zonas urbanas se está asistiendo a un proceso de motorización acompañado por un rápido aumento de la población urbana, sustentado por políticas que resultan hostiles ó bien indiferentes al TNM.

Llama la atención que en las ciudades asiáticas con PBI más altos en la región, la participación modal del transporte privado motorizado es sustancialmente menor que la registrada en ciudades de reciente industrialización

En la Tabla 2.4. se han sintetizado los escenarios correspondientes a ciudades representativas del continente asiático.

Tabla 2.4. Escenarios del TNM en ciudades asiáticas

Configuración urbana y movilidad	Tendencias actuales
Altos ingresos - Preponderancia del TNM Bajas tasas de motorización consecuencia de una forma urbana de alta densidad constituida a partir de intereses económicos	Fuertes inversiones en infraestructuras a nivel local y foráneo, como estímulo para los mercados de su producción.
Ciudades muy densas con gran caída de la densidad hacia la periferia. En ciudades grandes el TNM concentra el 90% de los viajes. - 2,2 habitantes/bicicleta -	Motorización creciente especialmente de motos Nuevas obras viales generan mayores costos de mantenimiento. Las medidas implementadas fomentan el abandono de la bicicleta e incrementan la inseguridad de los peatones
El TM concentra el 88% de los viajes No existe infraestructura para el TNM Altas tasas de accidentes de ciclistas y peatones	Políticas hostiles al TNM TM fuertemente subsidiado Desvío de fondos hacia obras viales
Alta densidad en los núcleos centrales de las ciudades, usos del suelo mixtos. Asentamientos espontáneos y grupos residenciales dispersos hacia la periferia. Alta participación del TNM no contemplado en la planificación. Costos de transporte altos para la población de menores recursos	Las inversiones en planes de transporte se centran en proyectos que benefician a los usuarios de automóviles en detrimento del TNM. La población marginal sufre una progresiva exclusión complicando su movilidad y exponiéndola a accidentes de tránsito.

Fuente: Elaboración propia en base a Hook & Replogle, 1996 y Tiwari, 2001

2.4. EL CASO DE AFRICA

El vertiginoso crecimiento experimentado en ciudades del continente africano ha superado la capacidad de los gobiernos para planificar, financiar y gestionar la infraestructura de transporte urbano requerida en cada caso (Pendakur, 2005).

Más de la mitad de los habitantes se ubica en el segmento de población joven, imponiendo una gran demanda sobre los servicios de transporte. Resulta muy difícil movilizarse cuando las condiciones de viaje son riesgosas, la accesibilidad a los servicios es deficiente, estos últimos son de mala calidad y se presenta una alto índice de contaminación del aire producido por el transporte motorizado.

Situaciones que son comunes a diversas ciudades africanas se resumen en:

- Una proporción en torno al 50 % de los viajes se efectúan a pie.
- Los distintos modos de transporte se hallan totalmente descoordinados.
- Los servicios son prestados por pequeños empresarios privados atomizados y descapitalizados a partir de un sistema regulatorio inadecuado y poco efectivo para satisfacer la demanda.

Otros aspectos a resaltar son el mal estado de conservación de la red vial, la ausencia de controles para hacer cumplir las leyes de tránsito y como resultado, elevadas tasas de accidentes en la vía pública. Las condiciones del tránsito pueden describirse como caóticas: no existen controles para evitar el estacionamiento indebido y las vías se encuentran ocupadas en buena parte por todo tipo de vendedores callejeros.

Estas características del transporte en ciudades africanas se explican a partir de un escenario de altísimo crecimiento poblacional, elevado índice de pobreza dentro de la población urbana, importante impacto de las ciudades como centros de producción, ciudades poco densas y carencias muy grandes en lo que se refiere al planeamiento del uso del suelo, sin que exista ningún tipo de articulación con el planeamiento del transporte.

En numerosas ciudades africanas, entre el 40% y el 50% de los habitantes se encuentran por debajo de la línea de pobreza mientras que el gasto en transporte insume entre el 12% y el 28% del ingreso de los hogares. Este escenario ha originado fenómenos tales como una creciente cantidad de viajes efectuados a pie, una periodicidad de los viajes decreciente y una reducción en el promedio de viajes que se realizan a diario.

La congestión del tránsito y los accidentes viales, originados en gran parte por la mala administración de la capacidad de las vías, derivan en daños económicos para las ciudades y producen impactos negativos sobre el medio ambiente. A medida que la situación se agrava debido al sostenido crecimiento demográfico y la imposibilidad de ofrecer soluciones efectivas, el crecimiento económico se resiente y las personas experimentan crecientes dificultades para encontrar trabajos y conservarlos. En términos de los daños desde el punto de vista humano, la mayor proporción de accidentes fatales

corresponde a peatones y a usuarios del transporte público, en el orden del 30% y del 40%, respectivamente.

En relación al transporte público las grandes compañías que operaban originalmente fueron gradualmente suplantadas por microempresas que prestan servicios totalmente descoordinados, utilizan vehículos de segunda mano y carecen de políticas de renovación de la flota. Los servicios son ineficientes, con parámetros como el tiempo de espera en la parada de entre 30 y 45 minutos y velocidades comerciales que descienden hasta los cuatro kilómetros por hora en zonas congestionadas. La inadecuación de los servicios sumado a valores de la tarifa fuera del alcance de la población, ha resultado en que más del 50% de los viajes dentro de las ciudades se realicen a pie, afectando al segmento de población de menores recursos.

En la Tabla 2.5. se muestra la tasa de movilidad y la distribución modal en distintas ciudades del continente africano.

Tabla 2.5. Movilidad y distribución modal en ciudades africanas

Ciudad	País	Movilidad (viajes/ persona-día)	Participación modal (% del total de viajes)			
			A pie	Bicicleta	Transporte Público (*)	T. Privado Motorizado (**)
Morogoro	Tanzania	1,7	67	23	12	4
Dar es Salaam	Tanzania	1,9	47	3	43	7
Nairobi	Kenya	2,2	47	1	42	7
Eldoret	Kenya	2,7	48	12	24	16
Kinshasa	Congo	2,2	70	-	20	10
Addis Ababa	Etiopía	4,9	70	-	26	4
Bamako	Mali	3,1	60	2	17	21
Ouagadougou	Burkina Faso	3,8	42	10	3	45
Harare	Zimbabwe	N/A	63	1	16	20
Niamey	Nigeria	N/A	60	2	9	32
Dakar	Senegal	3,2	81	1	17	1

(*) incluye minibuses y buses de operados privados

(**) incluye motocicletas, taxis y buses de empleadores

Fuente: Pendakur, 2005

Se observa que en la mayoría de los casos predominan los viajes a pie, siguiéndoles en importancia los viajes en transporte público, con una muy baja participación del transporte motorizado privado.

A pesar de que los viajes a pie representan más de la mitad de los viajes realizados por la población, la infraestructura necesaria para facilitar estos desplazamientos es casi inexistente. Las distancias de la mayoría de los viajes a pie resultan inferiores a los cinco kilómetros, desplazándose a velocidades entre tres y cinco kilómetros por hora. Ello refleja la baja movilidad de la población, la cual carece de accesibilidad más allá de las proximidades a su hogar. Con respecto a la participación de las bicicletas no es significativa, excepto en algunas ciudades de tamaño medio. Ello se explica por la

ausencia de infraestructura específica, el temor a los accidentes de tránsito y la falta de medios para la adquisición de una bicicleta.

El estado de situación descrito, dio lugar a un estudio de movilidad urbana que comprendió doce ciudades, el cual abarcó aspectos institucionales, económicos, técnicos y regulatorios, para identificar la raíz del deterioro de la movilidad urbana y proveer las bases para diseñar una estrategia sectorial. El estudio derivó en la implementación de un programa piloto de infraestructura para el TNM en dos ciudades grandes y en dos ciudades de tamaño medio, cuyos objetivos eran de largo alcance, consistió en capacitar a los gobiernos locales para diseñar e implementar políticas de movilidad urbana, en particular políticas para TNM orientadas a beneficiar a la población urbana de menores recursos. Los distintos aspectos involucrados dentro del programa, se resumen en la Tabla 2.6. que se muestra a continuación:

Tabla 2.6. Programa piloto de infraestructura para el Transporte no Motorizado

Ciudad	Problemática	Intervención	Impacto	Beneficios
Eldoret	Ruta de TNM entre Area Central y zona de bajos ingresos infranqueable en estación húmeda por cauce de 60 m de ancho	Puente sobre el Río Sosiani y rutas de acceso para el TNM	Mayor flujo ciclistas y peatones Condiciones de tránsito seguras Aumento del valor de la tierra	Ahorros: 3 min de viaje en época seca 8 min de viaje en época lluviosa
Morogoro	Cortada muy transitada por peatones invadida por automóviles y puestos de venta callejeros	Restricción física al acceso de autos-Senda peatonal elevada Ordenamiento de puestos de venta callejeros	Movimiento peatonal seguro Jerarquización de la vía	No cuantificados
Morogoro	Tránsito peatonal sobre calzada en corredor Centro Barrio al este, tránsito a velocidades de 50 km/h y estacionamiento de taxis y ómnibus en banquetas	Vereda segregada, medidas de calmado de tránsito (lomadas, etc) y cuatro puentes peatonales sobre arroyos	Reducción de accidentes por la mayor seguridad Reducción del tiempo de caminata	Ahorro de 4 min / km en el tiempo de caminata
Temeke	Los pobladores de zonas de aparición espontánea carecían de accesos a mercados, hospitales y rutas de ómnibus.	Puente sobre el Río Yombo, exclusivo para TNM	Aumentó el 50% el flujo peatonal Aumentó el 100% el flujo ciclista	Ahorro de cinco minutos por viaje caminando
Temeke	Elevado tránsito de peatones (TMDA=2000) y de ciclistas (TMDA entre 1000 y 2800) TM de 500 a 1000 veh/hora Condiciones inseguras para los peatones en el tránsito mixto	Implantación de diez cruces peatonales elevados	Mayor sensación de seguridad Menor costo de accidentes Concentración de paradas de ómnibus antes dispersas Igual velocidad promedio TM	No cuantificados
Nairobi	Alta tasa de accidentes fatales de peatones por las altas velocidades del TM (TMD 3100 vehículos) Flujos peatonales de 900 peatones por día frente a escuelas	Construcción de lomadas frente a escuelas. Objetivo: reducir la velocidad a 15-20 km/h	Reducción de la velocidad Eliminación de accidentes Impacto nulo en la capacidad vial y en la elección de ruta	Reducción de la velocidad al valor propuesto en los objetivos
Temeke	Inseguridad de peatones por velocidad excesiva sobre vía no sistematizada	Construcción de isletas con cruces peatonales Separación física entre carriles y banquetas	Cruce independiente con tiempos de espera moderados Mejor conducta de automovilistas	No cuantificados
Dar es Salaam	Vía urbana con banquetas accesibles al TM y carencia de veredas ocupadas por vehículos mal estacionados y vendedores. Destrucción parcial del pavimento por mal drenaje	Materialización de la separación Carril/banqueta Acondicionamiento general de veredas	Movimiento peatonal seguro y eficiente. Ordenamiento de las paradas de buses. Reducción de conflictos de tránsito y de la velocidad por el efecto visual	Ganancia de 2 min / km en la velocidad de caminata Mayor TMDA de peatones
Temeke y Eldoret	Area de esquina amplia e indefinida Horario pico. Invasión del área Horario fuera de pico: peligrosidad para TNM por alta velocidad vehicular	Realineación de esquinas con velocidad de diseño baja Separación carril/ banqueta Desalentar detención de veh.	Mayor seguridad para peatones y ciclistas	No cuantificados

Fuente Elaboración propia en base a Pendakur, 2005

2.4.1. Iniciativas en Sudáfrica

El Departamento Nacional de Transporte de la Nación Sudafricana es responsable de la gestión e implementación general de un proyecto denominado Programa Demostrativo Nacional del Transporte (Ciudades en Movimiento: Revisión de la Estrategia de Transporte Urbano del Banco Mundial, 2000). El objetivo de este Programa es demostrar los beneficios del transporte en bicicleta orientado a los usuarios de bajos ingresos en áreas rurales y en ciudades de tamaño medio con tránsito relativamente bajo. Consiste de una exposición itinerante para concientizar y conseguir apoyo, e incluye la focalización en las mujeres, niñas y jóvenes; la obtención y provisión a bajo costo de bicicletas nuevas y usadas; el entrenamiento en las habilidades de manejo y mantenimiento; el desarrollo de locales en contenedores con microempresas para soporte a los usuarios; una revisión de la seguridad de la infraestructura; y ejercicios detallados de entrenamiento, planificación y evaluación.

Los objetivos de las distintas fases consistieron en implementar paquetes de 10.000, 15.000 y 50.000 bicicletas en uno o más sitios en cada provincia de Sudáfrica. Además del programa demostrativo nacional, la asociación ha desarrollado también proyectos piloto rurales y urbanos. El proyecto urbano es una asociación entre el DNT y el Consejo Local Midrand. Como parte de su Iniciativa Ecociudad, Midrand comprometió US\$ 30.675 para promocionar 1.000 paquetes de bicicletas subsidiadas en el municipio de Ivory Park, al este de Johannesburgo. Midrand, junto con sus socios también han diseñado seis kilómetros de infraestructura para bicicletas en Ivory Park para garantizar la seguridad y maximizar la promoción del uso de bicicletas en el municipio.

2.5. EL TRANSPORTE NO MOTORIZADO EN LOS ESTADOS UNIDOS

Los Estados Unidos de Norteamérica se caracterizan por los niveles de motorización más elevados del planeta. No obstante, existen iniciativas importantes para incentivar el transporte no motorizado. La iniciativa correspondiente al “Alliance for Biking & Walking's Benchmarking Project” produjo dos informes publicados en los años 2007 y 2010 (Bicycling and Walking in the United States - 2010 Benchmarking Report, 2010), respectivamente, donde se presentan los resultados de los esfuerzos realizados por las agencias gubernamentales para promover los viajes a pie y en bicicleta, proporcionando una base para la continuación ó la reformulación de los modelos aplicados.

Utilizando principalmente la fuente citada que, a través de encuestas, recogió datos en 50 estados y en 50 ciudades, completando la información faltante en las fuentes secundarias ó bases de datos existentes, los esfuerzos se concentraron en zonas urbanas donde se presenta el mayor potencial para incrementar los desplazamientos a pie y en bicicleta, en función de que las distancias son más cortas. Los estados y las ciudades estudiados fueron ordenados en función de la participación modal del TNM, la seguridad, el nivel de financiamiento, el equipo de trabajo y la gestión de políticas para el TNM. Los estados mejor posicionados son Alaska, Idaho, Vermont, Massachussets, Wisconsin y Oregon. Entre las ciudades se destacan Minneapolis, Oakland, Pórtland (Oregon), San Francisco, Seattle y Washington DC.

2.5.1. Panorama sintético del transporte no motorizado en Estados Unidos

Entre los años 1990 y 2007, la proporción de viajes al trabajo realizados en bicicleta aumentó del 0,4% al 0,5%, mientras que los viajes a pie disminuyeron del 3,9% a un 2,8%. De acuerdo a las Encuestas de la Comunidad Americana, los habitantes de las ciudades más grandes de EEUU, tienen una tendencia al empleo del TNM, 1,8 veces mayor que el promedio nacional. En la Tabla 2.7. se muestran distintos enfoques de la distribución modal en estados y ciudades norteamericanas.

Tabla 2.7. Partición modal de los viajes en Estados Unidos

Medio empleado	% Viajes al Trabajo (1)		% de los Viajes Totales (2)	
	50 Estados	Ciudades EEUU	50 Estados	Ciudades EEUU
A pie	2,8%	4,8%	8,7%	11,0%
Bicicleta	0,5%	0,8%	0,9%	0,9%
Omnibus	4,8%	17,3%	1,6%	2,4% (4)
Automóvil (3)	91,9%	77,1%	88,8%	85,7% (4)

(1)ACS 2007 (2)NHTS 2001 Notas: (3)Incluye viajes en auto particular y otros excepto transporte público, bicicleta y a pie. (4) Valores estimados a partir de áreas metropolitanas de más de un millón de habitantes

Fuente: Bicycling and Walking in the United States - 2010 Benchmarking Report.

La Encuesta Nacional de Viajes del año 2001 estimó que el 0,9 % de los viajes se realizaba en bicicleta y un 8,7% era a pie. El reducido tamaño de las muestras de esta encuesta dificulta realizar esta estimación a nivel de estados y ciudades, lo que sí fue posible a partir de los resultados de las encuestas ACS (American Community Survey).

La Tabla 2.8. exhibe los estados y ciudades de Estados Unidos que ostentan las mayores participaciones de viajes en TNM.

Tabla 2.8. Estados y ciudades con mayor participación del transporte no motorizado

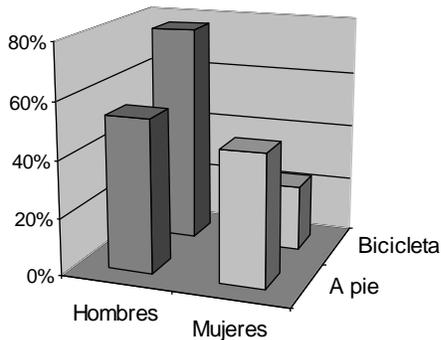
Estado	Ciudad
Alaska	Boston
Nueva York	Washington DC
Vermont	San Francisco
Montana	Nueva York
Oregon	Seattle
Wyoming	Minneapolis
Dakota del Sur	Filadelfia
Hawai	Nueva Orleans
Dakota del Norte	Portland, Or
Massachusetts	Honolulu

Fuente: Bicycling and Walking in the United States - 2010 Benchmarking Report.

El ranking anterior está basado en la participación conjunta de los viajes a pie y en bicicleta por motivos de trabajo.

A partir del ACS pudo determinarse que la distribución del uso del TNM es bastante uniforme entre distintos grupos étnicos, aunque los hispanos usan más la bicicleta para concurrir al trabajo, mientras que los asiáticos viajan al trabajo a pie en mayor proporción que otros grupos. La disparidad entre géneros es pronunciada, tal como se aprecia en la Figura 2.4.:

Figura 2.4. Distribución de los viajes en transporte no motorizado según género



Fuente: Bicycling and Walking in the United States - 2010 Benchmarking Report

La distribución por edades es uniforme para el caso de los viajes a pie. No sucede lo mismo con los viajes en bicicleta donde el grupo de edad menor a dieciséis años, correspondiente al 24% del total de la población norteamericana, concentra el 58% de los viajes en bicicleta.

La exposición a accidentes de tránsito fatales es muy elevada: la distribución modal a nivel nacional muestra un 8,7% de viajes a pie y un 0,9% en bicicleta. Sin embargo el 11,3% y el 1,8% de los accidentes fatales corresponden a peatones y ciclistas. En las grandes ciudades norteamericanas donde las participaciones de los viajes a pie y en bicicleta son del 4,8% y el 0,8%, el TNM concentra cerca del 30% de los accidentes fatales.

Si bien las políticas y previsiones para el funcionamiento del TNM presentan circunstancias y condiciones bastante diferentes entre los distintos estados y ciudades, se ha tratado de sintetizar la situación a nivel global.

Solamente el 1,2% del presupuesto federal en transporte se asigna a TNM, lo cual equivale a U\$1,29 per cápita. La mayor parte de este presupuesto se emplea en la construcción de facilidades para peatones y ciclistas y en campañas educativas destinadas a este tipo de usuarios. Existe un financiamiento adicional para construcción de rutas seguras para escolares que opera en quince estados.

Los aspectos de planificación y legislativos no presentan uniformidad a través de los distintos estados. La mayoría de éstos tiene derechos básicos de circulación. En catorce estados la ley establece una distancia mínima de un metro para sobrepasar a los ciclistas, pero las sanciones son efectivas en pocas ciudades con multas promedio de U\$159.

Menos de la mitad de los estados han abordado en su política vial la construcción de vías que acomoden a todo tipo de usuarios potenciales. Trece de dieciocho estados han incluido objetivos para el TNM en sus planes de reducción del dióxido de carbono y treinta y seis estados cuentan con un mapa de rutas para bicicletas disponible para el público.

La mayoría de las ciudades han establecido políticas de provisión de estacionamiento en nuevos emprendimientos pero solamente ocho ciudades han establecido límites máximos para estacionamiento de automóviles. Solamente quince ciudades exigen estacionamientos para bicicletas en edificios y garajes.

La cantidad de personal técnico afectado al área de TNM, 0,8 personas por cada millón de habitantes, es un indicador de cómo un estado ó ciudad prioriza el TNM. En general se trata de un área subdimensionada con personal sobreexigido.

La infraestructura actual consiste de 1,6 millas de facilidades por milla cuadrada, compuestas por carriles para bicicletas, senderos multiuso y rutas de bicicletas señalizadas. La implementación de nuevas facilidades tales como bulevares para bicicletas y carriles pintados con colores es muy baja pero existen gran cantidad de proyectos en ejecución ó en proceso de aprobación.

La integración entre la bicicleta y el transporte público se está materializando a través de portabicicletas en el 100% de la flota de 37 ciudades y 1,2 espacios de estacionamiento para bicicletas cada 10.000 habitantes en paradas del transporte público.

La educación y los programas de incentivo al uso del TMN se están incrementando existiendo cursos destinados tanto a jóvenes como a adultos, los que tienen lugar en 35 ciudades y están logrando crecientes niveles de participación.

La mayoría de los estados (43) informan sobre la circulación en bicicleta en su manual del conductor estatal pero solamente 23 formulan preguntas sobre esta temática en sus exámenes de conducción. Numerosos estados (33) realizan campañas de seguridad pública del tipo de "Compartamos la Calle" ó similar.

Resulta importante el accionar de las organizaciones dedicadas a promover el TNM toda vez que tienen un enorme potencial para influir sobre la elección modal en las comunidades donde sirven. Las organizaciones que funcionan a nivel local tienen más miembros por residente que aquellas que representan a un estado, además de ser mucho más influyentes en la conducta de la comunidad en relación a la promoción del TNM.

En definitiva los Estados Unidos de Norteamérica deberán superar las barreras de financiamiento y de personal para promover el TNM que, con una participación de solamente el 10% del total de viajes, concentra más del 13% de los accidentes de tránsito fatales y, aún así, recibe solamente el 2% de las inversiones federales en transporte.

2.6. SITUACIÓN DEL TRANSPORTE NO MOTORIZADO EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA

2.6.1. El caso de Chile

La ciudad de Santiago y las ciudades de su Área Metropolitana han iniciado un proceso para llevar a cabo un plan maestro de ciclorutas, abarcando todos los aspectos involucrados para que los chilenos puedan optar por la bicicleta como medio de transporte.

La situación a la fecha, según la bibliografía consultada (Informe y Acta - Proceso de Participación Ciudadana en el Plan Maestro de Ciclorutas para Santiago, 2009) es descrita a partir de estudios de Zegras (2005) y de las encuestas de origen y destino de viajes (EOD 2001 y 2006). De acuerdo a estas fuentes aproximadamente un 3% de los viajes diarios se realizan en bicicleta, el viaje promedio dura 20 minutos; la edad promedio de los / las ciclistas es de 35 años, y los hogares de la Región Metropolitana cuentan con unas 230 bicicletas por cada 1.000 personas, en tanto que hay 140 autos cada 1000 personas. Además, los hombres utilizan la bicicleta en una proporción cinco veces mayor que las mujeres.

Por otro lado, Chile, como muchos países, sufre de altos niveles de sedentarismo y obesidad, que actualmente afectan a un 19% de los hombres y un 25% de las mujeres. En años recientes, varios gobiernos municipales han liderado la implementación de ciclobandas y ciclovías con distintos niveles de aceptación entre usuarios de ambos sexos. La ciclovía de Pocuro, por ejemplo, fue pionera en su momento, contando con una superficie y un paisajismo de excelente calidad, como parte de un parque largo y atractivo. Sin embargo, adolece de errores de diseño, particularmente la inclusión de paredes en las intersecciones, que obligan a los usuarios a doblar en 90 grados dos veces, cada vez que llegan a un cruce. La Región Metropolitana ya cuenta con unos sesenta kilómetros de "ciclo facilidades" especializadas, pero ciclistas de ambos sexos también ocupan senderos de tierra en los parques longitudinales del Río Mapocho, por ejemplo, y por sobre todo, las mismas calles que conforman el sistema vial de la ciudad.

Las encuestas, típicamente revelan gran interés por andar en bicicleta, pero excesivo temor por las condiciones de circulación en las calles y también por la delincuencia. A pesar de ser una ciudad bastante plana, con un clima muy favorable, con sólo 15 días de lluvia al año, poco viento y temperaturas rara vez inferiores a 0° centígrados, los usuarios potenciales a menudo citan ambas condiciones como factores relevantes en su decisión de utilizar otros medios de transporte. También se preocupan por el sudor y la falta de facilidades para asearse o cambiarse de ropa al llegar al destino, particularmente tratándose del trabajo, donde las normas chilenas de vestimenta aún son bastante formales.

Los resultados del proceso de investigación participativa llevado a cabo permitieron capitalizar los siguientes resultados:

Se elaboraron planos digitales (SIG) por cada zona y planos generales con la información de las intersecciones más peligrosas y las rutas identificadas durante el proceso. Ello

incluyó la valoración de las pistas para bicicletas de Santiago en base a atributos de seguridad, comodidad y coherencia, indagando además sobre si los recorridos resultaban atractivos y directos. Se identificaron los principales problemas y/o barreras, los cuales se muestran en la Figura 2.5.:

Figura 2.5. Principales problemas ó barreras mencionadas



Fuente: Informe y Acta - Proceso de Participación Ciudadana - Plan Maestro de Ciclorutas para Santiago, 2009

Las medidas ciclo-inclusivas más valoradas ó mencionadas con mayor frecuencia fueron las “Ciclovías por la calle” o ciclobandas, las ciclovías segregadas, los semáforos especiales para bicicletas, los estacionamientos para bicicletas en el Metro y el Sistema de Bicicletas Públicas en Providencia. Las principales recomendaciones y prioridades para el “Plan Estratégico Santiago en Bicicleta” se listan a continuación:

- La seguridad es prioritaria y se recomienda priorizar la seguridad en las intersecciones que es donde ocurren la mayoría de los accidentes.
- La asignación de recursos debe perseguir el objetivo de conectar orígenes y destinos para ciclistas haciendo que todas las vías resulten aptas para circular en bicicleta aplicando las medidas que sean necesarias, calmado de tránsito, ingresos y egresos a rutas principales, etc.
- Deben adoptarse estándares y normas de calidad para toda la infraestructura de la red de ciclo rutas, ya sea nueva ó existente.
- No deben existir “eslabones perdidos” en la red y debe establecerse, con cierta flexibilidad, una distancia máxima entre ciclo rutas.
- Deben implementarse estacionamientos para bicicletas.
- Incorporación de preguntas sobre la conducta debida frente al ciclista en los exámenes para obtener licencia de conducir para automóviles y motocicletas.

- Establecimiento de zonas residenciales con velocidades máximas de 30 kilómetros por hora, adecuadamente señalizadas.

A partir de los informes consultados y haciendo la salvedad de que los proyectos para el TNM en el Gran Santiago se encuentran en una etapa de planificación, existe una conciencia plena de la importancia de revertir las actuales tendencias del transporte en zonas urbanas, tema en el que se está trabajando activamente

2.6.2. El transporte no motorizado en Colombia

En el año 2007 la ciudad colombiana de Bogotá contaba con más de 350 kilómetros de Ciclorutas ofreciendo conectividad a lo largo y ancho de los principales corredores de movilidad en la ciudad, para las cuales existen programas de mantenimiento y sostenibilidad de la red (Pardo-Gaona, 2006)

Las redes zonales o barriales conectan los diferentes barrios de cada sector urbano entre sí, con la red de Ciclorutas de nivel urbano, funcionando como red distribuidora desde los principales puntos intermodales de la ciudad a las zonas residenciales y viceversa, y sirviendo para el acceso a lugares estratégicos como escuelas, centros administrativos, comercios, transporte colectivo, masivo y puntos de encuentro.

Se presentan espacios urbanos vinculados al Sistema de Movilidad, donde se realizarán intercambios de medios de transporte (usuarios Transmilenio – ciclistas – peatones), que contribuyan a mejorar las condiciones de accesibilidad a sectores específicos de la ciudad, mediante la construcción de unidades básicas de mobiliario urbano para la prestación de servicios con calidad, cicloparqueaderos, sanitarios, comercio, presencia institucional e intermodalidad.

La red peatonal del Centro Histórico busca mejorar las condiciones de movilidad de la zona, reducir los niveles de contaminación ambiental, así como reconocer y proteger el patrimonio, dinamizar el centro y la calidad de vida de sus habitantes y de todos que a diario visitan la ciudad.

3. EL TRANSPORTE NO MOTORIZADO EN CIUDADES ARGENTINAS

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para el análisis de la situación actual del TNM en ciudades argentinas la principal fuente empleada fueron las bases de datos correspondientes a Encuestas de Origen y Destino de Viajes (EOD) realizadas en distintas ciudades del país, completando la información contenida en dichas encuestas con datos complementarios obtenidos de diversas fuentes.

Si bien el objetivo principal de los estudios que motivaron los relevamientos era la reformulación de los sistemas de transporte masivo, las EOD se formularon con un enfoque global que consideró la “totalidad” de los modos de transporte en igual nivel de importancia.

Se contó con información de ciudades de diverso tamaño, ubicación geográfica y clima lo cual permitió contar con una perspectiva general de la situación del TNM.

Conjuntamente con aspectos generales de la movilidad en cada ciudad, se analizaron los aspectos más relevantes de los viajes no motorizados en relación a las características socioeconómicas de los hogares donde se realizaron viajes caminando ó en bicicleta.

Los resultados obtenidos se organizaron, siempre que resultó posible, de manera comparativa, de modo de facilitar la valoración de los guarismos.

Previo a adentrarse en el análisis de las bases de datos, se describirán de manera sintética particularidades de cada una de las ciudades estudiadas en lo que concierne a aspectos demográficos, topografía, clima y relaciones observadas entre la forma de desplazamiento de los habitantes y los patrones de uso del suelo. Además se hará referencia a la existencia de infraestructura para el TNM y a los proyectos orientados a esta modalidad TNM, elaborados en el marco de los estudios referidos.

3.2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

3.2.1. Ciudad de Córdoba

Según el Censo Provincial de 2008 la población de la ciudad de Córdoba alcanzaba a 1.309.536 habitantes, habiendo experimentado en los últimos años un crecimiento a tasa decreciente. La mancha urbana de la ciudad se extiende sobre ambos márgenes del río Suquía en un trazado donde se intercalan zonas llanas, pendientes suaves y colinas bajas. En términos generales el clima es pampeano de inviernos no muy fríos y poco lluviosos. Los veranos son húmedos, con días calurosos y noches frescas.

Córdoba 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 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.

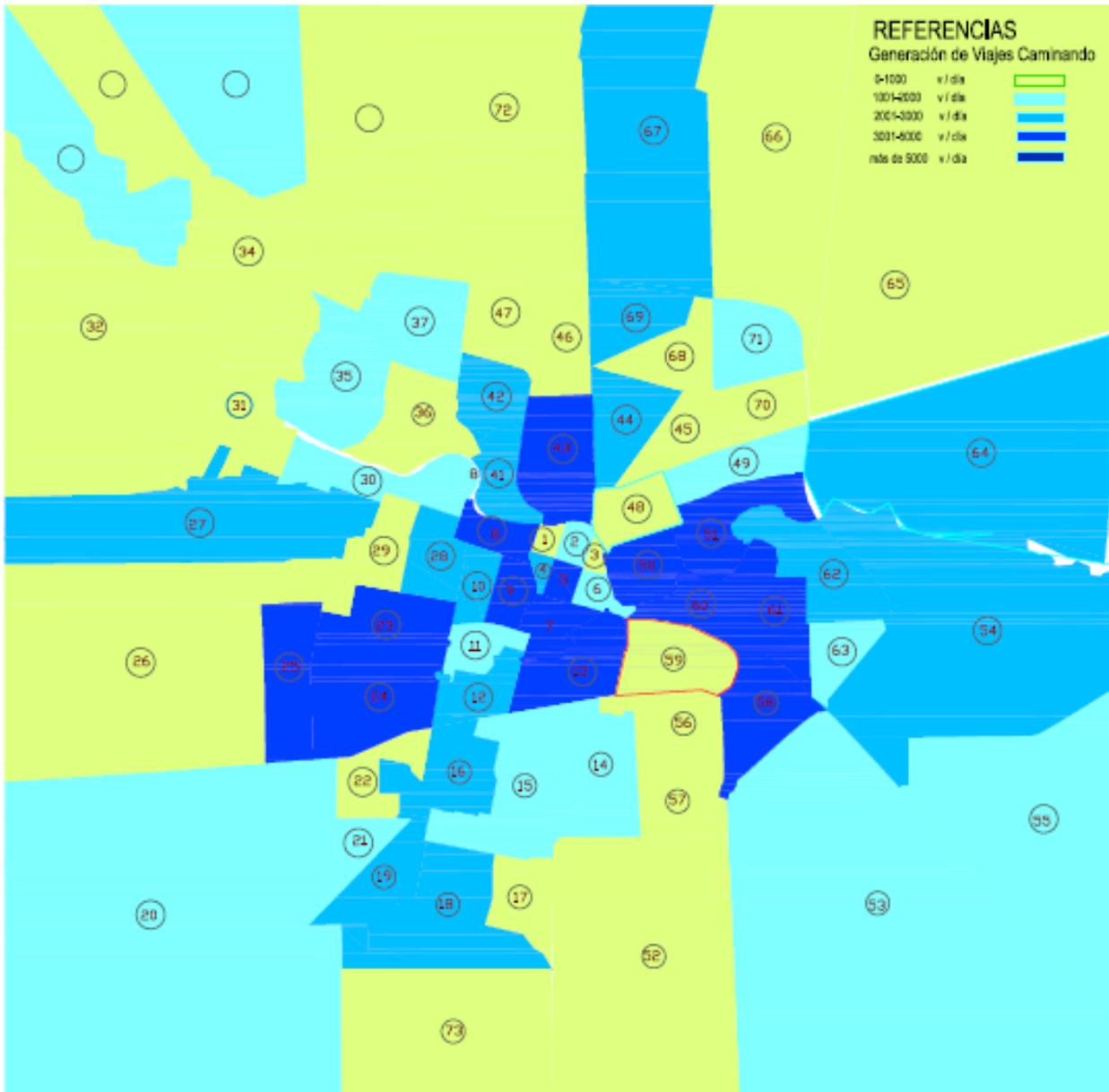
El modo de transporte predominante es el masivo por ómnibus, seguido del auto particular, con tendencia del primero a perder participación. (Vanoli, Riera; 2002).

El TNM resulta importante dada la significativa participación de los viajes a pie dentro de la estructura de viajes. Ello sucede tanto en el área central como en sectores de la periferia donde la mencionada descentralización ha producido concentración de actividades a nivel de los barrios. Entretanto, la participación de los viajes en bicicleta es exigua probablemente debido a la gran inseguridad que ofrece transitar por las calles de la ciudad y la ausencia de facilidades para bicicletas en general como por ejemplo estacionamientos seguros.

La infraestructura para el TNM se compone de una red de 120 kilómetros de ciclovías que es la parte construida de un proyecto de 200 kilómetros de red. Actualmente su estado de mantenimiento es entre regular y malo, además de carecer de vinculaciones adecuadas dentro de la red vial de tránsito mixto.

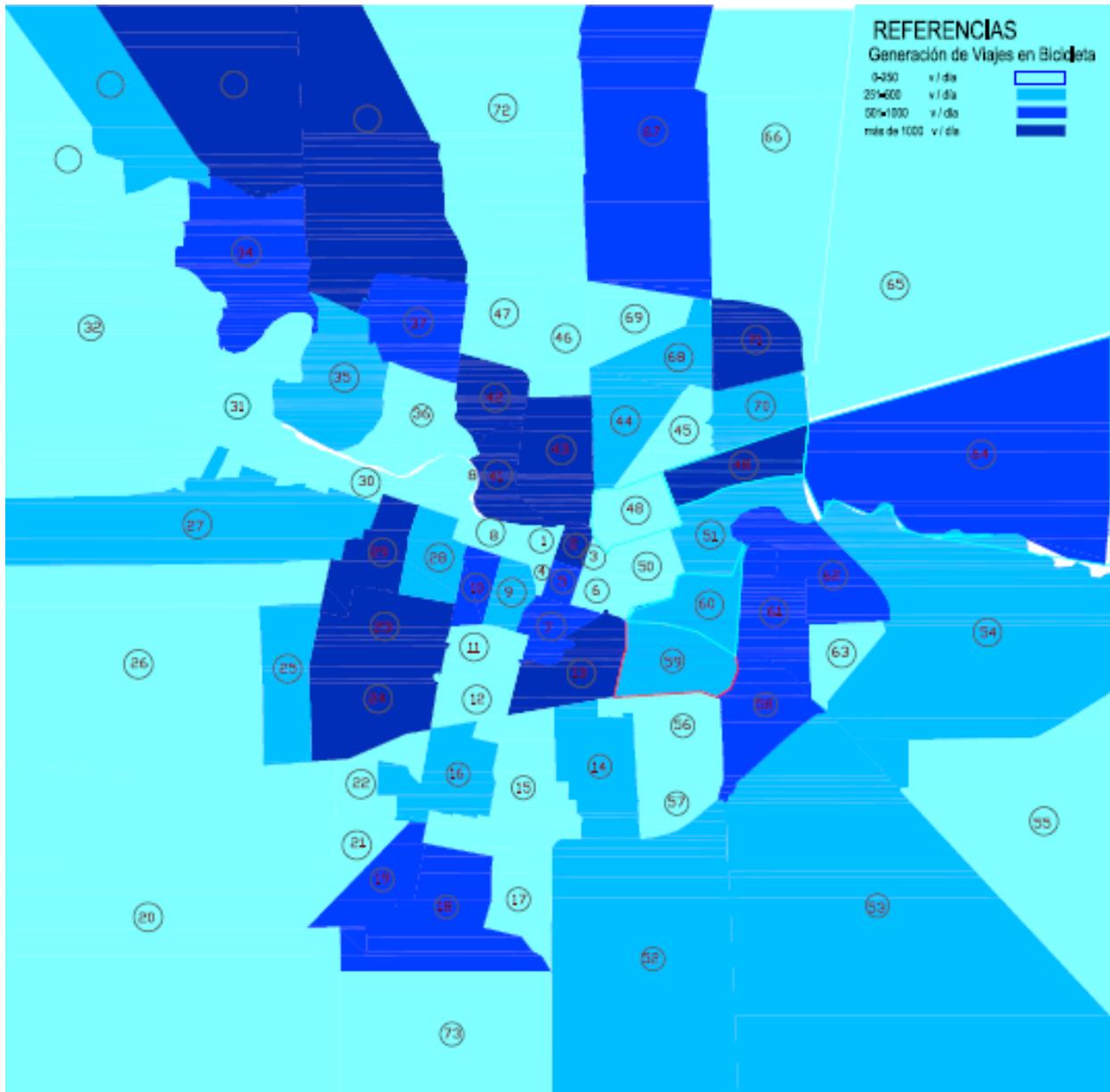
Las Figuras 3.1. y 3.2. exhiben la generación de viajes a pie y en bicicleta en la ciudad de Córdoba, respectivamente.

Figura 3.1. Generación de viajes caminando en la ciudad de Córdoba



Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta de Origen y Destino de Viajes en la Ciudad de Córdoba y su Área Metropolitana - PÖYRY (2008)

Figura 3.2. Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Córdoba



Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta de Origen y Destino de Viajes en la Ciudad de Córdoba y su Area Metropolitana - PÓYRY (2008)

3.2.2. Ciudad de Salta

La población de la ciudad de Salta ascendía en el año 1998¹ a 473.500 habitantes. Esta ciudad constituye el centro urbano de mayor importancia de la región geográfica del valle de Lerma. Posee un clima templado y seco con una precipitación media anual de 748 milímetros.

En el sentido norte-sur el relieve presenta un suave declive mientras que en el sentido oeste-este se presentan fuertes pendientes en los extremos en coincidencia con los cerros San Bernardo y 20 de febrero al este y con las lomas de la localidad de San Lorenzo al oeste.

La expansión urbana a partir del casco fundacional caracterizado por la tipología urbana de la conquista, se realizó hacia los cuatro puntos cardinales con una morfología diversa determinada principalmente por las limitaciones impuestas por las barreras naturales, ríos y cerros, y artificiales como el tendido ferroviario.

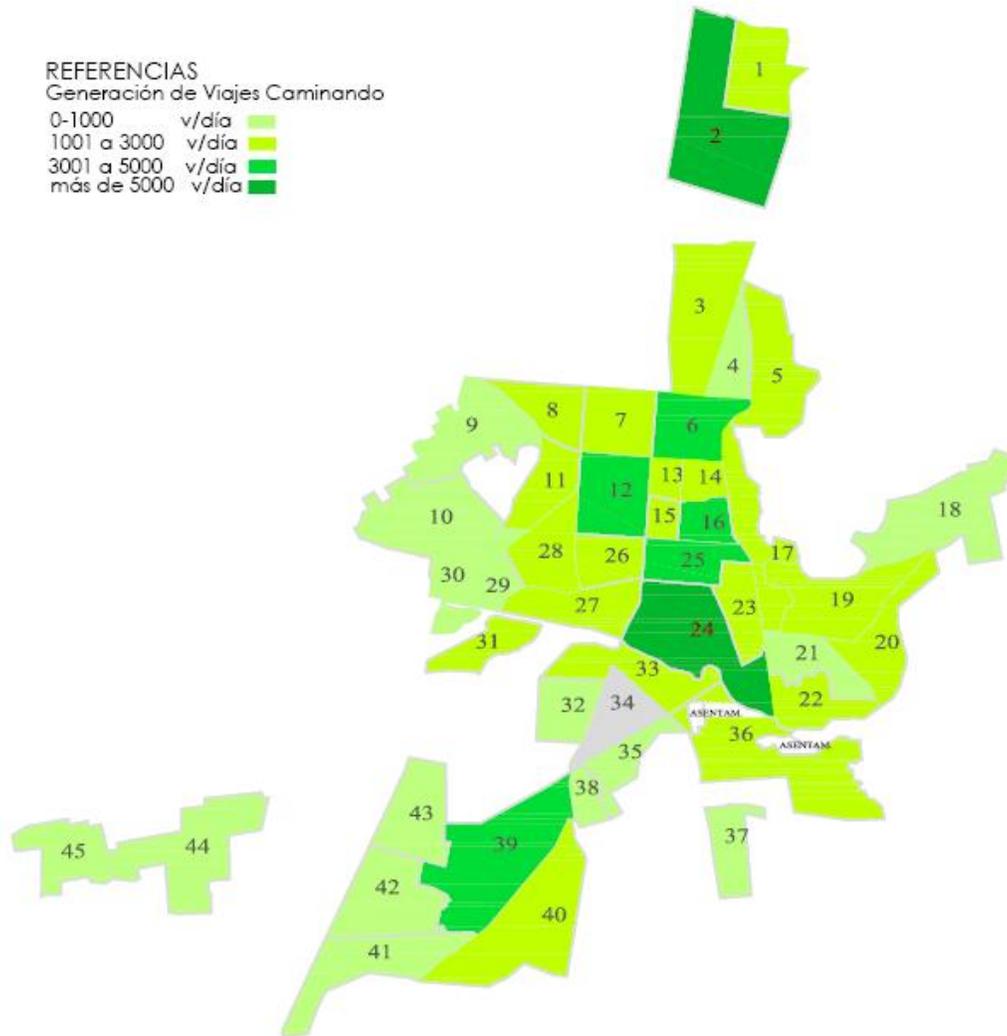
Las mayores densidades poblacionales se verifican en torno al área central en tanto que las zonas de la periferia presentan densidades muy bajas, presentándose numerosas áreas vacantes intermedias que dificultan y encarecen la provisión de servicios. A pesar de la escasa concentración poblacional el transporte público constituye el modo predominante, con servicios de calidad medianamente aceptables debido a las características dispersas de la población.

Las ciclovías existentes en el año 1998 se componían de unos pocos kilómetros de banda de rodamiento sin interconexiones, destinadas principalmente a actividades recreativas. En el marco de un estudio más amplio se elaboró un anteproyecto de 70 kilómetros de carriles exclusivos para bicicletas, integrando una red que abarca gran parte de la zona urbana

En las Figuras 3.3. y 3.4. se representa la generación de viajes a pie y en bicicleta por zona de transporte.

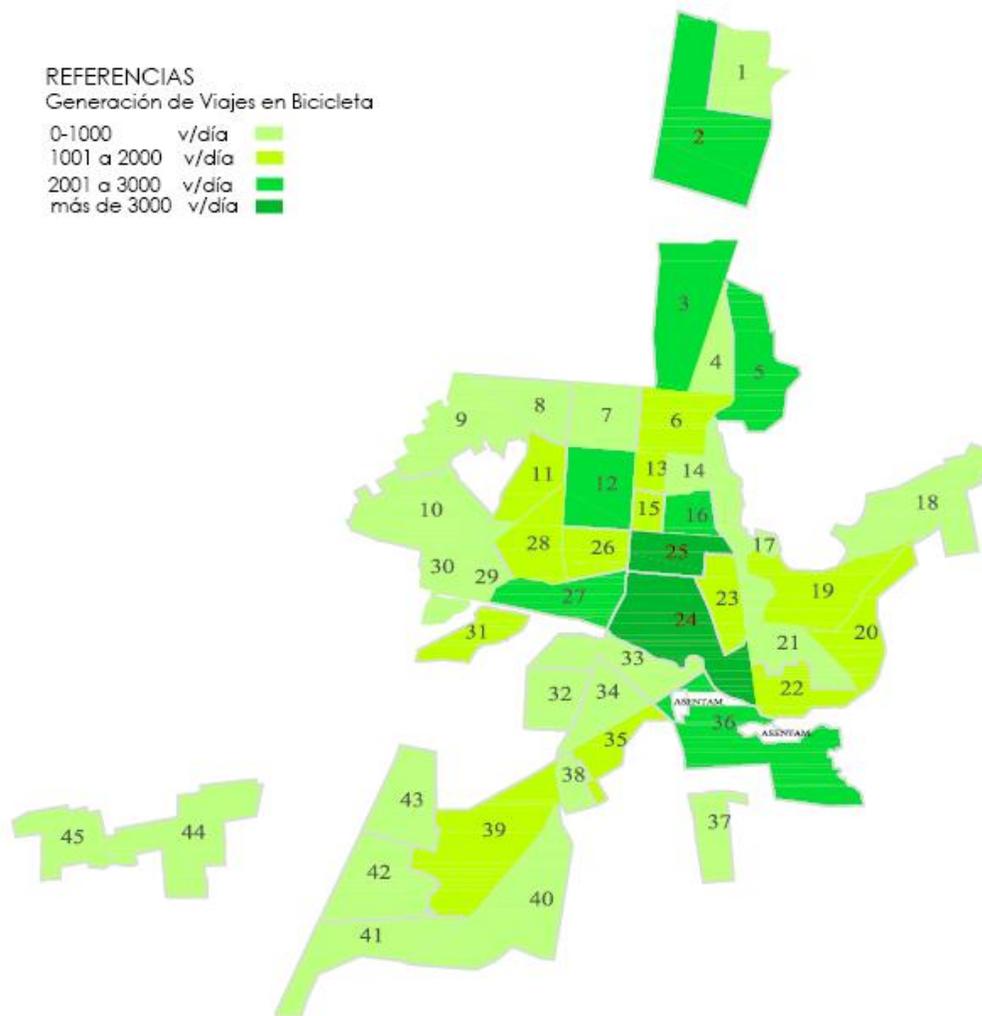
¹ Año de realización de la EOD en el marco del "Estudio Integral del Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros y de Cargas de la Ciudad de Salta". Centro de Estudios de Transporte UNC

Figura 3.3. Generación de viajes caminando en la ciudad de Salta



Fuente: Encuesta de Origen y Destino de Viajes para el "Estudio Integral del Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros y de Cargas de la Ciudad de Salta". Centro de Estudios de Transporte UNC (1998)

Figura 3.4. Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Salta



Fuente: Encuesta de Origen y Destino de Viajes para el “Estudio Integral del Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros y de Cargas de la Ciudad de Salta” Centro de Estudios de Transporte UNC (1998)

3.2.3. Ciudad de Neuquén

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 EOD² estimaron 250.000 habitantes.

Ubicada a 264 metros sobre el nivel del mar, está prácticamente circunscripta -a excepción de la orientación oeste-, por límites naturales como lo son al Sur el río Limay, -importante barrera fluvial que corre en dirección oeste-este con elevado caudal y amplias ramificaciones-, al norte las Bardas -planicies áridas sobreelevadas que restringen la expansión urbana hacia dicho sector-, y al este el Río Neuquén -que fluye en dirección sureste hasta encontrarse con el Río Limay formando el Río Negro.

La ciudad se recuesta entre el valle y la meseta lo que genera zonas de calles con pendientes que modelan el paisaje urbano. El área más cercana al río totalmente llana es conocida como "el bajo" en contraposición a "el alto", que conforma en cierta manera un "balcón" en el norte de la ciudad, la separación entre ambas esta dada por las vías del ferrocarril que atraviesan la ciudad de este a oeste.

El clima de Neuquén es continental y árido. Las precipitaciones son muy escasas y sin estacionalidad. Las temperaturas se caracterizan por una importante oscilación tanto diaria como anual, con veranos cálidos, con una media de 24 ° C en enero e inviernos fríos, promediando 6 ° C en julio, con heladas nocturnas. A pesar de encontrarse en una latitud bastante elevada su escasa humedad evita la aparición de nevadas, produciéndose éstas aproximadamente cada cinco años.

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 consolidación relativa 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. Los sectores de bardas al norte y el área de chacras al oeste constituyen sectores prácticamente despoblados. En las costas del río Limay existen considerables vacíos urbanos en los que se están desarrollando nuevos procesos de urbanización y emprendimientos de tipo recreativo-residencial al sudeste de la ciudad.

En relación al uso del suelo la superficie destinada a usos mixtos es relativamente baja predominando los usos de tipo exclusivo.

El modo de transporte más usado es el ómnibus urbano. El servicio es prestado por una sola empresa fuertemente subsidiada por la municipalidad, lo que ha permitido satisfacer las necesidades de movilidad de la población, aún en sectores alejados y de baja densidad.

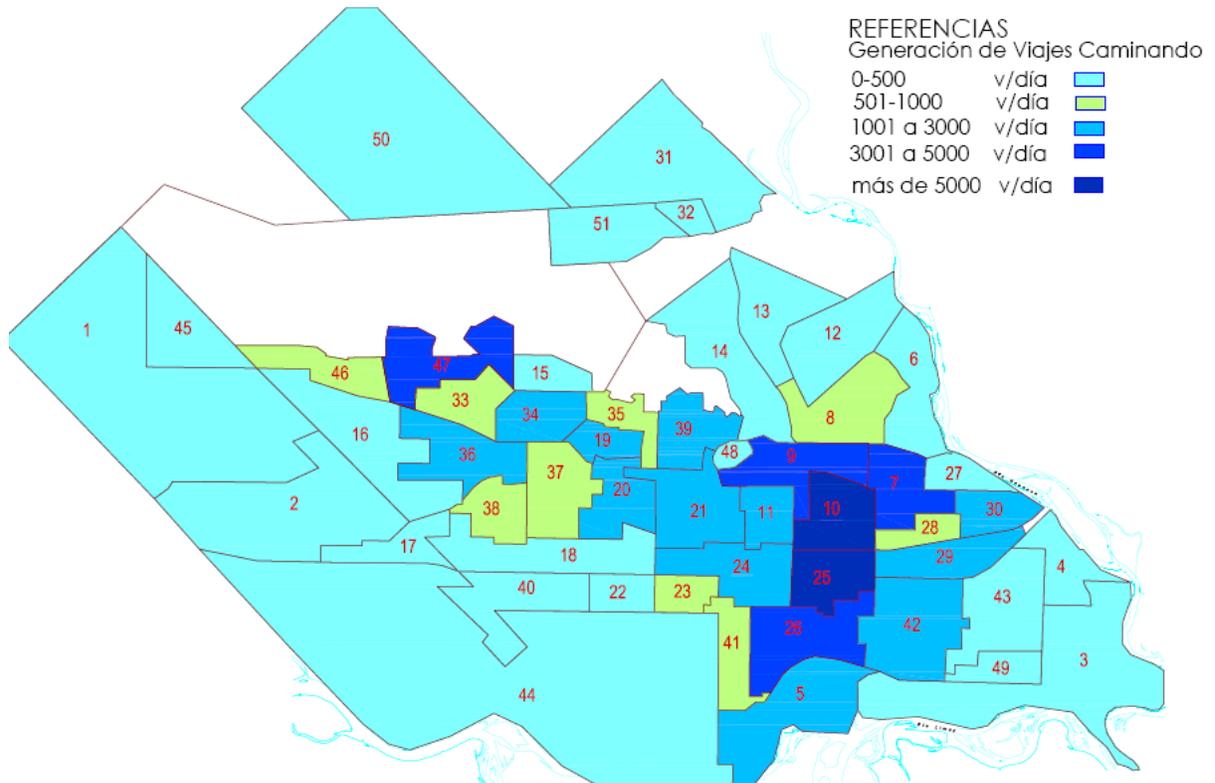
En el año 2009 la ciudad de Neuquén contaba con 23 kilómetros de ciclovías no jerarquizadas y carentes de equipamiento, habiéndose elaborado una propuesta para la

² Estudio de Transporte de la Ciudad de Neuquén (2008-2009). Centro de Estudios de Transporte UNC

ejecución de 64 kilómetros de nuevas ciclovías con el objetivo de integrar una red que cumpla fines tanto recreativos como utilitarios, conectando los principales orígenes y destinos de viajes dentro de la ciudad.

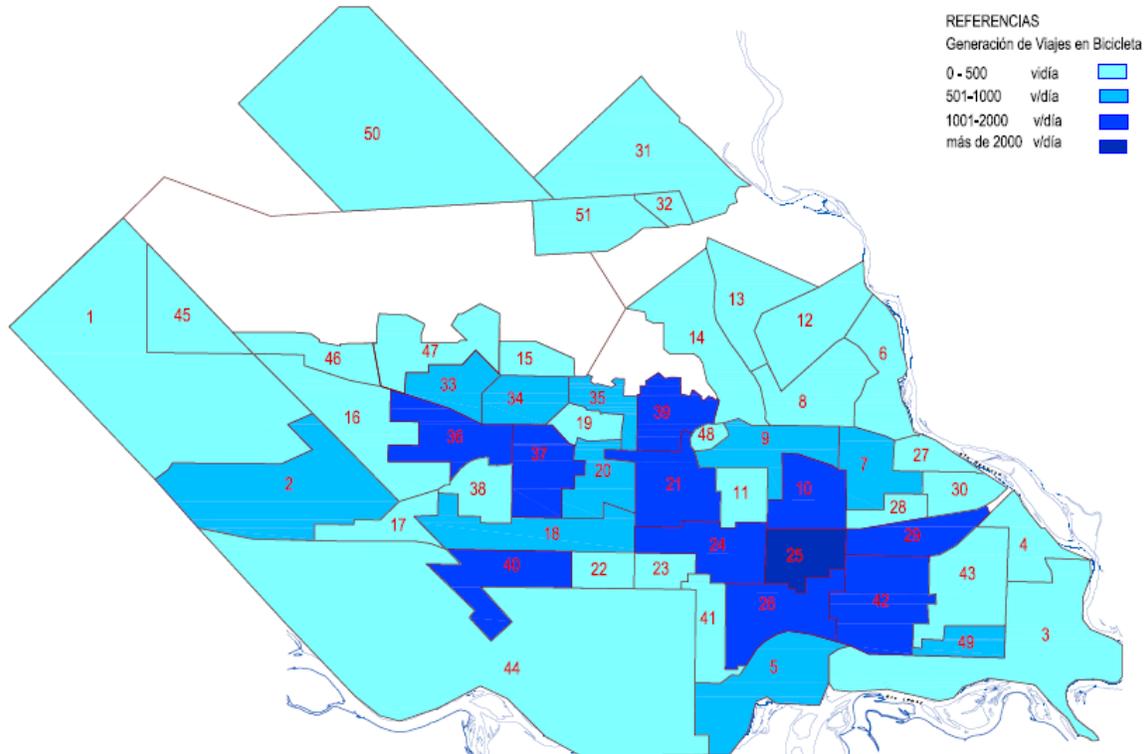
Las Figuras 3.5. y 3.6. exhiben la generación de viajes a pie y en bicicleta en la ciudad de Neuquén.

Figura 3.5. - Generación de viajes caminando en la ciudad de Neuquén



Fuente: Encuesta de Origen y Destino de Viajes para el Estudio de Transporte de la Ciudad de Neuquén (2008-2009). Centro de Estudios de Transporte UNC

Figura 3.6. - Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Neuquén



Fuente: Encuesta de Origen y Destino de Viajes para el Estudio de Transporte de la Ciudad de Neuquén (2008-2009). Centro de Estudios de Transporte UNC

3.2.4. Ciudad de Villa Carlos Paz

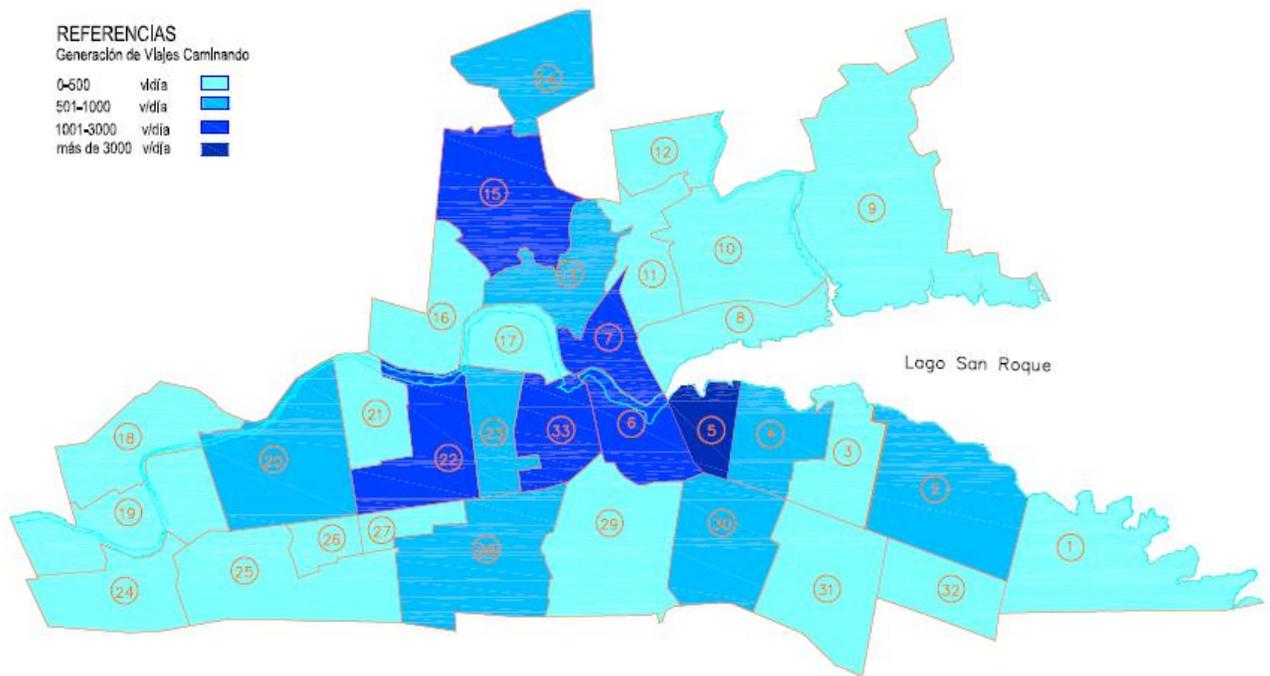
La ciudad de Villa Carlos Paz contaba en el año 2005 con aproximadamente 62.000 habitantes. Esta ciudad constituye el centro turístico más importante de la provincia de Córdoba y uno de los más importantes a nivel nacional. Se encuentra en una región de clima semiárido, observándose temperaturas medias mensuales dentro del rango de los 12 ° C y los 26 ° C y una media anual de lluvias de 700 milímetros. Se halla emplazada en el valle comprendido por el cordón montañoso de las Sierras Chicas al este y las Sierras Grandes al oeste. La surcan el Río San Antonio y los arroyos Los Chorrillos y Las Mojarras. 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. Los usos del suelo alternan entre corredores de uso mixto (residencial-hoteler-comercial) y zonas residenciales. Muchas de estas se caracterizan por un alto porcentaje de viviendas de fin de semana que se hallan desocupadas la mayor parte del año.

El modo de transporte predominante es el auto particular con una participación considerable del transporte público por ómnibus, por lo que la ciudad puede categorizarse como de tránsito mixto.

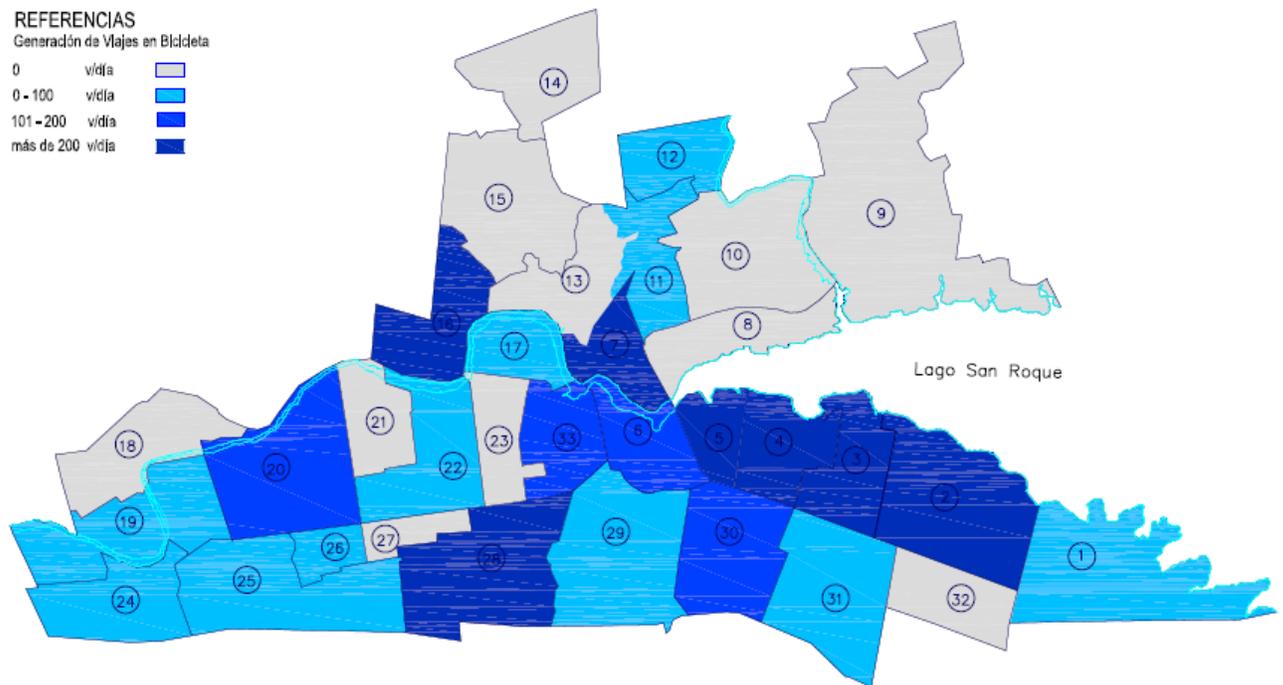
En las Figuras 3.7. y 3.8. se ha representado la generación de viajes a pie y en bicicleta en la ciudad de Villa Carlos Paz.

Figura 3.7. Generación de viajes caminando en la ciudad de Villa Carlos Paz



Fuente: Encuesta de Origen y Destino de Viajes para el Estudio de Transporte de la Ciudad de Villa Carlos Paz (2005) Centro de Estudios de Transporte UNC

Figura 3.8. Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Villa Carlos Paz



Fuente: Encuesta de Origen y Destino de Viajes para el Estudio de Transporte de la Ciudad de Villa Carlos Paz (2005) Centro de Estudios de Transporte UNC

3.2.5. Ciudad de Santo Tomé

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 debe 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 área intermedias escasamente pobladas.

Los modos de transporte predominantes son el ómnibus público y el auto particular que concentran el 53% de los viajes totales. Sin embargo el transporte no motorizado posee

una alta participación que alcanza al 35% de los viajes, destacándose dentro de éstos los viajes en bicicleta con una participación del 18%.

En función de las condiciones existentes en cuanto al intenso uso de la bicicleta, la topografía plana y un clima favorable para realizar actividades al aire libre, el trabajo que motivó la EOD³ elaboró un anteproyecto para la construcción de una red de 43 kilómetros de ciclovías.

3.3. ANÁLISIS COMPARATIVO

El siguiente análisis fue realizado de manera comparativa con el fin de poner en evidencia las similitudes y diferencias existentes entre las ciudades estudiadas, facilitando la posterior comprensión del comportamiento de los usuarios en general y a nivel de cada localidad.

Las Tablas 3.1. a 3.6. que se exhiben a continuación son elaboraciones propias en base a las EOD realizadas en Córdoba y Area Metropolitana (2008/2009), Neuquén (2008/2009), Villa Carlos Paz (2005), Salta (1998) y Santo Tomé (1999).

La totalidad de las encuestas citadas fueron realizadas durante meses correspondientes a períodos lectivos, habiéndose relevado los viajes efectuados de lunes a viernes, excepto días feriados, con el objeto de representar un día laborable y de actividad escolar típico.

3.3.1. Población y Movilidad

La Tabla 3.1. resume la cantidad de habitantes por localidad en el año de realización de cada EOD y la movilidad total, en modos motorizados y no motorizados.

Tabla 3.1. Demografía y movilidad en ciudades argentinas

Ciudad	Población (habitantes)	Movilidad Total (viajes/hab-día)	Movilidad TM (viajes/hab-día)	Movilidad TNM (viajes/hab-día)
Córdoba	1.309.500	1,12	0,98	0,14
Neuquén	250.000	1,45	1,14	0,30
Villa Carlos Paz	62.000	1,70	1,26	0,38
Salta	473.500	1,15	0,86	0,30
Santo Tomé	59.000	1,25	0,81	0,44

Las tasas de movilidad que se exhiben en el cuadro anterior describen de alguna manera la dinámica de cada ciudad lo cual se relaciona con la actividad económica y el nivel de

³ Propuesta para la Mejora del Sistema de Transporte Público de Pasajeros mediante Omnibus - Ciudad de Santo Tomé. 1999. Centro de Estudios de Transporte UNC

ingresos de la población. En todos los casos se denota un marcado predominio de los modos motorizados.

Con respecto a la movilidad indicada para el caso de la ciudad de Córdoba debe aclararse que proviene de una base de datos que no consideró los viajes a pie cuyas distancias de caminata fuesen inferiores a 10 cuadras⁴, lo cual incidió notablemente en la participación final de los modos no motorizados como así también en el valor de la movilidad el que resulta algo bajo. En la EOD realizada con posterioridad (noviembre/diciembre 2009) se adoptó un criterio distinto en relación a este tipo de viajes con lo cual las tasas de movilidad resultaron como se muestra en la Tabla 3.2.:

Tabla 3.2. Movilidad según EOD 2009 - Ciudad de Córdoba

Movilidad Total (viajes/hab-día)	Movilidad TM (viajes/hab-día)	Movilidad TNM (viajes/hab-día)
1,73	1,20	0,53

Otra aclaración importante en relación a los viajes a pie es que se consideran solamente aquellos viajes realizados por un motivo específico entre orígenes y destinos directos, excluyéndose las caminatas efectuadas para abordar otros modos (ómnibus, auto, etc) como así también las que se efectúan desde dichos modos hasta el destino.

3.3.1.1. Nivel socioeconómico de los hogares encuestados

Con el objeto de establecer la relación existente entre la situación socioeconómica del hogar y la elección del modo de transporte se analizaron las variables disponibles en las bases de datos. Al no contar, en la mayoría de los casos, con información acerca de los ingresos del hogar ó resultar dicha información incompleta y poco confiable se utilizó la cantidad de autos con que cuenta el hogar considerando que, salvo excepciones, la tenencia de uno ó más vehículos particulares sería indicativa de su situación económica. El análisis efectuado se resume en la Tabla 3.3. que se muestra a continuación:

⁴ En algunos casos los encuestadores consignaron viajes a pie de menos de 10 cuadras, registros que permanecieron en la base de datos

Tabla 3.3. Distribución modal de los viajes en ciudades argentinas

Localidad	Nº de autos en el hogar	Distribución Modal de los Viajes									
		A pie	O. Urbano	O. Interurb	T. Escolar	T. contrato	Taxi	Remis	Auto	Moto	Bicicleta
Córdoba	Ningún auto	14,6%	60,1%	1,9%	1,5%	0,5%	3,1%	2,2%	3,7%	8,7%	3,7%
	Un auto	6,7%	39,3%	1,1%	2,3%	0,7%	1,5%	1,5%	41,2%	4,1%	1,6%
	Dos ó más autos	12,2%	53,6%	1,8%	2,3%	0,6%	2,6%	1,9%	14,5%	7,4%	3,2%
Villa Carlos Paz	Ningún auto	33,0%	25,8%	8,6%	3,6%		1,6%	7,2%	11,6%	4,0%	4,8%
	Un auto	16,2%	11,8%	9,5%	2,3%		0,7%	3,0%	54,1%	0,7%	1,8%
	Dos ó más autos	9,4%	5,2%	5,3%	0,5%		1,1%	1,3%	74,6%	1,7%	1,0%
Neuquén	Ningún auto	16,7%	56,6%	1,7%	0,8%	1,8%	3,4%	0,3%	3,2%	4,9%	10,6%
	Un auto	10%	28%	1%	1%	1%	2%	0%	48%	3%	5%
	Dos ó más autos	8,1%	9,4%	0,9%	2,9%	2,3%	0,9%	0,2%	73,1%	0,2%	2,1%
Salta	Ningún auto	17,5%	57,0%	0,7%	0,9%	0,7%	1,9%		1,6%	3,9%	15,8%
	Un auto	12,1%	39,0%	0,5%	1,4%	0,5%	2,4%	(**)	37,6%	1,3%	5,2%
	Dos ó más autos	6,4%	32,2%	0,1%	1,0%	0,1%	2,3%		52,5%	2,3%	3,1%
Santo Tomé (*)	Ningún auto	20,9%	36,1%		3,1%	1,0%	2,4%		3,3%	7,7%	25,6%
	Un auto	14,3%	29,4%		1,9%	0,7%	2,8%	(**)	31,0%	6,5%	13,5%
	Dos ó más autos	9,3%	21,3%		1,2%		1,6%		52,7%	2,7%	11,2%

(*) El servicio de transporte dentro de la zona urbana es prestado por empresas interurbanas.

(**) El relevamiento no hizo distinción entre taxis y remis.

Con excepción de la ciudad de Córdoba se observa que la tenencia de automóviles en el hogar incide en la participación de los viajes en TNM ya que a partir de la disponibilidad de uno ó más vehículos en el hogar se opera una disminución de los viajes a pie como así también en bicicleta. Paralelamente se observa una reducción significativa en la participación del transporte público. Es probable que la distorsión que se presenta en el caso de Córdoba resulta a partir de que algunos hogares que poseen más de un vehículo no lo hayan ocultado este hecho al responder la encuesta.

3.3.1.2. Características de la población

Tabla 3.4. Distribución de la población por sexo, edad y ocupación

Ciudad	Distribución												
	Por sexo		Por edades						Por Ocupación				
	Varones	Mujeres	0 a 10 años	11 a 18 años	19 a 35 años	36 a 50 años	51 a 70 años	más de 70 años	Empleado	Por cuenta propia	Ama de casa	Estudiante	Jubilado
Córdoba	48,1%	51,8%	15%	14%	30%	17%	17%	7%	31%	19%	14%	12%	19%
Neuquén	47,9%	52,1%	18%	17%	28%	19%	15%	3%	32%	8%	12%	33%	8%
Villa Carlos Paz	47,9%	52,1%	15%	15%	27%	20%	18%	5%	19%	15%	13%	30%	7%
Salta	47,6%	52,4%	21%	17%	27%	18%	14%	3%	16%	1%	16%	37%	8%
Santo Tomé	49,2%	50,8%	17%	17%	26%	21%	15%	4%	25%	5%	15%	35%	9%

En la Tabla 3.4. se presenta un análisis de las principales características de la población de las ciudades objeto de estudio. En términos generales no se presentan diferencias significativas en la distribución por sexo y por edades, por el contrario la distribución resulta bastante uniforme, por ejemplo si se computa la proporción de población en edad activa, los porcentajes varían entre el 59% y el 63% con una media del 62% y una desviación estándar del 2%.

Las mayores diferencias se observan en la distribución por estado ocupacional donde resalta la proporción significativa de jubilados y de trabajadores por cuenta propia en la ciudad de Córdoba.

3.3.1.3. Tenencia de vehículos en los hogares

La Tabla 3.5. resume las tasas de tenencia de autos, motos y bicicletas en las ciudades estudiadas.

Tabla 3.5. Tasa de habitantes por vehículo en ciudades argentinas

Ciudad	Tenencia de autos (hab/veh)	Tenencia de motos (hab/moto)	Tenencia de bicicletas (hab/bicicleta)
Córdoba	6,7	23,3	5,9
Neuquén	7,7	26,0	5,3
Villa Carlos Paz	4,7	20,8	5,0
Salta	12,4	30,1	4,7
Santo Tomé	7,6	14,0	2,7

Se destacan las elevadas relaciones de habitantes por auto y por moto en la ciudad de Salta, aunque debe tenerse en cuenta que el relevamiento se efectuó en el año 1998, previo a la aparición de las actuales facilidades para la adquisición de estos vehículos, lo cual probablemente se reflejó en el valor de las tasas estimadas en ese momento.

Un punto a destacar es la elevada tenencia de motos y bicicletas en ciudades de menor tamaño como la ciudad de Santo Tomé, particularmente en esta última donde se estimó una bicicleta cada 2,7 habitantes indicando ello la existencia de numerosos casos donde hay más de una bicicleta por hogar.

Con respecto a la tasa de habitantes por vehículo correspondiente a la ciudad de Córdoba, la cual supera ampliamente los valores estimados a partir de otras fuentes⁵, es probable que una proporción de los encuestados no haya declarado la posesión de vehículo por temor a medidas impositivas.

⁵ Municipalidad de Córdoba y Registro de la Propiedad del Automotor

3.3.2. Características de los viajes en todos los modos

En la Tabla 3.6. se muestra el detalle de la distribución modal de los viajes de acuerdo a los resultados de las encuestas de origen y destino de viajes.

Tabla 3.6. Distribución modal de los viajes en ciudades argentinas

Ciudad	Distribución Modal							
	A pie	Bicicleta	Omnibus urbano	Omnibus interurbano	Auto particular	Moto	Taxi-Remis - Escolar	Otros
Córdoba	9,9%	2,5%	47,6% (*)	1,50%	25,7%	6,0%	6,1%	0,7%
Neuquén	13,0%	7,6%	40,3%	1,3%	28,3%	3,8%	3,8%	1,7%
Villa Carlos Paz	20,5%	2,7%	15,2%	8,5%	43,6%	2,0%	7,4%	0%
Salta	15,2%	11,7%	49,9%	0,6%	15,9%	3,0%	3,1%	0,6%
Santo Tomé	17,2%	18,5%	31,3%		20,6%	6,7%	4,9%	0,8%

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

En relación a las distribuciones resultantes se encuentran influenciadas por el criterio adoptado en cada relevamiento con respecto a la cantidad mínima de cuadras del desplazamiento efectuado para que un viaje a pie fuese registrado como tal. Dicha cantidad difiere entre las cinco encuestas analizadas lo cual tiene como consecuencia una distorsión relativa entre las distribuciones modales, con mayor incidencia en el caso de la ciudad de Córdoba donde se estableció un mínimo de 10 cuadras, en tanto que en las demás ciudades este valor rondó las cinco cuadras.

La lectura e interpretación de la tabla anterior requiere tener en cuenta diversos aspectos que van desde el tamaño de la ciudad, el clima, la topografía y los ingresos de la población. Interesa destacar la alta proporción de viajes a pie en la ciudad de Villa Carlos Paz en contraste con un porcentaje de viajes en bicicleta muy bajo, en tanto que la ciudad de Santo Tomé se caracteriza por la más alta proporción del TNM (35,7%) donde el porcentaje más elevado de desplazamientos corresponden a la bicicleta con una participación del 18,5%.

Se observa una baja participación del TNM en la ciudad de Córdoba, vinculada en parte a las mayores distancias a recorrer, pero que posiblemente se relaciona con condiciones progresivamente desfavorables para la circulación de peatones y ciclistas.

Analizando los porcentajes correspondientes a la distribución modal, en parte de las ciudades analizadas predomina el transporte público, mientras que en las restantes la mayor participación corresponde al transporte privado. En función del sostenido crecimiento de la tenencia de autos y de los viajes en auto particular, las ciudades argentinas tienden a una distribución modal con predominio del auto particular.

En la Tabla 3.7. se resumen los motivos de los viajes.

Tabla 3.7. Distribución de los viajes por motivo en ciudades argentinas

Ciudad	Distribución por Motivo de Viaje					
	Trabajo	Estudio	Salud/Compras /Trámites	Recreación	Regreso al hogar	Otros motivos
Córdoba	22,3%	13,0%	8,3%	4,1%	48,4%	3,9%
Neuquén	23,4%	11,0%	9,1%	3,0%	48,3%	5,2%
Villa Carlos Paz	20,5%	14,0%	9,0%	3,9%	45,0%	3,2%
Salta	21,0%	18,9%	5,2%	1,0%	48,8%	5,0%
Santo Tomé	19,0%	18,7%	5,3%	2,0%	46,5%	8,4%

En todos los casos los motivos de viaje se vinculan principalmente con el trabajo y el estudio. En los casos de las ciudades de Salta y Santo Tomé se estimó una mayor participación de los viajes por estudio y una proporción menor de viajes por motivos de salud, compras ó trámites y de recreación, con respecto al resto de las localidades.

3.3.3. Características del transporte no motorizado en ciudades argentinas

A continuación se incluyen una serie de Tablas (3.8. a 3.16) que intentan sintetizar aspectos característicos de los viajes realizados en TNM en ciudades argentinas.

Tabla 3.8. Distribución por motivo de los viajes a pie en ciudades argentinas

Ciudad	Distribución por Motivo de los Viajes a Pie					
	Trabajo	Estudio	Salud/Compras /Trámites	Recreación	Regreso al hogar	Otros motivos
Córdoba	13,1%	21,4%	7,1%	5,1%	48,0%	4,1%
Area Metropolitana de Córdoba	14,2%	11,9%	10,8%	7,1%	50,6%	5,7%
Neuquén	16,1%	18,3%	8,6%	4,3%	48,1%	4,6%
Villa Carlos Paz	10,9%	17,4%	12,2%	6,2%	48,0%	5,2%
Salta	9,8%	30,5%	4,2%	1,6%	49,3%	4,5%
Santo Tomé	6,3%	26,8%	7,0%	2,2%	47,8%	10,0%

La mayor parte de los viajes realizados a pie son por razones de estudio. Exceptuando el caso de la ciudad de Neuquén, los viajes caminando al trabajo resultan sensiblemente inferiores a los efectuados por motivos de estudio.

Tabla 3.9 – Distribución de cuadras caminadas en viajes a pie

Ciudad	Cuadras caminadas			
	menos de 10	entre 10 y 15	entre 16 y 20	más de 20
Córdoba	11,1%	61,7%	17,9%	9,3%
Neuquén	36,8%	34,7%	16,2%	12,3%
Villa Carlos Paz	5,0%	65,9%	14,9%	14,3%
Salta	51,0%	32,5%	10,1%	6,4%
Santo Tomé	s/d	s/d	s/d	s/d

Los viajes caminando que observan mayor frecuencia son aquellos que no superan las 15 cuadras, concentrando entre el 65% y el 84% de los casos según el caso, exhibiendo la ciudad de Salta el mayor porcentaje en el intervalo de una a quince cuadras. La localidad de Villa Carlos Paz muestra la mayor proporción de viajes de más de 15 cuadras con el 29% de los casos dentro de ese rango.

Tabla 3.10 Distribución de los tiempos de viaje a pie

Ciudad	Tiempo total de los viajes a pie			
	menos de 10 minutos	entre 10 y 15 minutos	entre 16 y 20 minutos	más de 20 minutos
Córdoba	4,7%	27,8%	23,3%	44,1%
Neuquén	5,3%	37,5%	18,5%	38,7%
Villa Carlos Paz	2,3%	18,4%	18,6%	60,6%
Salta	2,5%	40,9%	17,7%	38,9%
Santo Tomé	2,8%	58,1%	15,1%	24,0%

Los tiempos de viaje que, en general, presentan porcentajes más elevados en el rango de más de 20 minutos, indican que la duración del viaje es sobreestimada en muchos casos ó bien la velocidad de caminata de buena parte de los encuestados es muy reducida.

Tabla 3.11. Periodicidad de los viajes a pie

Ciudad	Periodicidad de los viajes a pie		
	Diaria	2 a 4 veces por semana	menos de 2 veces por semana
Córdoba	73,3%	13,5%	13,1%
Neuquén	72,0%	10,0%	18,0%
Villa Carlos Paz	65,7%	19,4%	14,9%
Salta	85,2%	5,4%	9,4%
Santo Tomé	70,4%	9,8%	19,8%

Se denota una alta proporción de viajes a pie que se realizan con una frecuencia diaria.

Tabla 3.12. Distribución por motivo de los viajes en bicicleta en ciudades argentinas

Ciudad	Distribución por Motivo de Viajes en Bicicleta					
	Trabajo	Estudio	Salud/Compras/Trámites	Recreación	Regreso al hogar	Otros motivos
Córdoba	32,7%	8,3%	3,0%	2,5%	48,7%	4,8%
Neuquén	38,6%	4,7%	2,5%	3,7%	48,7%	1,8%
Villa Carlos Paz	27,8%	16,7%	2,7%	7,7%	45,1%	0,0%
Salta	35,9%	7,7%	3,1%	0,7%	49,1%	3,5%
Santo Tomé	20,9%	14,7%	5,7%	3,9%	45,4%	9,4%

En el caso de los viajes en bicicleta la distribución por motivos difiere de los viajes totales, principalmente en que presenta una mayor proporción de viajes por trabajo. En las ciudades de menor tamaño aumenta relativamente la participación de los viajes recreacionales.

Tabla 3.13. Distribución de los tiempos de viaje en bicicleta

Ciudad	Tiempo Total de Viaje en Bicicleta			
	menos de 10 minutos	entre 10 y 15 minutos	entre 16 y 20 minutos	más de 20 minutos
Córdoba	6,9%	36,0%	20,8%	36,3%
Neuquén	1,5%	30,4%	21,9%	46,2%
Villa Carlos Paz	6,7%	36,8%	12,1%	44,4%
Salta	1,9%	30,0%	16,9%	51,2%
Santo Tomé	3,1%	58,3%	20,2%	18,4%

La duración de los viajes en bicicleta supera los diez minutos en la mayoría de los casos, con la mayor proporción en el rango de más de 20 minutos, de lo cual se infiere la elección de usar la bicicleta cuando la distancia a cubrir es relativamente alta.

Tabla 3.14. Periodicidad de los viajes en bicicleta

Ciudad	Periodicidad de los Viajes en Bicicleta		
	Diaria	2 a 4 veces por semana	menos de 2 veces por semana
Córdoba	82,6%	10,5%	6,9%
Neuquén	83,4%	6,2%	10,4%
Villa Carlos Paz	84,3%	5,8%	9,9%
Salta	88,1%	4,5%	7,4%
Santo Tomé	72,0%	10,4%	17,6%

Tabla 3.15. Distribución por sexo, edad y ocupación de la población que viajó a pie

Ciudad	Distribución de los viajes a pie												
	Por sexo		Por edades						Por Ocupación				
	Varones	Mujeres	0 a 10 años	11 a 18 años	19 a 35 años	36 a 50 años	51 a 70 años	más de 70 años	Empleado	Por cuenta propia	Ama de casa	Estudiante	Jubilado
Córdoba	43,8%	56,2%	13,0%	26,4%	31,0%	12,5%	13,2%	3,9%	25,1%	18,9%	14,8%	22,2%	13,6%
Neuquén	45,9%	54,1%	14,2%	23,3%	30,5%	16,1%	12,9%	2,9%	29,5%	5,6%	8,8%	43,2%	6,0%
Villa Carlos Paz	41,0%	59,0%	14,5%	17,9%	29,9%	20,2%	13,1%	4,4%	15,8%	10,9%	9,7%	43,6%	9,1%
Salta	46,7%	53,3%	23,0%	36,6%	20,4%	10,2%	7,7%	2,1%	9,9%	0,7%	6,8%	67,6%	5,0%
Santo Tomé	45,0%	55,0%	20,3%	32,9%	18,2%	13,0%	12,6%	3,0%	11,2%	0,9%	13,5%	60,5%	7,2%

La distribución por sexo de los viajes a pie indica una proporción mayor de mujeres. Este tipo de viajes se concentra en las franjas etarias entre los 11 y los 36 años, de acuerdo a los rangos de edad adoptados para el procesamiento de la información.

Tabla 3.16. Distribución por sexo, edad y ocupación de la población que viajó en bici

Ciudad	Distribución de los viajes en bicicleta												
	Por sexo		Por edades						Por Ocupación				
	Varones	Mujeres	0 a 10 años	11 a 18 años	19 a 35 años	36 a 50 años	51 a 70 años	más de 70 años	Empleado	Por cuenta propia	Ama de casa	Estudiante	Jubilado
Córdoba	73,1%	26,9%	4,6%	7,1%	43,1%	27,1%	15,8%	2,3%	52,0%	24,5%	7,8%	6,2%	7,8%
Neuquén	70,6%	29,4%	2,5%	9,2%	48,1%	24,4%	14,7%	1,0%	56,6%	16,1%	4,1%	12,1%	3,1%
Villa Carlos Paz	85,7%	14,3%	0,0%	19,0%	57,1%	23,8%	13,4%	0,0%	38,1%	14,3%	4,8%	28,6%	0,0%
Salta	85,3%	14,7%	4,1%	12,5%	38,2%	28,4%	15,1%	1,7%	30,5%	3,3%	2,9%	18,1%	4,8%
Santo Tomé	57,9%	42,1%	11,1%	19,6%	38,3%	20,4%	9,8%	0,9%	30,4%	4,0%	11,2%	30,8%	4,9%

En el caso de los viajes en bicicleta la utilización de este modo es sustancialmente mayor en el caso de los hombres. La mayor concentración de viajes se produjo en el rango de 19 a 35 años.

La situación ocupacional de las personas que realizaron viajes a pie observó mayor frecuencia en el caso de los trabajadores asalariados en la ciudad de Córdoba y en la ciudad de Neuquén mientras que en el resto de las ciudades la mayor parte de estos viajes correspondieron a estudiantes. En cuanto a los viajes en bicicleta, la mayor proporción es realizada por trabajadores asalariados, excepto en la ciudad de Santo Tomé donde los estudiantes utilizan la bicicleta en igual proporción que los asalariados.

4. REVISION BIBLIOGRAFICA

El presente capítulo tendrá como objetivo realizar una reseña de los progresos alcanzados en la modelización del transporte no motorizado, debiendo destacarse que la mayoría de los trabajos publicados corresponden a investigaciones realizadas en los Estados Unidos. No obstante ello, se localizaron algunos estudios desarrollados en otras realidades, como por ejemplo en Santiago de Chile y en ciudades brasileras.

Con el objeto de estructurar el presente apartado la literatura revisada se dividió en tres categorías:

La primera categoría comprende aquellos trabajos que se centran en el análisis de los factores que afectan la realización de viajes no motorizados a partir de la observación y comparación de casos prácticos.

El segundo grupo de antecedentes bibliográficos está compuesto por revisiones de los métodos que han sido empleados en la predicción de la demanda de transporte no motorizado y diagnósticos relativos al estado del arte en esta área.

El tercer tipo de estudios corresponde a aquellos que produjeron los avances más recientes en la formulación de modelos, debiendo aclararse que la generación de viajes a pie y en bicicleta no siempre forma parte de estos modelos, los que en su mayoría están orientados a evaluar el impacto que determinadas variables ejercen sobre los parámetros de viajes en auto particular considerando los efectos sobre el transporte no motorizado como un impacto de segundo orden.

4.1. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL TRANSPORTE NO MOTORIZADO

El creciente interés suscitado en relación a los modos no motorizados se origina en las oportunidades que éstos ofrecen para conseguir sistemas de transporte sustentables a través de los cuales sea posible revertir las actuales tendencias de motorización creciente y dependencia del automóvil.

Ortúzar et al (2004) enumeran los factores, sin hacer distinción de modos, que afectan la generación de viajes personales y que han sido considerados en diversas aplicaciones prácticas. En el caso de la producción de viajes citan las siguientes variables: ingreso del hogar, tenencia de automóvil, estructura del hogar y tamaño de la familia considerados en estudios de generación de viajes a nivel de los hogares; valor de la tierra y densidad residencial considerados en estudios zonales y por último la accesibilidad, cuya inclusión ha sido menos frecuente en función de las dificultades asociadas a su estimación. En el caso de la atracción de viajes el factor más ampliamente usado ha sido la disponibilidad de superficie cubierta para servicios comerciales, industriales, de servicios, etc, los empleos a nivel zonal y la accesibilidad.

Los factores que afectan la realización de viajes en medios no motorizados, aspecto que aparenta ser bastante simple, no lo es tanto ya que no se han podido establecer patrones de comportamiento generales y cada caso debe ser analizado a nivel local (Litman, 2010).

La gran variabilidad en la proporción de viajes caminando y en bicicleta que se verifica entre diferentes barrios, ciudades y países, no parece estar unívocamente relacionada con la geografía, el clima ó con preferencias individuales ó culturales ya que, por ejemplo, muchas ciudades estadounidenses con altas tasas de viajes no motorizados son más onduladas y presentan condiciones climáticas más rigurosas que otras cuyos índices de viajes no motorizados resultan sensiblemente menores. En algunos casos ha podido comprobarse que la elección del TNM se encuentra más vinculada a la existencia de facilidades para peatones y ciclistas.

No obstante, Dill et al (2003) citan literatura revisada por la “National Bicycling and Walking Study” (1994) para explicar las razones por las que la bicicleta no es utilizada más extensivamente. Estas razones fueron categorizadas como “subjetivas” incluyendo factores como distancia, seguridad vial, conveniencia, costo, valoración del tiempo, valoración del ejercicio, condición física, circunstancias familiares, hábitos, actitudes y valores y aceptación de la sociedad; y como “objetivas” incluyendo clima, topografía, presencia de facilidades, condiciones del tránsito, accesibilidad, conectividad y alternativas de transporte.

Los principales factores identificados como promotores ó detractores de la realización de viajes en bicicleta son las convenciones sociales, el tamaño de la ciudad, la densidad, la seguridad, el clima y la existencia de infraestructura (Pucher et al, 1999, Pucher and Dijkstra, 2000).

Dill et al (2008) señalan que los factores que afectan la demanda de TNM incluyen aspectos demográficos, las condiciones que brinda el entorno para caminar y andar en bicicleta, la calidad y el precio de los medios alternativos y los patrones de uso del suelo. Litman et al (2006) habían considerado un espectro más amplio señalando que en determinadas situaciones también influyen factores como la presencia de centros de atracción de viajes, las distancias de viaje, la topografía, el clima, la actitud comunitaria reflejada en la percepción de aceptación por parte de la sociedad y el enfoque temporal y geográfico visto como la capacidad que posee una comunidad para conseguir su total potencial en lo que respecta al TNM.

Otro autor (Levitte, 1999) hace referencia a los factores que influyen de manera específica sobre los viajes en bicicleta agregando a los enumerados por Litman el tamaño de la ciudad, las plazas de estacionamiento y la existencia y estado de facilidades para bicicletas. Asimismo brinda un mayor detalle respecto a las variables sociodemográficas de los hogares e individuos, puntualizando variables como edad, género, nivel de educación, personas empleadas, estudiantes, ingreso del hogar y tenencia de vehículo y de licencia de conducir.

Estudios realizados en Brasil dentro de la línea de investigación de Polos Generadores de Viajes (Scovino et al, 2010) 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. Las variables englobadas dentro de cada dimensión se agrupan de la siguiente manera: género, edad, renta, disponibilidad de automóvil, nivel de instrucción, personas por hogar, ocupación, lugar de residencia, condición física, estilo de vida, aspectos psicológicos y factores culturales para los factores individuales y del hogar. La

densidad, diversidad de uso del suelo, diseño vial y condiciones ambientales conforman las variables para la dimensión ambiental. En relación a los atributos de los modos de transporte señalan accesibilidad, frecuencia, confort, confiabilidad, información y comunicación, características de los vehículos, conveniencia, costo, seguridad, oferta, seguridad pública y viaria, economía, atractividad, coherencia y continuidad del sistema, grado de mantenimiento y longitud efectiva.

Otra fuente (Steele-Alliance for Biking & Walking, 2010), concluye en su análisis que se presentan relaciones positivas entre las tasas de uso del TNM y factores como la seguridad, la capacidad de gestión, la densidad y la carencia de automóviles. Entretanto, el clima no aparece como un factor que influya directamente los niveles de uso de la bicicleta. Con respecto a los kilómetros de sendas para bicicletas y sendas de uso compartido, la correlación con el uso del TNM no es tan fuerte requiriendo profundizar en las investigaciones, las que suelen verse limitadas por las dificultades que se presentan al querer medir la calidad y la accesibilidad de las facilidades existentes.

En línea con estudios previos se verifica una alta correlación entre el uso del TNM y el nivel de seguridad existente para ciclistas y peatones. También existe una relación positiva entre la capacidad de gestión (equipo de trabajo y presupuesto) y la evolución de los viajes a pie y en bicicleta, los que también aumentan su significación a una mayor densidad urbana y una menor tenencia de automóviles.

La gran variedad de motivaciones inherentes a la utilización del TNM se deduce a partir del interés que ha suscitado dentro de diferentes áreas ó campos de investigación (Forsyth et al, 2009). El TNM está siendo considerado por distintas profesiones ó disciplinas tales como la ingeniería de transporte, el planeamiento de ciudades y el diseño urbano, los estudios ambientales y la salud pública.

Resulta habitual englobar el modo de transporte a pie y en bicicleta lo cual se debe a que dichos modos comparten ciertas motivaciones y similitudes: ahorro energético y beneficio ambiental, mayor exposición a los factores ambientales, no exigen licencias ó permisos, soportan limitaciones para transportar cargas, suelen asociarse a la marginalización pero se reconoce que propician la interacción social. Sin embargo, es necesario hacer referencia a las diferencias entre el modo a pie y la bicicleta en lo concerniente a los participantes, características de los viajes (rango, velocidad), necesidades de infraestructura, motivos de viaje, seguridad, barreras e interferencias con el tránsito vehicular, permitiendo una comprensión más acabada de las diferencias de comportamiento entre peatones y ciclistas para garantizar la elaboración de modelos conceptuales más precisos (Forsyth et al, 2009).

4.2. MÉTODOS DE PREDICCIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE NO MOTORIZADO

La siguiente reseña tiene como objetivo examinar la evolución de los sucesivos estudios que abordaron la modelación del transporte no motorizado, contribuyendo a la identificación de las variables que lo caracterizan y al acrecentamiento de la experiencia empírica que propulsó la serie de investigaciones que están permitiendo avanzar en la formulación de una base teórica hasta la fecha inexistente.

Turner et al (1997) y Porter et al (1999) realizan una revisión de las técnicas y prácticas empleadas en las predicción de la demanda de viajes a pie y en bicicleta concluyendo que se presenta una descoordinación de esfuerzos y señalando la ausencia de consenso en relación a cómo debe modelarse el TNM. El tema de donde debe enfocarse la investigación en el futuro es abordado en Porter et al (1999) recomendando en primer lugar la necesidad en el corto plazo de un manual de "sketch planning" que provea datos, herramientas y métodos básicos para estimar la demanda futura; en segundo lugar profundizar la investigación de los factores específicos que influyen el comportamiento de viajes a pie y en bicicleta y en tercer lugar integrar las consideraciones sobre peatones y ciclistas dentro de los modelos de transporte perfeccionando la capacidad de los modelos de viajes para pronosticar tanto viajes no motorizados como motorizados.

Los métodos relevados consistían mayoritariamente de técnicas simplificadas basadas en relaciones directas. Las variables estudiadas eran de tipo demográfico y socioeconómico. Circunstancialmente se empleaban variables del uso del suelo y tipología de las redes. De acuerdo a la clasificación empleada en la bibliografía estudiada (Schwartz et al, 1999) los procedimientos empleados se agrupaban según cuatro categorías:

1. Estimación de la demanda: métodos empleados para derivar estimaciones cuantitativas de la demanda.
2. Demanda potencial relativa: métodos de pronóstico de la demanda potencial ó de niveles relativos del TNM.
3. Análisis de calidad de la oferta: métodos descriptivos de la calidad de las facilidades para el TNM, útiles para estimar la demanda al relacionarla con el nivel de oferta.
4. Herramientas y técnicas de apoyo: métodos analíticos de soporte a la estimación de la demanda.

4.2.1. Métodos de Estimación de la Demanda

Los **Estudios Comparativos** (Hoekwater, 1978; Lewis and Kirk, 1997; Wigan, 1998) constituyen la forma más simple de estimación de la demanda investigando los niveles de viajes antes y después de un cambio, como por ejemplo la mejora de una facilidad, ó comparando los niveles de viajes entre facilidades de características similares. Los resultados obtenidos pueden emplearse para predecir el impacto sobre el TNM en circunstancias de una mejora similar, asumiendo que los demás factores son semejantes. Se presentan dos tipos de estudios comparativos:

- a. Estudios antes y después: se basan en conteos de usuarios antes y después de la introducción de la mejora, asumiendo que el cambio producido está relacionado con la mejora. Estos métodos han sido aplicados con frecuencia en Europa para la evaluación del impacto sobre la elección modal por la implementación de programas de mejoras de facilidades para ciclistas y peatones.
- b. Estudios de condiciones similares: emplean conteos ó datos de encuestas a usuarios de facilidades existentes, en ocasiones combinados con datos acerca de la población del área circundante, para estimar el número potencial de usuarios sobre una facilidad

existente ó propuesta. Un ejemplo citado corresponde a un caso en Australia (Wigan, Richardson & Brunton, 1998) de dos sendas existentes donde a través de la comparación de las características de los usuarios de la población circundante, modo y distancia de acceso a las sendas, se identificaron factores que podrían explicar las diferencias en el nivel de uso de ambas sendas.

Los **Estudios de Demanda Agregados** (Ashley and Banister, 1989; Epperson, Hendricks and York, 1995; Ridgway, 1995; Nelson and Allen, 1997) tienen como finalidad predecir la partición modal y otras características de los viajes para una población agregada tal como los residentes dentro de un área censal ó de una región metropolitana, basada en las características de la población del área. Estos modelos pueden utilizarse con los siguientes propósitos:

- Identificar cuáles son los factores que afectan los niveles globales de viajes en bicicleta ó a pie dentro en un área y pronosticar en que medida la modificación de dichos factores incide sobre la demanda de viajes.
- Pronosticar la demanda de viajes en bicicleta ó a pie en otras áreas a partir de los datos recolectadas en un área determinada.
- Desarrollar datos para ser empleados en un modelo de demanda de viajes

Habitualmente se aplican regresiones lineales para pronosticar las variables dependientes (partición modal, número de viajes) en función de las variables independientes. Estos modelos pueden validarse empleando un grupo de datos diferente al utilizado para desarrollar el modelo. Los datos deben obtenerse al nivel de la unidad de análisis (unidad censal, área metropolitana, etc). Generalmente se emplea una amplia variedad de datos pero limitados a información ya existente ó que puede recolectarse sin demasiado esfuerzo. Las fuentes de datos potenciales que pueden citarse son datos censales, datos de usos del suelo, mapas topográficos, bases de datos de la red vial. Con respecto a los factores de diseño algunos autores han considerado las pendientes y los niveles de tránsito. En general no se han incluido las facilidades para bicicletas y las facilidades en destino debido a la escasez de datos. La inclusión en los modelos de demanda agregados de factores de diseño de facilidades requeriría medidas de disponibilidad / calidad de las facilidades que podrían construirse a nivel del área estudiada.

Los métodos **“Sketch Planning para Bicicletas”** (Goldsmith, 1997) pueden definirse como una serie de cálculos “en borrador” para estimar razonablemente la cantidad de ciclistas que usarán una facilidad. Por lo general se basan en datos ya existentes ó que pueden recolectarse con relativa facilidad (por ejemplo datos censales ó de uso del suelo). También pueden emplearse encuestas locales de preferencias declaradas respecto al comportamiento de viajes

El estudio de Goldsmith estimó el impacto de una nueva facilidad para bicicletas en el área de Seattle, Washington, en términos de la reducción de las emisiones y de los vehículos-kilómetros recorridos. El procedimiento utilizado comenzaba con la localización y definición de límites del corredor de viajes, ó sea el área desde la cual se espera que se originen la mayoría de los viajes. Empleando datos censales y de encuestas y tasas de utilización de bicicletas existentes a modo de comparación, se estima el potencial número de ciclistas que utilizarán la facilidad con frecuencia diaria. A ello se le adiciona una

estimación de los viajes derivados de otros modos. La proporción de viajes derivados de vehículos de un ocupante conjuntamente con las longitudes de viaje promedio permiten estimar los vehículos-kilómetro y emisiones eliminadas.

En relación a la calibración / validación de esta técnica, requeriría ser probada en otros escenarios para asegurar su transferibilidad, puesto que las condiciones locales varían considerablemente. Su precisión podría mejorarse a partir de conteos de bicicletas “antes-después”. Por otra parte los datos relacionados con el uso de la bicicleta suelen escasear en la mayoría de las jurisdicciones.

Los datos necesarios para desarrollar esta técnica son el área geográfica afectada por la facilidad para bicicletas (corredor), datos poblacionales censales y de viajes al trabajo, patrones de viajes en bicicleta dentro del corredor - en particular orígenes y destinos y rutas clave de bicicletas - y factores de emisión por viaje y vehículos-kilómetros recorridos a los efectos de calcular la reducción de emisiones.

El método se basa en una serie de suposiciones: el ancho del corredor de viajes, las proporciones de nuevos potenciales viajes en bicicleta, la proporción de éstos que hará uso de la facilidad, el porcentaje de viajes no utilitarios, las tasas de viajes derivados de vehículos motorizados y la longitud promedio de dichos viajes.

Se trata de un método fácil de usar con datos generalmente disponibles, pero no apto para ser integrado con modelos de viajes regionales y cuya aplicabilidad es limitada a nivel local.

Los métodos “**Sketch Planning para peatones**”, desarrollados para estimar volúmenes de peatones bajo condiciones existentes y futuras, por lo general usan conteos de peatones y análisis de regresión en función de los usos del suelo adyacentes (por ejemplo metros cuadrados de oficinas) y/o indicadores de generación de viajes (capacidad de estacionamiento, volúmenes de tránsito, etc). También pueden combinarse datos demográficos y de empleos con tasas de generación de viajes para estimar niveles de tránsito peatonal. El diseño de estos métodos no los hace aptos para ser integrados en modelos regionales.

Pushkarev & Zupan (1971) y Behnam & Patel (1977) realizaron pronósticos de volúmenes peatonales en áreas urbanas de alta densidad basándose en características de los usos del suelo y volúmenes peatonales observados en localizaciones específicas. Los modelos específicos probablemente sean aplicables solamente en el área ó ciudad donde fueron desarrollados.

En el primer caso (Pushkarev & Zupan, 1971) se determinaron los volúmenes peatonales en el centro de Manhattan por medio de fotografías aéreas. El análisis de regresión se realizó por cuadra empleando como variables independientes usos del suelo adyacentes, distancia a paradas del transporte público y superficie de plazas y veredas. Para aplicar el método se asume que las variables de uso del suelo predicen adecuadamente los volúmenes peatonales. Otros factores que podrían afectar la generación de viajes peatonales, tal como la calidad del entorno peatonal, no son analizados.

En el área central de Milwaukee (Behnam & Patel, 1977) se realizaron análisis similares basados en ocho tipos de usos del suelo y conteos a mitad de cuadra, sin considerar el impacto de los factores de diseño de las facilidades existentes. Este método es adecuado para áreas urbanas de alta densidad pero no ha sido aplicado en zonas poco densas. El proceso considera la distribución geográfica de los peatones siendo más adecuado para realizar análisis a nivel del distrito central antes que a nivel de la ciudad.

Otra aplicación (Ercolano, Olson, & Spring, 1997) consistió en estimar la máxima demanda peatonal en centros de actividad urbanos y suburbanos en desarrollo localizados en Plattsburgh, New York, mediante el empleo de datos recolectados en forma rutinaria por la mayoría de los proveedores de transporte, tales como intensidades de tránsito horario y particiones modales. Este método, que incluye el impacto de los factores de diseño de las facilidades, ha sido aplicado para diseñar mejoras en la infraestructura para peatones. Los volúmenes peatonales pronosticados a partir de este método se asemejaron bastante a los previstos a partir de la generación de viajes de los usos del suelo adyacentes. Los autores opinan que el método puede ser aplicado en otras áreas pudiendo ajustarse por variaciones estacionales y diferentes escenarios de infraestructura.

Un método rápido (Matlick, 1996) aplicado sobre un corredor suburbano en Seattle, Washington, identificó áreas prioritarias para inversiones en infraestructura para peatones empleando datos poblacionales, de centros de actividades y porcentajes de encuestas nacionales de transporte, para estimar potenciales viajes caminando sobre corredores específicos. En este caso tampoco se consideró la calidad de las facilidades para peatones.

Los métodos de los primeros dos grupos de autores (Pushkarev/Zupan y Behnam/Patel) fueron empleados para desarrollar modelos cuantitativos que, aplicados en otras áreas, podían re-estimarse basados en datos locales.

Otra metodología que ha sido empleada para predicción de la demanda es la de los **Modelos de Elección Discreta** los cuales predicen las decisiones individuales en función de diversas variables, incluyendo factores que describen la mejora de una facilidad ó un cambio de política. Pueden estar basados en comportamientos observados ó en encuestas donde se interroga a los encuestados acerca de decisiones basadas en hechos hipotéticos. La utilización de estos modelos comenzó en la década de 1970 y desde entonces han sido aplicados en diversos estudios para pronosticar la elección del modo a pie ó en bicicleta. Por ejemplo Wilbur Smith Associates (1996) desarrolló modelos de elección discreta para estimar los efectos de mejoras para peatones y bicicletas sobre la accesibilidad a estaciones del transporte público en Chicago. Katz (1996) modeló viajes utilitarios en bicicleta en dos etapas, en primer lugar la elección de participar ó sea de tener en consideración la bicicleta empleando análisis de factores, luego la elección modal empleando modelos de regresión tipo logit.

Los coeficientes estimados en los modelos pueden utilizarse para realizar comparaciones cuantitativas de la importancia relativa de diversos factores.

Los **Modelos Regionales de Viajes** se usan para predecir patrones de viajes futuros a partir de modelos de comportamiento y otras características de los viajes conjuntamente con las condiciones actuales y previstas a futuro para el uso del suelo y las redes de transporte. Estos modelos y la recolección de datos asociada han estado tradicionalmente orientados a predecir viajes en automóvil y en menor medida viajes en transporte público pero por lo general no han incluido los modos no motorizados. Aún si los modos no motorizados constituyesen alternativas incluidas dentro de los modelos, los datos disponibles en relación a los viajes no motorizados y las características de las redes resultan insuficientes ó de baja calidad. La estructura zonal de los modelos y el nivel de detalle de las redes se presentan a una escala inadecuada para analizar viajes cortos y los modelos para vehículos se basan en ciertas teorías del comportamiento de viajes que resultan inapropiadas para los viajes no motorizados (Eash, 1999)

La inclusión de los modos no motorizados posee el potencial, no sólo de predecir la elección del viaje no motorizado como resultado de acciones a futuro sino también de paralelamente pronosticar cambios en los viajes en auto y en transporte público originados en las mismas acciones y de este modo mejorar la precisión global de los modelos.

Dentro de los modelos de viajes en bicicleta, la bibliografía (Porter et al, 1999) cita el modelo "Quovadis-Bicycle" desarrollado en los Países Bajos utilizado para simular cambios en los flujos derivados de modificaciones en la red de bicicletas. También puede emplearse para simular los efectos de transformaciones producidas en las características socioeconómicas sobre la generación y distribución de viajes en bicicleta y para calcular diversas medidas de accesibilidad y seguridad.

Otro de los modelos que incluye viajes no motorizados es el START & TRIPS desarrollado por una consultora británica. START es un modelo incremental que utiliza la mejor representación disponible de los patrones de viajes existentes (viajes por origen y destino y por modo), combinados con cambios en los costos generalizados para predecir futuros patrones de viajes, dentro de los cuales se encuentran las opciones de viajes en bicicleta y a pie.

TRIPS, un modelo de redes que incluye una opción de redes para bicicletas denominada MVCycle empleado para distribuir viajes en bicicleta pronosticados dada una red de vías existentes ó propuestas y otras facilidades para bicicletas e identificar los principales puntos de conflicto entre flujos potenciales de bicicletas y flujos de tránsito.

En las décadas de 1960 y 1970 se desarrollaron algunos **Modelos de Viajes de Peatones** con el fin de pronosticar los flujos peatonales y priorizar mejoras en áreas centrales. Estos modelos presentaban una estructura similar a la de los modelos de planeamiento estándar incluyendo generación de viajes según las características de uso del suelo, distribución y asignación de viajes sobre una red basada en el enfoque gravitatorio.

Kagan, Scott, & Avin (1978) delinearon un Proceso de Planeamiento Peatonal (PPP) que incluía una fase de modelización de la demanda y una fase de diseño y evaluación cuya finalidad consistía en desarrollar una red de facilidades para peatones que asegurara un adecuado intercambio entre y dentro de los centros de actividades existentes y previstos a

futuro. El PPP puede ser utilizado para pronosticar cambios en los patrones de viajes como resultado de mejoras en las facilidades para peatones ó en los usos del suelo y para identificar y priorizar acciones destinadas a introducir mejoras.

4.2.2. Métodos de Demanda Relativa Potencial

Estiman la demanda máxima potencial de viajes caminando y en bicicleta que puede esperarse dada una red de facilidades ideal.

El **Análisis de Mercado** (Ohrn, 1976; Deakin, 1985; Ericsson, 1992; Clark, 1997) es un tipo de enfoque general que estima la máxima cantidad potencial de viajes en bicicleta ó caminando basado en (1) la distribución de las longitudes de los viajes, generalmente por motivo de viaje; (2) estimaciones aproximadas del máximo porcentaje de viajes en bicicleta y caminando por distancia y motivo de viaje; ó (3) proporción de la población con factibilidad de cambiarse a modos no motorizados basado en la definición de un mercado objetivo de ciclistas y peatones de acuerdo a las distancias de viaje, características demográficas, etc.

El **Método de Calificación de la Demanda Latente** (Landis, 1996) provee una manera de estimar la demanda latente ó potencial para los viajes en bicicleta si en determinado segmento de vía existiesen facilidades para bicicletas. Este método puede ser combinado con métodos de análisis de la oferta de facilidades tal como la determinación de niveles de servicio en la circulación de bicicletas para identificar cuales son las facilidades que requieren mayor cantidad de mejoras.

La ciudad de Portland, Oregon (1994) desarrolló dos índices cuya finalidad es brindar fundamentos para priorizar propuestas de proyectos peatonales: el **Índice de Potencial Peatonal** y el **Índice de Deficiencia**. El primero identifica localizaciones con elevado potencial para la realización de viajes mientras que el Índice de Deficiencia identifica áreas de baja calidad en lo que se refiere a facilidades peatonales. Ambos índices se emplean de forma conjunta para identificar proyectos en área con alta demanda potencial y deficiencias significativas.

4.2.3. Análisis de Calidad de la Oferta

Las **Medidas de Compatibilidad para Bicicletas** miden la adecuación de las vías para la circulación de bicicletas. Estos métodos no permiten realizar pronósticos de la demanda potencial sino sólo describir las condiciones presentes. Las medidas combinan factores tales como volúmenes y velocidades del tránsito motorizado, ancho de carriles y calidad del pavimento dentro de un índice que califica la adecuación global para la realización de viajes.

Sorton et al (1994) desarrollan un método para determinar el “nivel de stress” de los ciclistas en función de las características viales. Los autores emplearon tres variables de tránsito primarias (volumen en hora pico, velocidad y ancho del carril exterior) vinculadas con distintos niveles de habilidad de los usuarios (niños, jóvenes, circunstanciales y experimentados).

Mozer (1994) desarrolló una medida de nivel de servicio denominada "Pedestrian, Bicycle, Auto, Transit Level of Access" (P-BAT LOA) cuyo propósito fue establecer una medida multimodal del nivel de servicio alternativa a las medidas tradicionales las cuales no tienen en cuenta los modos no motorizados.

La Federal Highway Administration (1998) desarrolló un índice de compatibilidad para bicicletas (BCI) para describir una facilidad en cuanto a su compatibilidad ó adecuación para el uso por parte de los ciclistas. El BCI se asocia a una escala de nivel de servicio en la cual un menor BCI implica un nivel de servicio superior.

A continuación se detalla el modelo BCI, la definición de variables y factores de ajuste. La formulación de este índice se basó parcialmente en las medidas desarrolladas por Sorton et al (1994) y Mozer (1997).

$$BCI = 3.67 - 0.966BL - 0.410BLW - 0.498CLW + 0.002CLV + 0.0004OLV + 0.022SPD + 0.506PKG - 0.264AREA + AF \quad (4.1.)$$

dónde:

- BL* Presencia de carril para bicicletas ó banquina pavimentada (no = 0; sí = 1)
- BLW* Ancho del carril para bicicletas (ó banquina pavimentada) en metros
- CLW* Ancho del carril externo en metros
- CLV* Volumen del carril externo (vehículos por hora en una dirección)
- OLV* Volumen en otros carriles en idéntica dirección
- SPD* Percentil 85 de la velocidad del tránsito (km/h)
- PKG* Presencia de carril de estacionamiento, ocupación superior al 30% (no = 0; sí = 1)
- AREA* Tipo de desarrollo a lo largo de la vía (residencial = 1; otro = 0)
- AF* $f(t) + f(p) + f(rt)$ (factores de ajuste para volúmenes elevados de camiones, estacionamiento sobre calzada, giros y volúmenes de giros a la derecha, respectivamente)

Las **Medidas de Compatibilidad para Peatones** miden la adecuación de las calles, veredas y sendas en general para el tránsito peatonal. Estos métodos no permiten realizar pronósticos de la demanda potencial sino sólo describir las condiciones presentes. Las medidas combinan factores tales como características del tránsito vehicular, ancho de veredas y calidad estética del ambiente conformando un índice de adecuación global para los viajes peatonales. El método de Mozer (1994) busca determinar las condiciones presentes de facilidades peatonales específicas empleando medidas del nivel de servicio que describan el "nivel de stress" de la facilidad. El método de Dixon (1995) mide la performance peatonal de vías específicas, particularmente colectoras y vías arteriales donde los volúmenes y velocidades vehiculares producen mayor exposición de los peatones. Las medidas del nivel de servicio permiten a los planificadores obtener un inventario de facilidades donde se destacan deficiencias, mejoras y resultados.

Los **Factores de Ambiente Peatonal y Ciclista** permiten describir la "amigabilidad" de un área, sea un sector de una ciudad, un radio censal ó una zona de transporte. Estos factores fueron desarrollados para ser empleados en modelos de viajes regionales y son

útiles para predecir elecciones modales ya que la probabilidad de escoger uno u otro modo puede estar influenciada por la calidad del entorno. Se trata de medidas cuantitativas y pueden ser una composición de descriptores cuantitativos ó de factores de tipo subjetivo cuantificados según una escala ordinal. Algunos ejemplos de los factores considerados incluyen ancho de carril ó de vereda, continuidad de vías ó conectividad, topografía, calidad estética del entorno. etc. Los factores incluidos y el procedimiento de agregación para determinar un índice global es variable de acuerdo a la aplicación de que se trate.

La metodología recientemente incorporada en el Manual de Capacidad (Highway Capacity Manual, 2010) presenta una asociación entre un índice que mide la performance de un segmento urbano y el nivel de servicio percibido por los usuarios de bicicletas. Para cada arco del segmento el índice se calcula aplicando una expresión que incluye una serie de factores de ajuste que reflejan las condiciones de circulación que afectan a los ciclistas. (ver ecuaciones 4.2. a 4.6.)

$$I_{b,arco} = 0,760 + F_w + F_s + F_p \quad (4.2.)$$

$$\text{con } F_w = -0,005W_e^2 \quad (4.3.)$$

$$F_v = 0,507 \ln \left(\frac{v_{ma}}{4N_{th}} \right) \quad (4.4.)$$

$$F_s = 0,199 [1,1199 \ln(S_{Ra} - 20) + 0,8103] (1 + 0,1038 P_{HVa})^2 \quad (4.5.)$$

$$F_p = \frac{7,066}{P_c^2} \quad (4.6.)$$

dónde,

$I_{b,arco}$ = índice de nivel de servicio para un arco

F_w = factor de ajuste por ancho de sección

F_v = factor de ajuste por volumen de vehículos motorizados

F_s = factor de ajuste por velocidad de vehículos motorizados

F_p = factor de ajuste por condición del pavimento

W_e = ancho efectivo del carril externo en pies

v_{ma} = tasa de flujo ajustada del segmento medio

N_{th} = cantidad de carriles de paso del segmento en el sentido de circulación

S_{Ra} = velocidad de marcha ajustada de los vehículos motorizados

P_{HVa} = porcentaje ajustado de vehículos pesados correspondiente a la tasa de flujo del segmento medio

P_c = rating según la condición del pavimento

El índice correspondiente a un segmento se computa aplicando un modelo que considera el índice por arco, una variable que describe el tipo de control de las intersecciones, el índice para bicicletas estimado en la intersección y el número de accesos ubicados a la derecha de la dirección de circulación.

La determinación del nivel de servicio se realiza empleando la escala que se muestra a continuación:

Nivel de Servicio	Índice
A	$\leq 2,00$
B	$> 2,00 - 2,75$
C	$> 2,75 - 3,50$
D	$> 3,50 - 4,25$
E	$> 4,25 - 5,00$
F	$> 5,00$

4.2.4. Técnicas y Herramientas de Apoyo

Los **Sistemas de Información Geográfica** constituyen herramientas de análisis espacial que relacionan datos ambientales y demográficos a través del empleo de puntos de localización, líneas (por lo general arcos y corredores viales) y polígonos (áreas de superficie y zonas de análisis). Estos valores geográficos se vinculan con características ambientales y poblacionales para ser analizadas espacialmente. Las aplicaciones GIS orientadas hacia el TNM cumplen una variedad de funciones:

- Inventario y evaluación de facilidades dentro de la red no-motorizada empleando índices de condición y métodos de evaluación existentes.
- Establecer relaciones espaciales entre la localización y condición de arcos de la red vial y las tipologías de los elementos fuera de la red (centros de actividades, etc), como así también con las características de la población.
- Calcular y asignar a las áreas geográficas, arcos de la red y puntos de localización, valores gravitatorios probabilísticos de los centros de actividad (generación ó atracción de viajes).
- Ilustrar el impacto y los costos de escenarios de mejoras físicas dentro del contexto de la red.
- Evaluar el comportamiento global de la red e identificar rutas óptimas.
- Desarrollar medidas de la red (densidad de calles, conectividad, etc) y medidas de uso el suelo (mezcla, equilibrio) relacionadas con la factibilidad de caminar ó andar en bicicleta.

Las **Encuestas de Preferencias Declaradas** ofrecen un amplio espectro de aplicaciones para la planificación del transporte no-motorizado tales como:

- Estimación del potencial impacto en la elección modal derivado de la mejora de una facilidad ó una modificación de política.
- Determinación de las preferencias relativas respecto de diferentes tipos de mejoras.
- Medición de actitudes y otras variables personales que influyen la decisión de caminar ó andar en bicicleta.

Las encuestas pueden ser "Actitudinales" ó de "Elecciones Hipotéticas". En las primeras los encuestados son interrogados acerca de cómo responderían frente a diversas acciones ó como calificarían sus preferencias respecto a distintas mejoras. Por lo general este tipo de encuestas suelen sobrestimar las respuestas sobre el impacto de las mejoras para el TNM ya que las personas tienden a manifestar cambios de comportamiento futuros que en los hechos no llegan a producirse. El segundo tipo de encuestas supera este inconveniente planteando a los encuestados que "elijan" entre alternativas hipotéticas con atributos variados pero resulta más difícil de implementar.

Fuera de la clasificación de las metodologías enumeradas anteriormente algunos autores han continuado investigando en esta línea. Krizek et al (2005) señalan las probables razones por las cuales los modelos de demanda de bicicletas derivados de información básica de uso del suelo, demográfica y del sistema de transporte pueden resultar de utilidad limitada. La primera se refiere a las dificultades asociadas con la definición de la calidad del entorno la cual depende de la utilidad prevista para las facilidades, el tipo de usuario y su percepción de las facilidades disponibles. En segundo lugar las significativas y aleatorias diferencias observadas entre distintas localizaciones podrían implicar que existen factores actitudinales que quizás estén disfrazando el efecto de aquellos factores que pueden ser manipulados a través de la planificación. Otro de los problemas puntualizados es que el reducido tamaño de las muestras resulta en grandes errores muestrales. Por último cita el problema de la causalidad en dirección opuesta, es decir que la presencia de potenciales usuarios propicia la construcción de facilidades en lugar de que las facilidades originen la generación de nuevos usuarios.

Dill et al (2003) emplearon datos de 35 ciudades de Estados Unidos para analizar la propensión a emplear la bicicleta para viajes utilitarios. En base a la hipótesis sostenida por otros autores en relación a que "mayores niveles de infraestructura para bicicletas se encuentran positivamente y significativamente correlacionados con tasas más elevadas de viajes utilitarios en bicicleta", se obtuvieron modelos de regresión lineal múltiple para estimar la proporción de trabajadores que asisten a trabajar en bicicleta. Entre las variables testeadas resultaron significativas las millas de sendas para bicicletas por kilómetro cuadrado, el gasto per-cápita en facilidades para el transporte no motorizado, los vehículos por hogar y los días de lluvia. No resultaron significativas otras variables testeadas: densidad poblacional, precio medio del combustible, proporción de estudiantes universitarios e ingreso promedio de los hogares.

Si bien los modelos ajustados parecen confirmar la hipótesis planteada, las autoras ponen en duda que la implementación de sendas y carriles para bicicletas por sí solas, propicie que los trabajadores usen este modo. En este sentido remarcan que “el análisis no indica la existencia de una relación causa-efecto. Es posible que las personas estén viajando en bicicleta debido a la presencia de una mayor cantidad de carriles y sendas. Alternativamente, la ciudad construye más carriles y sendas para bicicletas debido a una mayor demanda de ciclistas.”

4.3. INFLUENCIA DE LA FORMA URBANA SOBRE LA CONDUCTA DE VIAJES

La “habitabilidad” de las ciudades se ve incrementada con el uso del TNM y los diseños urbanos que apuntan a facilitar los desplazamientos a pie y en bicicleta contribuyen al aumento de la mencionada habitabilidad, existiendo residentes dispuestos a pagar por este tipo de facilidades (Forsyth et al, 2009).

Los beneficios del TNM habitualmente aludidos son la reducción del tránsito vehicular, una menor contaminación del ambiente y condiciones más saludables para la población en general. En realidad ello viene asociado a la calidad de vida de los residentes urbanos, lo que convierte a la forma urbana que confiere la habitabilidad en el argumento más fuerte para la aplicación de políticas (Levinson et al, 2008).

Existe una considerable cantidad de literatura sobre el impacto que la configuración urbana ejerce sobre el comportamiento de viajes sin que se hayan podido especificar relaciones que permitan realizar inferencias a partir de la inclusión de esta dimensión.

Zegras (2004) presenta una síntesis del contexto dentro del cual se encuentra esta línea de investigación: Los primeros estudios se realizaron en los Estados Unidos, inicialmente a escala metropolitana y más recientemente a escala local ó de vecindarios, reportándose más de 50 análisis empíricos hacia el año 2000. En el mundo en desarrollo se conocen muy pocos análisis a escala local.

La premisa generalmente estudiada es que la forma urbana a nivel local, representada por las “tres D’s” (Densidad, Diversidad y Diseño), impacta sobre el comportamiento de los viajes. Este efecto se materializa de distintas maneras: reducción de los viajes motorizados, mayor participación modal de los viajes no motorizados, menores distancias de viaje y aumento del factor de ocupación en el caso de los viajes motorizados.

La representación de la forma urbana a través de variables que deben ser seleccionadas y cuantificadas enfrenta algunas dificultades como por ejemplo la definición de la escala de análisis, disponibilidad de datos del ambiente construido a dicha escala, potencial colinearidad entre las variables y otras limitaciones en relación a la capacidad descriptiva de las variables.

Los resultados obtenidos a partir de los estudios han sido heterogéneos y conflictivos ó contradictorios. Se han formulado numerosas críticas que apuntan a debilidades metodológicas, tanto en relación a la calidad y disponibilidad de datos como a la especificación de los modelos. Existe un vacío teórico en cuanto a la falta de una

estructura de comportamiento sólida que clarifique las causas de las variaciones y contribuya a generalizar los resultados.

Crane (1996) propone que los estudios acerca de la influencia de la forma urbana sobre el comportamiento de los viajes se organicen según las pautas que se enumeran a continuación:

- Desarrollos residenciales y de empleos compactos y densos
- Motivo de los viajes
- Métodos analíticos (simulaciones, regresiones, etc)
- Elección de variables explicativas
- Naturaleza y nivel de detalle de los datos (agregados, desagregados)
- Características de la forma urbana (configuración de calles, medidas de densidad, usos mixtos, entorno peatonal)

La tipología anterior facilita la identificación y comprensión de las relaciones existentes entre los componentes del ambiente construido (variables independientes) y la conducta de viajes.

Cervero (1991) lleva a cabo un análisis que “intenta proveer al menos algunas conclusiones iniciales en relación a la importancia relativa del ambiente construido sobre el comportamiento de viajes en algunos de los centros suburbanos más grandes de America”. La investigación apunta a medir empíricamente la fuerza y magnitud de la relación existente entre usos del suelo suburbanos y diversos indicadores del comportamiento de viajes. Si bien el poder explicativo de los modelos formulados resulta bastante modesto, es suficiente para mostrar las asociaciones previstas en las proposiciones del autor:

- a. “Niveles elevados de viajes por trabajo en auto con destino en centros de actividades de gran escala, se encuentran asociados a ambientes construidos de baja densidad, usos del suelo exclusivos y amplia disponibilidad de estacionamientos. Asimismo, los viajes en transporte masivo y a pie se potencian en entornos de características diametralmente opuestas, alta densidad, usos múltiples y limitaciones de estacionamiento.
- b. Ambientes suburbanos de usos mixtos muestran tasas de generación de viajes en auto relativamente reducidas desde el momento que en estos entornos existe una mayor tendencia a compartir viajes, caminar o pedalear”.

En las últimas dos décadas, con el objetivo de paliar el impacto negativo de la diseminación urbana, numerosas comunidades, ciudades y área metropolitanas han ensayado nuevos conceptos de diseño (Nuevo Urbanismo (Katz, 1994), Desarrollo Neo-Tradicional (Duany et al, 1992) y Desarrollo Orientado al Transporte Público (Calthorpe, 1993). El concepto de planeamiento con estos enfoques incluye (Leck, 2006) :

- Desarrollos residenciales densos y compactos.
- Mixtura de actividades y opciones de viviendas.
- Concentración residencial y de fuentes de trabajo en las proximidades de estaciones del transporte público y de la actividad comercial.

- Diseño edilicio y vial a escala barrial.
- Elevada conectividad de la red de calles, veredas y sendas, permitiendo desplazamientos directos en medios motorizados y no motorizados.
- Un área central claramente definida conteniendo espacios públicos, edificios públicos, paradas del transporte público y centros comerciales.
- Espacios públicos abiertos en localizaciones accesibles.

Los proponentes del anterior enfoque de diseño argumentan que las características del ambiente construido impactan en forma directa sobre la elección modal, sea ésta caminata, bicicleta, auto particular ó transporte público, como así también sobre el alcance de los viajes a través de los vehículos-kilómetros recorridos, vehículos-horas viajadas y frecuencia de realización.

4.3.1. Impacto de las tres D's: Densidad, Diversidad y Diseño.

Para algunos autores, la significación de la densidad residencial y de empleo dentro del comportamiento de viajes es casi indiscutible. Diversos estudios han podido confirmar que dentro de las variables que caracterizan el ambiente construido, la densidad constituye la variable más significativa.

Uno de los primeros estudios sobre la relación entre la configuración urbana y el comportamiento de viajes (Levinson & Wynn, 1963), encuentra que la densidad barrial reduce la frecuencia de realización de los viajes vehiculares. El aumento de los empleos ofrecidos dentro de un determinado radio reduce notablemente las distancias recorridas en relación a un pequeño incremento de los viajes realizados en auto (1000 Friends of Oregon, 1993). Un estudio similar (Holtzclaw, 1994) mide los efectos de las características de 28 comunidades californianas sobre el uso del automóvil estimando un coeficiente de regresión igual a 0,25, sugiriendo que aumentando la densidad al doble, se reduciría la tenencia de autos por hogar y los kilómetros-vehículo recorridos en un 25 por ciento.

Sin embargo, otro grupo de estudios reportan un débil impacto de la densidad en relación al comportamiento de viajes. En un caso (Schimek, 1996) se informa que un aumento del 10% en la densidad implica una disminución de apenas un 0,7% en los viajes en auto mientras que un incremento del 10% en los ingresos del hogar implica un aumento del 3% de los viajes en automóvil. Otras investigaciones (Cervero & Kockelman, 1997; Greenwald & Boarnet, 2001) concluyen que la densidad reduce sólo de manera marginal la probabilidad de viajar en automóvil, incrementando levemente la probabilidad de caminar ó utilizar el transporte público.

Diversos estudios han planteado la hipótesis de que en urbanizaciones de usos mixtos las personas tienden a viajar menos en auto y a caminar más a sus destinos, comportamiento que debiera reflejarse en menores tasas de generación de viajes en auto y una mayor participación modal de los viajes no motorizados.

Numerosos estudios muestran que escenarios de uso del suelo mixtos impactan significativamente sobre la elección modal de los individuos (Leck, 2006). Sin embargo la naturaleza de esta relación es bastante compleja por lo que los resultados de las investigaciones realizadas en torno a la influencia de la mezcla de usos sobre los viajes

son bastante heterogéneos debido, en parte, a la gran subjetividad inherente a definir y cuantificar el ambiente mixto.

Un estudio realizado a un mayor nivel de agregación en localidades del área metropolitana de Estados Unidos (Cervero et al, 2008), encuentra que la presencia de servicios al consumidor en las proximidades de las residencias tiende a propiciar la realización de viajes en transporte público, en bicicleta y a pie. En contrapartida otro estudio no puede demostrar que la mezcla de usos se encuentre significativamente relacionada con una menor participación modal del automóvil (Crane & Crepeau, 1998).

Diseños con cuadras más cortas, veredas continuas y rutas muy interconectadas reducen los viajes en automóvil, la cantidad de vehículos-kilómetros recorridos y generan un mayor tránsito peatonal (Crane, 1996; Ryan & McNally, 1995; Plaut & Boarnet, 2003). Numerosos autores investigaron los beneficios de los patrones de configuración vial típicos de los planes urbanísticos Neo-Tradicionales que muestran una configuración vial de grilla. Los patrones de circulación de la grilla tradicional⁶, reducen los vehículos-kilómetros recorridos en un 57% (Kulash et al, 1990). Estudios de simulación más complejos informan acerca de una reducción en el uso del automóvil en sistemas de grilla (McNally & Ryan, 1992). La simulación de una iniciativa de un diseño de usos mixtos y una grilla altamente interconectada predijo un aumento de la participación del TNM que llevaría el 5% actual a un 40% (Gat et al, 2005). No obstante, los resultados anteriores han sido el blanco de gran cantidad de críticas basadas en que no han podido aislar ó independizar la influencia de la configuración de la red vial sobre el comportamiento de los viajes y existiría la posibilidad de que los efectos medidos puedan deberse a otras causas (Crane, 1996).

Bajo la hipótesis de que la disponibilidad de infraestructura peatonal bien desarrollada contribuye a elevar las tasas de uso del TNM, se han realizado investigaciones sobre las características del patrón de calles. En Maryland se demostró (Cervero, 2002) que sectores con infraestructura peatonal bien desarrollada, han influenciado la elección modal a través de escenarios más atractivos para caminar ó pedalear. Otro estudio (Rodríguez & Joo, 2004) que investigó el efecto de la presencia de sendas peatonales y ciclistas en las proximidades de la Universidad de Carolina del Norte, encontró que la influencia de estos atributos sobre la elección modal era bastante débil. Shay et al (2006), a partir de un estudio realizado en la región de Charlotte en Carolina del Norte trabajando con distintas medidas ambientales para categorizar la localización residencial, demuestran que los viajes a pie se encuentran positiva y estrechamente relacionados con ambientes dotados de caminabilidad y accesibilidad. Entretanto los viajes en auto muestran una asociación positiva con los valores del suelo y negativa con los usos industriales.

Las investigaciones conducidas en Maryland (Cervero, 2002), muestran que la intensidad y mixtura del uso del suelo influyen significativamente sobre la decisión de conducir sólo, compartir un viaje ó emplear el transporte público. Dicho trabajo pondera la influencia de tres características del entorno construido -densidad, diversidad y diseño- conjuntamente con factores relacionados con los costos de viaje generalizados y atributos socioeconómicos de los viajeros. El modelo ampliado, basado en la adición de atributos

⁶ La grilla tradicional corresponde a la malla ó cuadrícula ortogonal.

del uso del suelo a la función de utilidad para la elección modal, mejora significativamente la capacidad marginal explicativa del modelo. El análisis revela que la intensidad y diversidad en el uso del suelo influyen sobre la elección modal mientras que la influencia del diseño urbano resulta ser más modesta. Densidades brutas más elevadas reducen la probabilidad de conducir solo.

El modelo de elección multimodal estimado por Rodríguez et al (2004) examina la relación entre la elección del modo de viaje utilitario y atributos del entorno físico local tales como la topografía, la disponibilidad de veredas, la densidad residencial y la presencia de sendas para caminar y andar en bicicleta. El estudio denota que la presencia de terreno ondulado reduce la atractividad para caminar ó pedalear mientras que porcentajes elevados de veredas disponibles sobre la ruta más corta al destino se encuentran correlacionados con una mayor propensión a seleccionar el modo a pie para viajes al trabajo y a la escuela. En contraste la presencia de sendas para caminar y pedalear y la densidad poblacional medida en la zona de localización del hogar no se encuentran significativamente relacionadas a la elección modal, implicando que ésta se halla más vinculada a las densidades de empleo en el destino. Los cuatro atributos del ambiente físico local considerados en forma conjunta, mejoran moderadamente el ajuste de los modelos estimados.

Los autores señalan la importancia de que los modelos incluyan los modos no motorizados y de esta manera amplíen su utilidad para la toma de decisiones y selección de políticas. Manifiestan que enfocándose en una serie limitada de atributos tales como el tiempo y el costo de viaje, los modelos pueden estar incorrectamente especificados y la significación de las estimaciones mal establecida. La inclusión de medidas adicionales de los atributos modales ó de sus variables sustitutas reduce el sesgo potencial de los coeficientes estimados, aumenta el poder explicativo de los modelos y mejora su relevancia a nivel de la formulación de políticas.

4.3.2. Otros Hallazgos

Kockelman (1996) investiga el efecto de los patrones de uso del suelo sobre las decisiones de viajes. Para ello emplea datos de viajes de la Encuesta de Viajes del Area de la Bahía de San Francisco del año 1990, además de datos del uso del suelo construidos mayoritariamente a partir de descripciones a nivel de manzana de Asociaciones del Gobierno local.

Este trabajo intenta avanzar sobre estudios anteriores basados en medidas simplistas de la estructura urbana tales como la densidad, el altamente subjetivo PEF (Pedestrian Environment Factor) y percepciones sobre el entorno obtenidas de interrogatorios a los usuarios. El trabajo de Kockelman hace uso de variables más complejas tales como la accesibilidad, la entropía, la diversidad y mezcla del uso del suelo explorando el grado de asociación entre las mencionadas dimensiones del entorno, luego de controlar los factores de índole socioeconómica. La densidad es testada como variable dependiente en función de su utilidad como variable sustituta de otras variables que afectan el comportamiento de viajes. La accesibilidad se estima en relación a la densidad de empleos a partir de una forma funcional basada en un modelo gravitatorio (ver ecuación 4.7.)

$$Accesibilidad_i = \sum_j \frac{A_j}{f(t_{ij})} \tag{4.7.}$$

dónde A = Atractividad de la zona j y t = Tiempo de viaje de la zona i a j

El índice de entropía ó equilibrio de los usos del suelo empleado en la investigación descripta, se basa en una medida de entropía definida originalmente para el estado de la energía de un sistema en la Segunda Ley de la Termodinámica. Cervero (1989) utiliza la medida de la entropía para cuantificar el equilibrio en el uso del suelo. En el caso estudiado Kockelman construye una entropía media (ver ecuación 4.8.), que promedia las entropías computadas para cada uno de los vecindarios comprendidos dentro de cada radio censal, considerando seis usos diferenciados: residencial, comercial, público, oficinas, industrial y parque y recreación.

$$Entropía_{Media} = \sum_k \frac{\sum_j \frac{(P_{jk} * \ln(P_{jk}))}{\ln J}}{K} \tag{4.8.}$$

Dónde K = Número de hectáreas activamente desarrolladas y P = Proporción del uso tipo j dentro de un radio de media milla de área desarrollada rodeando la hectárea k

Otra de las medidas empleadas fue el índice de disimilitud que intenta cuantificar en que medida difieren usos del suelo contiguos. La figura 4.1 muestra la interpretación de la metodología de cálculo la cual se resume en la ecuación 4.9.

$$Indice\ de\ diversidad = Indice\ de\ mezcla = \sum_k \frac{1}{K} \sum_i \frac{X_{ik}}{8} \tag{4.9.}$$

dónde K = Número de hectáreas activamente desarrolladas y X=1 si el uso de las hectáreas activas centrales difiere del uso de una hectárea contigua (de otro modo X=0)

Figura 4.1. Interpretación gráfica del índice de diversidad

I	C	R	R	R
I	C	R	C	C
I	C	C	R	R
I	I	C	R	R

La hectárea central C recibe un puntaje de 5/8 ya que cinco de las ocho manzanas colindantes son distintas a C.

La hectárea central R recibe un puntaje de 4/8 ya que cuatro de los usos colindantes son distintos a R. .

Los modelos formulados estimaron los vehículos-kilómetro, tenencia de automóvil y elección modal como una función de variables demográficas y del uso del suelo para probar la hipótesis de que la intensidad, equilibrio y mezcla de usos del suelo son útiles

para explicar el comportamiento de viajes y que cada una de estas dimensiones del ambiente construido contribuye a la reducción del uso del automóvil. La inclusión de estas variables fortaleció los modelos base formulados únicamente con variables demográficas, por ejemplo en el caso del modelo de elección viaje a pie/bicicleta la variación no explicada se redujo un 22%. Los resultados mostraron la gran influencia relativa de la accesibilidad en relación a las demás variables y la importancia de contar con mayor nivel de detalle en el caso de la entropía media, no así en el caso del índice de disimilitud.

Greenwald et al (2001) investigan el impacto de las características del uso del suelo, particularmente aquellos elementos del “Nuevo Urbanismo”, sobre el comportamiento de los viajes caminando por motivos diferentes al trabajo en la ciudad de Portland. Este trabajo reviste especial importancia diferenciándose de otros estudios dirigidos a evaluar el impacto sobre los viajes en automóvil. En este caso los modelos formulados para estimar el número de viajes caminando por motivos distintos al trabajo, incluyen variables socioeconómicas, distancias y tiempos de viaje y una serie de variables del ambiente construido. Estas últimas se dividen en variables del uso del suelo a nivel local y a nivel regional. Las variables locales comprenden la proporción de suelo cubierta por malla rectangular, el Factor de Ambiente Peatonal (PEF) de la zona correspondiente al hogar, la densidad poblacional por radio censal y la densidad de empleos hasta una milla del hogar. Las variables regionales consideradas son la densidad poblacional y la densidad de empleos por área de código postal.

La idea subyacente en el modelo planteado es que el diseño urbano impacta sobre los tiempos y las distancias de viaje, lo cual puede representarse por una función como la que sigue:

$$N = f(m, t, y, \mathbf{L}, \mathbf{S})$$

dónde:

- N: cantidad de viajes a pie por motivos distintos al trabajo
- m: distancia de viaje
- t: tiempo de viaje
- y: ingreso promedio de hogar
- L: vector de uso del suelo ó características del diseño urbano
- S: características socioeconómicas del hogar

Los autores concluyeron que el efecto de la densidad sobre la decisión de realizar viajes caminando se encuentra altamente localizado. No está muy claro cuál es la influencia relativa de cada una de las prácticas neo-urbanistas, en razón de la correlación existente con las medidas de densidad empleadas. No obstante estos factores, aislados ó agrupados, poseen el potencial de influenciar el comportamiento de viajes caminando por motivos distintos al trabajo. En relación a los costos de viaje, las distancias parecen ser determinantes ya que distancias cortas aumentan la probabilidad de que se efectúen viajes caminando.

Zegras (2004) aborda la realización de viajes caminando basados en el hogar por motivos distintos al trabajo y al estudio en la ciudad de Santiago de Chile. El análisis incluye variables socioeconómicas consistentes con la intuición y la teoría, variables de uso del suelo -densidad de población, intensidad relativa de usos comerciales y de servicios e

intensidad relativa de suelo vacante-, y el tiempo de viaje zonal como variable sustituta del costo de viaje.

El análisis arroja alguna evidencia en cuanto a que la forma urbana a nivel zonal influye sobre el comportamiento de viajes. En particular las intensidades relativas de usos comerciales y servicios y de suelo vacante resultan con coeficientes significativos y positivos ejerciendo el efecto esperado sobre la realización de viajes caminando, en tanto que la densidad no resulta significativa. El modelo inclusivo del tiempo de viaje muestra que las variables de uso del suelo no capturan completamente el efecto del costo de viaje.

Además de los problemas de escala por el gran tamaño de las zonas y de las limitaciones en las medidas del ambiente construido, Zegras alude al bajo poder explicativo de los modelos formulados atribuyéndolos a las siguientes posibles causas:

1. Falta de especificación del modelo derivada de las limitaciones en las representaciones del comportamiento del consumidor.
2. Omisión de variables como por ejemplo percepción de la seguridad.
3. Problemas en los datos como por ejemplo tiempos de caminata mal reportados y variables del uso del suelo promediadas sobre área muy extensas, no quedando reflejado el equilibrio global del uso del suelo, etc.

Por último señala que el modelo asume causalidad omitiendo el hecho de que es posible que los hogares definan su localización en función de patrones de viajes deseados. Este planteo fue analizado por Schwanen et al (2005) quienes concluyen que la interacción entre la elección de dónde residir y la conducta de viajes tiene un rol significativo en la explicación de los patrones de viajes. No obstante ello, la estructura a nivel de vecindario parece ejercer su influencia autónoma.

Targa et al (2004) emplea datos de encuestas de viajes en la región metropolitana de Baltimore y examina la relación entre el número de viajes caminando y variables del ambiente construido formulando un modelo que incluye variables socioeconómicas, variables actitudinales ó de percepción y variables del ambiente construido cuya incorporación aumenta en un 11% y en un 26%, respectivamente, el poder explicativo de los modelos formulados con los dos primeros tipos de variables. Los resultados obtenidos son los esperados y agregan experiencia empírica a los estudios realizados en idéntica dirección.

Rajamani et al (2002) avanza sobre esta línea de investigación profundizando acerca de la construcción de los índices que describen el ambiente construido. La investigación utiliza un método basado en GIS para desarrollar medidas de la forma urbana a nivel del vecindario de cada hogar, llevando a cabo el análisis a nivel individual. Considera variables sociodemográficas individuales y de los hogares, características de los viajes y medidas de la forma urbana clasificadas según cuatro categorías.

La primera categoría de medidas de la forma urbana comprende coeficientes de distribución y una variable de diversidad en el uso del suelo (ver ecuación 4.10.). Los coeficientes son razones entre el área de cada tipo de uso y la cantidad de unidades residenciales en cada vecindario.

$$\text{Diversidad de la mezcla de usos del suelo} = 1 - \left\| \frac{\left\{ \frac{r-1}{T-4} \right\} + \left\{ \frac{c-1}{T-4} \right\} + \left\{ \frac{i-1}{T-4} \right\} + \left\{ \frac{o-1}{T-4} \right\}}{\frac{3}{2}} \right\| \quad (4.10)$$

dónde: r = acres de uso residencial (viviendas uni y multi-familiares) c = acres de uso comercial, i = acres de uso industrial, o = acres destinados a otros usos, y T = r + c + i + o. Un valor de 0 para esta medida significa que la tierra del vecindario está dedicada a un único uso mientras que un valor de 1 indica una mezcla perfecta de los cuatro usos del suelo.

La segunda categoría de variables representativas de la accesibilidad empleadas en el análisis son el índice de accesibilidad, el porcentaje de hogares a distancia de caminata desde establecimientos comerciales y el porcentaje de hogares a distancia de caminata desde las paradas de ómnibus. La primera medida constituye un indicador de la accesibilidad regional mientras que las dos restantes se encuentran asociadas a la accesibilidad local cuya expresión de cálculo se muestra en la ecuación 4.11.

$$Aim = \sum_{j=1}^J \{f(C_{ijm}) * R_j\} \quad (4.11.)$$

dónde,

f(C_{ijm}): factor de fricción entre las zonas i y j empleando el modo m;

R_j: empleo en la zona j,

J: número total de zonas en el area de estudio

i : zona para la cual se está computando la accesibilidad

m: modo para el cual se está computando la accesibilidad

Otra de las variables consideradas es la densidad residencial cuya inclusión conjuntamente con otras medidas del uso del suelo, busca aislar el verdadero efecto de la densidad.

La cuarta categoría comprende las variables de la red local de calles captando la adecuación de las mismas para el tránsito de peatones y ciclistas. Define el índice de conectividad como la relación entre el número de arcos y el número de nodos, además del porcentaje de cul-de-sacs.

Los resultados del modelo de elección logit multinomial para viajes por motivos distintos al trabajo demuestran que la mezcla de usos y elevadas densidades residenciales promueven la caminata mientras que los destinos a actividades dotados de accesibilidad resultan atractivos para viajar a pie ó en bicicleta. Asimismo los diseños viales tradicionales con reducida cantidad de cul-de-sacs tienen el potencial de incentivar la caminata.

En todos los casos hay una pregunta que no ha sido respondida aún que es la causalidad: si bien se ha demostrado que las densidades elevadas y los asentamientos de usos mixtos contribuyen a reducir los vehículos-kilómetros recorridos y a aumentar la participación del transporte público y del TNM, queda la duda de si esta relación se debe

al hecho que la gente que elige estos escenarios para vivir lo hace porque prefiere un modo de vida menos dependiente del automóvil (Leck, 2006).

La evidencia empírica recogida por sucesivos estudios acerca del impacto del patrón de diseño vial sobre la conducta de realización de viajes arroja hipótesis controvertidas y resultados inconclusos.

Los hallazgos contradictorios han dado lugar a la aplicación de un procedimiento estadístico denominado Meta-Análisis⁷ del cual se encontraron referencias de estudios en el área de transporte. Ewing & Cervero (2001) estimaron elasticidades de los vehículos-kilómetros recorridos y de los viajes en auto basados en resultados de estudios publicados, que emplearon cuatro medidas del ambiente construido: densidad, diversidad, diseño y accesibilidad a nivel regional. Los resultados del meta-análisis mostraron una relación estadísticamente significativa, aunque algo débil, entre las variables que representan la forma urbana y el comportamiento de viajes. Los autores señalan que a pesar de que los valores de la elasticidad obtenidos no son elevados en términos absolutos, difieren significativamente de cero y los efectos acumulados de las variables urbanas son bastante grandes.

Ewing (2005) estudia el efecto del ambiente construido en los niveles de actividad física investigando la asociación entre patrones de desarrollo compactos y el uso de modos de transporte activos tales como la caminata. En la última etapa de la investigación realiza un meta-análisis de las elasticidades con respecto a la densidad, diversidad y diseño del uso del suelo. Las elasticidades derivadas sugieren que por cada uno por ciento de incremento en las medidas de densidad ó diseño, la proporción de viajes a pie se incrementa en un 0,45 por ciento.

A continuación se expone de manera detallada una investigación, aplicando la metodología del meta-análisis, dirigida a estimar el impacto global de las características del ambiente construido sobre el comportamiento de los viajes (Leck, 2006). El análisis incluye cinco variables que describen la forma urbana: densidad residencial, densidad de empleos, mixtura de usos del suelo, tasa de existencia de veredas y configuración de la red de calles. Las variables relacionadas con los viajes son siete: vehículos-kilómetros recorridos, vehículos-horas, viajes en auto, viajes en auto por motivos diferentes al trabajo y probabilidad de elegir auto, transporte público ó caminata.

La principal dificultad se encuentra en la caracterización de las variables independientes cuya definición y cuantificación difiere entre los diversos estudios de referencia por lo que se focaliza el análisis considerando únicamente la naturaleza y dirección de las relaciones (significación y signo del coeficiente) Las variables dependientes, en cambio, son estimadas empleando medidas comunes por lo que no reportan dificultades.

El método de meta-análisis aplicado por el autor se basa en 17 estudios primarios e involucra la agregación de probabilidades ponderando según el tamaño muestral de cada estudio. Se calculan distribuciones de probabilidad y parámetros estadísticos a partir de los estudios empleados como fuente, los que fueron agrupados para investigar tres

⁷ Meta-análisis es un paquete de procedimientos estadísticos diseñados para acumular e integrar resultados experimentales a través de estudios independientes orienta dos a investigar cuestiones relacionadas entre sí

relaciones funcionales establecidas. La primera se refiere al impacto de la densidad residencial y de empleos sobre el comportamiento de los viajes en términos de reducciones en las medidas de las variables relacionadas a los viajes en auto y aumentos en las probabilidades de viajar en transporte público ó a pie. En segundo lugar se analiza la influencia que la mixtura de usos ejerce sobre los viajes, estando esta variable negativamente asociada a la probabilidad de viajar en auto y positivamente relacionada con la probabilidad de usar el transporte público ó viajar a pie. La tercera relación funcional investigada es la que vincula el patrón configuracional de la red vial con la conducta de viajes, resultando no significativa y de signo opuesto a lo esperado ya que la probabilidad de usar el automóvil muestra un signo positivo para una mayor accesibilidad y un diseño más avanzado de la red de calles. El estudio concluye indicando la necesidad de mejorar la validez de las variables explicativas del ambiente construido, elaborando índices normalizados que permitan reducir las discrepancias provocadas por las diferentes metodologías y métodos de cuantificación empleados en los estudios de base.

Forsyth et al (2010) se basa en la revisión de 300 estudios empíricos seleccionados para destacar hallazgos cruciales e interpretaciones erróneas habituales y para establecer pautas acerca de cómo ciertas estrategias pueden incentivar la realización de viajes caminando y en bicicleta. Interesa reseñar los resultados de esta referencia puesto que llena el vacío existente entre los hallazgos contenidos en la literatura científica y los compendios de recomendaciones prácticas basadas en la experiencia. Señala que muchas veces se considera la caminata y la bicicleta conjuntamente cuando, si bien tienen cosas en común, difieren lo suficiente como para exigir ser considerados por separado. También indica que ante la falta de información frecuentemente se sobreestiman los efectos de las intervenciones propuestas.

Destaca el hecho de que existen grupos más sensibles a reaccionar ó responder frente a medidas educativas ó provisión de infraestructura, citando el caso de personas que son nuevas en un vecindario, personas de bajos ingresos sensibles a estrategias de precios, ó ciclistas muy jóvenes, de edad avanzada ó mujeres proclives a adoptar nuevas facilidades que les brinden seguridad para circular.

Concluye que cierto tipo de intervenciones esenciales tales como marketing educativo y social, programas de préstamos para la adquisición de bicicletas y la creación de zonas libres de vehículos, no han sido suficientemente evaluadas como para concluir que realmente funcionan. Del mismo modo cierto tipo de intervenciones y supuestos obvios en apariencia, como las distancias máximas a recorrer por peatones ó ciclistas y el impacto de la infraestructura sobre la seguridad de los ciclistas, no se encuentran respaldados por suficiente evidencia científica.

Remarca la importancia de combinar estrategias para incrementar los viajes a pie y en bicicleta, más allá de que resulte difícil medir los efectos relativos de aplicar conjuntamente medidas diversas como provisión de infraestructura, diseño urbano, políticas de precios y restricciones al tránsito motorizado. Por último señala la necesidad de contar con información sobre el TNM que sea de mayor calidad, recolectada a una escala geográfica menor y que incluya los patrones de viajes de grupos específicos como por ejemplo personas mayores, aquellos de menores ingresos, etc.

4.4. CONCLUSIONES

La Figura 4.2. que se exhibe a continuación intenta esquematizar las variables y relaciones que inciden sobre la elección del transporte no motorizado. Tal como se aprecia en la figura los factores identificados son numerosos y se encuentran relacionados entre sí, hecho fuera de discusión de acuerdo con las investigaciones realizadas hasta la fecha. La importancia relativa de cada factor como así también la magnitud de las interrelaciones establecidas son aspectos que requieren una profundización del análisis.

En un intento de sintetizar los resultados de los diversos estudios revisados y puntualizando que éstos no siempre son coincidentes en sus conclusiones e incluso en algunos casos no resultan consistentes con lo que dictaría la intuición, se expone cual es el signo de la contribución de las distintas variables analizadas en relación a la realización de viajes a pie: la tenencia de uno ó más vehículos en el hogar, el número de personas que vive en el hogar, la condición de mujer, la edad y la posesión de empleo aparecen con coeficientes negativos mientras que la variable nivel de educación ajusta con signo positivo. El ingreso del hogar presenta resultados que difieren de acuerdo al estudio que se trate ajustando con coeficientes positivos en algunos casos y negativos en otros. Otras variables que estiman coeficientes negativos son la tenencia de licencia de conducir y la condición física, habiéndole asignado el valor unitario a la presencia en el hogar de una persona con limitaciones de carácter físico.

La mayoría de los estudios que relacionan el ambiente construido con la conducta de viajes reportan incrementos en los viajes a pie asociados a aumentos en la densidad residencial, la mezcla de usos del suelo, la conectividad vial, la superficie de espacios verdes y la incorporación de infraestructura peatonal. Entretanto un aumento del área de tierra vacante implica una disminución de los viajes a pie. Un incremento en la accesibilidad contribuye positivamente en la generación de viajes a pie como así también la presencia de infraestructura peatonal y la inversión pública en este rubro al que se encontraría asociado el equipo de trabajo y presupuesto.

No se reportan resultados que evalúen los niveles de seguridad vial, las cualidades de los medios de transporte alternativos ni tampoco respecto a las variables sociodemográficas correspondientes a los factores culturales, estilo de vida y actitud comunitaria. Los efectos del clima y la topografía tampoco han sido cuantificados a pesar de su permanente mención cuando se enumeran los factores que influyen sobre la realización de viajes a pie y también en bicicleta.

La experiencia acumulada a través de estudios como los citados en el presente capítulo constituye una referencia importante pero no supone que los resultados obtenidos puedan generalizarse a otros casos, exigiéndose análisis específicos a nivel local.

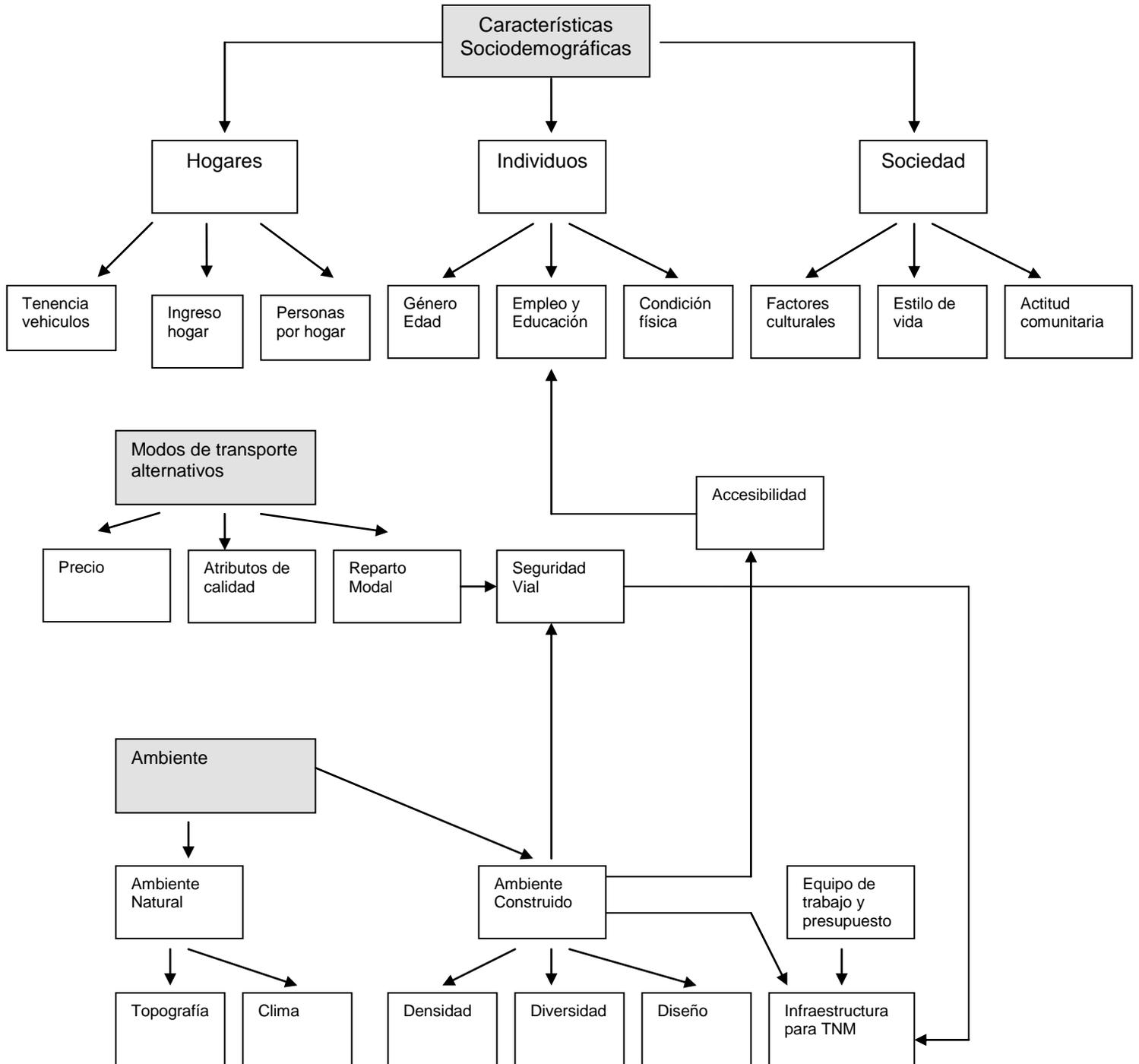
A partir de la literatura revisada se observa que los estudios capaces de explicar los viajes en transporte no motorizado en función de determinadas variables, contaron con bases de datos de viajes que consideran por separado los modos a pie y en bicicleta, relacionando los viajes en TNM con numerosas características de los hogares e individuos que adoptan estos modos. Además de la información específica sobre movilidad, tuvieron acceso a

datos territoriales con niveles de detalle muy elevados, cuyo procesamiento exige la utilización de software especializados. Esto último se relaciona con la escala geográfica, la que en el caso del TNM, debería ajustarse a las distancias máximas probables de los viajes a pie y en bicicleta.

Además de la gran multiplicidad de factores intervinientes, en relación a la influencia del ambiente construido se plantea el problema de la causalidad. No queda claro si las personas que prefieren movilizarse a pie ó en bicicleta eligen para vivir entornos que le permitan hacerlo ó si la generación de ambientes adecuados puede llegar a favorecer la derivación de viajes a modos no motorizados.

Los desarrollos metodológicos a los cuales se hace extensa referencia en la presente revisión bibliográfica corresponden a la ingeniería del transporte. Otros enfoques como los del urbanismo, la salud pública y el análisis ambiental pueden contribuir a lograr una mayor comprensión del tema, proporcionando nuevos elementos para profundizar y enriquecer las investigaciones.

Figura 4.2. Esquema sintético de las variables que influyen sobre la realización de viajes a pie (Fuente: elaboración propia)



5. FORMULACION DE MODELOS DE GENERACION DE VIAJES A PIE Y EN BICICLETA EN FUNCION DE VARIABLES SOCIOECONOMICAS

El presente capítulo contiene la descripción de la metodología aplicada para formular modelos de generación de viajes en función de variables socioeconómicas, su desarrollo y los resultados obtenidos, consistentes de una serie de modelos de viajes a pie y en bicicleta, estimados considerando distintas alternativas de formulación, tanto respecto a las variables incluidas como a los motivos de los viajes analizados.

5.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El presente apartado describe los pasos a seguir durante la investigación comenzando por la recopilación de antecedentes bibliográficos, la definición del área de estudio, el procesamiento de los datos y los métodos empleados para medir las variables de interés. Adicionalmente se trata la técnica de análisis estadístico empleada, en este caso el método de regresión lineal múltiple.

Si bien el abordaje del trabajo es fundamentalmente cuantitativo, lo que se quiere rescatar son los aspectos metodológicos y la importancia relativa de las relaciones establecidas entre las variables estudiadas.

Se describe a continuación la secuencia de las etapas del desarrollo de la investigación.

5.1.1. Revisión Bibliográfica

La revisión de la literatura publicada en referencia al tema estudiado resulta esencial, señalando una orientación en relación a las variables de mayor relevancia, procedimientos empleados para su medición y métodos estadísticos aplicados.

Las principales contribuciones de la bibliografía consultada se refieren a los avances producidos dentro de la línea de investigación que se está ocupando de establecer relaciones entre los viajes no motorizados y la forma urbana. En términos generales se pone de manifiesto la carencia de un marco teórico y el carácter eminentemente empírico de la casi totalidad de los estudios existentes.

La gran disparidad de resultados observados entre los diferentes estudios dificulta el establecimiento de una estructura general para los modelos, los que deben formularse en cada caso, sobre la base de información existente a nivel local.

5.1.2. Area de Estudio

El área de estudio fue descripta con bastante detalle en el capítulo 3, titulado “El Transporte no Motorizado en Ciudades Argentinas”.

El área objeto de estudio se integra a partir de cinco zonas urbanas. Tres de ellas - Córdoba, Salta y Neuquén- son ciudades capitales, núcleos de extensas zonas

metropolitanas, mientras que Villa Carlos Paz y Santo Tomé constituyen núcleos urbanos de menor tamaño y proyección. Estas ciudades se encuentran geográficamente dispersas dentro del territorio argentino, presentando una variedad de tamaños poblacionales, características topográficas y climáticas.

Motivó la selección del área de estudio descrita el hecho de que se cuenta con las bases de datos correspondientes a encuestas domiciliarias de origen y destino de viajes realizadas en las citadas localidades, las cuales contienen información detallada de los viajes, asociada a las características de los individuos que viajan y de sus hogares.

La división en zonas de transporte realizada para el desarrollo de la encuesta permite relacionar los viajes a pie relevados con la tipología del ambiente construido correspondiente a las zonas de localización de los viajes, análisis que se desarrolla únicamente para el caso de la ciudad de Córdoba y que es presentado en el capítulo 6 del presente trabajo.

La Figura 5.1. muestra la ubicación geográfica de las ciudades estudiadas.

Figura 5.1. Ubicación de las ciudades analizadas



5.1.3. Fuentes de Información

En la Tabla 5.1. que se muestra a continuación, se resumen las fuentes de información utilizadas durante el desarrollo de la investigación.

Tabla 5.1. Principales fuentes de información

Fuente de Datos	Características	VARIABLES UTILIZADAS
Base de datos EOD Córdoba - Año 2008	1873 viajes en TNM de una muestra de 2942 hogares. División en 73 zonas de transporte.	La totalidad de las variables enumeradas consignadas por hogar: Tasa de viajes a pie - Tasa de viajes en bicicleta - Cantidad de personas - Número de vehículos - Cantidad de motos - Cantidad de bicicletas - Número de trabajadores - Número de estudiantes / Caso Córdoba: INSE=Índice de Nivel Socioeconómico.
Base de datos EOD Neuquén - Año 2007	2686 viajes en TNM de una muestra de 2331 hogares. División en 51 zonas de transporte.	
Base de datos EOD Villa Carlos Paz - Año 2005	478 viajes en TNM de una muestra de 362 hogares. División en 33 zonas de transporte.	
Base de datos EOD Santo Tomé - Año 1998	1247 viajes en TNM de una muestra de 598 hogares. División en 29 zonas de transporte.	
Base de datos EOD Salta - Año 1998	4867 viajes en TNM de una muestra de 3396 hogares. División en 45 zonas de transporte.	
Censo Provincial de Población y Vivienda Año 2008 - Dirección Provincial de Estadísticas y Censos	Datos demográficos por radio censal de la ciudad de Córdoba	Densidades poblacionales /residenciales calculadas en base a la población y a las viviendas ocupadas por radio censal.
Barrios bajo la Lupa - Actividad Económica - Publicación año 2008 - Observatorio Urbano de la Ciudad de Córdoba	Datos sobre la actividad comercial, industrial y de servicios por barrio de la ciudad de Córdoba.	Cantidad de establecimientos comerciales, de servicios e industriales registrados por barrio de la ciudad de Córdoba.
Cartografía Ciudad de Córdoba - Dirección Provincial de Estadísticas y Censos	Fracciones y radios censales Censo Provincial Año 2008.	Composición de las zonas de transporte según radios censales.
Cartografía Ciudad de Córdoba - Municipalidad de Córdoba	Diseño de la malla vial - Diversidad de usos del suelo	Número de manzanas por hectárea - Cantidad total de intersecciones y de intersecciones en cruz por zona de transporte

5.1.4. Variables y Procedimientos

Inicialmente se procesan las bases de datos de las encuestas de origen y destino de viajes con el propósito de obtener indicadores globales de la movilidad y una serie de análisis relacionados con los viajes a pie y en bicicleta, cuyos resultados se documentan en el capítulo 2.

El primer paso del proceso orientado a la formulación de los modelos de generación de viajes consiste en la construcción de los vectores de generación sobre los cuales se aplica el procedimiento estadístico de regresión lineal múltiple. Las variables empleadas para construir los vectores de generación están en función de la metodología seleccionada para llevar a cabo el procedimiento de regresión lineal múltiple, el que puede ser aplicado tanto sobre datos agregados como desagregados.

Los datos agregados se refieren a los valores promedio de las variables por zona de transporte mientras que los datos desagregados pueden ser las tasas por hogar de los valores de la variable ó bien cada viaje con los datos del hogar y del individuo que lo llevó a cabo.

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 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 se estima 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.

Con respecto al enfoque individual, éste exhibe numerosas ventajas, por ejemplo facilidad para pronosticar las variables, pero presenta dificultades al querer introducir efectos de interacción de los hogares. En el caso analizado, en función de lo expuesto, se opta por desarrollar las regresiones lineales múltiples a nivel de hogar.

Por las razones explicadas en capítulos previos y dado que la fuente de datos brinda esta posibilidad, se consideran por separado los viajes a pie y en bicicleta para cada una de las cinco ciudades analizadas. En una segunda fase el procedimiento se aplica sobre una muestra que agrupa las cinco ciudades, manteniendo la división modal de viajes a pie por un lado y viajes en bicicleta por otro lado.

La Tabla 5.2. resume la composición de los vectores de generación de viajes para ambos modos no motorizados:

Tabla 5.2. Variables testeadas por los modelos de generación de viajes

Variable	Modo a pie	Modo en bicicleta	Notación	Observaciones
Número de personas en el hogar	*	*	numperso	
Número de personas en el hogar mayores de 5 años	*	*	mayores5	
Número de habitaciones en el hogar	*	*	habitaci	
Cantidad de autos en el hogar	*	*	vehic	
Cantidad de motos en el hogar	*	*	motos	
Cantidad de bicicletas en el hogar	*	*	bicis	

Tabla 5.2. (cont.) Variables Testeadas por los Modelos de Generación de Viajes

Hogares con un vehículo	*	*	z1	Variable Dummy
Hogares con más de un vehículo	*	*	z2	Variable Dummy
Al menos una persona trabaja en el hogar	*	*	laboral	Por lo menos una persona trabaja = 1 Nadie trabaja = 0
Al menos una persona estudia en el hogar	*	*	asiseduc	Por lo menos una persona estudia = 1 Nadie estudia = 0
Cantidad de estudiantes en el hogar	*	*	nroestud	
Cantidad de trabajadores en el hogar	*	*	nrotrabaja	
Indice de Nivel Socioeconómico	*	*	inse	
Viajes por hogar efectuados a pie (hogares donde se relevaron uno ó más viajes a pie)	*		viajes_p	Variable dependiente
Viajes por hogar efectuados en bicicleta (hogares donde se relevaron uno ó más viajes en bicicleta)		*	viajes_b	Variable dependiente

Se selecciona el procedimiento estadístico de regresión lineal múltiple (RLM) para investigar la relación existente entre las tasas de viajes a pie / bicicleta y una serie de variables socioeconómicas de los hogares

Las series de datos disponibles son sometidas a un análisis exploratorio con el objeto de verificar el cumplimiento de los supuestos asociados al procedimiento de regresión lineal múltiple, a través de la aplicación de técnicas estadísticas proporcionadas por el software de aplicación SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), las que se enumeran en la Tabla 5.3.:

Tabla 5.3. Cumplimiento de los supuestos para aplicar RLM

Supuesto	Procedimiento estadístico
Linealidad	Diagramas de regresión parcial
Independencia de los residuos ó ausencia de autocorrelación	Estadístico Durbin-Watson
Homocedasticidad ó constancia de la varianza	Diagrama de dispersión de los residuos tipificados
Normalidad	Ajuste a la curva normal de distribución de frecuencias
No-colinealidad	Coefficientes de correlación

Complementariamente se identifican los valores “outliers” que se encuentran fuera del rango correspondientes a tres desviaciones típicas. Los análisis anteriores permiten decidir si resulta pertinente aplicar correcciones a las muestras disponibles.

La selección de las variables para formular los modelos se realiza a través de pruebas sucesivas hasta conseguir formular ecuaciones cuyos coeficientes estimados sean significativos y cuyo ajuste explique los datos en mayor medida.

El análisis de los resultados obtenidos posibilita la obtención de conclusiones particulares y generales acerca de los casos locales investigados. Además permite realizar comparaciones, generalmente limitadas por diferencias metodológicas, con estudios desarrollados en otras realidades.

5.2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

El primer paso consiste en la elaboración de los vectores de generación de viajes correspondientes a cada una de las ciudades analizadas y para cada tipo de viaje no motorizado, ó sea a pie y en bicicleta. Así se tiene un total de diez bases de datos (dos por ciudad), más dos bases adicionales resultado de combinar los datos de los viajes a pie de todas las localidades por un lado, y los datos de los viajes en bicicleta por otro lado. Las variables seleccionadas fueron procesadas para ser incluidas en cada vector de generación de viajes a pie ó en bicicleta con el fin de obtener resultados comparables hasta donde fuese posible.

En la Tabla 5.4. se muestran las ciudades del área de estudio, las variables dependientes analizadas y la cantidad de registros contenidos en la base de información, lo cual equivale al número de hogares que componen las muestras. Dado que el análisis se centra en los hogares que realizan viajes a pie y/ó bicicleta, se consigna por localidad, la proporción que representan estos hogares sobre la totalidad de hogares encuestados en cada caso, como así también la proporción de cuadras caminadas correspondiente a distintos rangos de distancias caminadas.

Tabla 5.4. Porcentaje de hogares con viajes a pie y en bicicleta

Variable dependiente		Córdoba	Neuquén	Villa Carlos Paz	Santo Tomé	Salta
Vector de generación de viajes a pie	Hogares c/viajes a pie	382	560	140	835	170 (*)
	% sobre hogares encuestados	13,0%	24,0%	38,7%	24,6%	28,4%
	Distancias de caminata	1 a 5 cuad.: 5,5%	1 a 5 cuad.: 12%	1 a 5 cuad.: 2,4%	1 a 5 cuad.: 3,6%	1 a 5 cuad.: 2,1%
		6 a 10 cuad.: 21,6%	6 a 10 cuad.: 33,9%	6 a 10 cuad.: 40,7%	6 a 10 cuad.: 54,4%	6 a 10 cuad.: 60,8%
más de 10 : 72,9%		más de 10 : 54,6%	más de 10 : 56,8%	más de 10 : 42,1%	más de 10 : 37,1%	
Vector de generación de viajes en bicicleta	Hogares c/viajes en bici	147	335	22 (*)	687	180
	% sobre hogares encuestados	5,0%	14,4%	6,1%	20,2%	30,1%

(*) Se excluyeron del análisis las combinaciones señaladas medio / localidad debido a inconsistencia de datos (Salta) y por resultar muy pequeña la muestra (Villa Carlos Paz)

5.2.1. Análisis de datos

Las series de datos fueron sometidas a un análisis estadístico exploratorio cuyo desarrollo completo se presenta en el Anexo I “Análisis Estadístico para la Formulación de Modelos de Regresión Lineal Múltiple”, por lo que en este apartado se expone en términos generales el análisis efectuado mediante la aplicación del software de análisis estadístico SPSS.

En primer lugar se observa si los signos de los coeficientes de regresión parcial son los esperados y se identifican aquellas variables que poseen coeficientes significativamente distintos de cero, señalando el nivel de significación correspondiente, valores obtenidos a partir de la aplicación del test de Student.

El supuesto de independencia de los residuales ó ausencia de autocorrelación se examina por medio del valor del estadístico de Durbin-Watson, el cual debe resultar próximo a dos (2).

La existencia de correlación entre las variables independientes se verifica a través de la matriz de correlación. En base al diagrama de dispersión se observa el grado de asociación existente entre los pronósticos estandarizados y los residuos estandarizados, permitiendo detectar el grado de heterocedasticidad presente en la serie de datos.

El supuesto de normalidad se verifica por medio de la distribución de frecuencias de los residuos estandarizados y el grado de similitud existente con la distribución normal.

Por medio de los diagramas de regresión parcial se analiza la linealidad de las relaciones entre la variable dependiente y cada una de las variables independientes, proporcionando una idea relativa del tamaño y signo de los coeficientes parciales del modelo.

Por último se realiza la identificación de “outliers”, para evaluar el origen de la existencia de estos valores dispersos y poder evaluar su eliminación ó permanencia en la base de datos.

5.2.2. Modelos de generación de viajes

La selección de las variables para ensayar formulaciones de modelos de generación de viajes se efectuó en base a los conceptos hallados en las referencias bibliográficas y a la disponibilidad de información de carácter local. Más arriba se enumeran las variables de carácter socioeconómico que fueron evaluadas, habiéndose descartado varias de ellas por resultar no significativas ó por encontrarse correlacionadas con otra/s variable/s. El procedimiento estadístico de regresión lineal múltiple es repetido aplicando distintas variantes para cada localidad estudiada, hasta conseguir el mejor ajuste. Los resultados obtenidos se muestran en los apartados que siguen.

5.2.2.1. Generación de viajes a pie en la ciudad de Córdoba

Las regresiones se llevaron a cabo ensayando las siguientes alternativas:

a. Sobre la totalidad de los elementos de la muestra

El análisis de esta alternativa incluyó las pruebas con las variables preseleccionadas, descartando, como se señalara anteriormente, las no significativas ó las que se encontraran correlacionadas con otra variable considerada. La Tabla 5.5. que se presenta a continuación muestra los resultados obtenidos.

Tabla 5.5. Modelos de viajes a pie - Muestra sin estratificar de hogares con viajes a pie - Córdoba

Caso a	Totalidad de hogares (N = 382)	Totalidad de hogares (N = 382)	Totalidad de hogares (N = 382)
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie		
Variabes Independientes (X's)			
Ordenada al origen (Constante)	1,878 (10,369)	1,506 (15,145)	1,444 (12,415)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,618 (21,288)	1,623 (20,389)	1,63 (20,398)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,021 (6,762)	0,953 (6,36)	0,98 (6,441)
Indice de nivel socioeconómico	-0,183 (-3,098)		
Cantidad de vehículos en el hogar	0,477 (2,801)		0,134 (1,023)
Estadísticos			
<i>R cuadrado</i>	0,546	0,533	0,534
<i>R2 ajustado</i>	0,541	0,531	0,531
<i>F-Snedecor</i>	113,318	216,352	144,602
<i>Durbin-Watson</i>	1,793	1,74	1,735

En los hogares donde hay personas que estudian como actividad principal, se realizan 1,6 viajes a pie diarios por cada estudiante del hogar. En los hogares donde hay personas que trabajan se realiza un viaje a pie diario por cada trabajador del hogar.

El coeficiente positivo correspondiente a la variable cantidad de vehículos en el hogar 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. La interpretación del coeficiente negativo de la variable INSE (Indice de Nivel Socioeconómico) sería que a mayor nivel socioeconómico, disminuye la cantidad de viajes a pie efectuados. Hay que aclarar que las variables cantidad de vehículos e INSE se encuentran correlacionadas.

Se señalan en bastardilla los coeficientes y estadísticos t de student de las variables que resultaron no significativas al 95% del nivel de confianza.

b. Estratificando por motivo de viaje

La Tabla 5.6. resume los modelos formulados estratificando por motivo de viaje.

Tabla 5.6. Modelos de viajes a pie - Estratificación por motivo de viaje - Muestra de hogares con viajes a pie - Córdoba

Caso b	Motivo trabajo/estudio (N = 243)		Otros motivos (N = 98)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variables Independientes (X's)	Coeficientes estimados			
Ordenada al origen (Constante)	1,499	(5,655)	2,19	(9,313)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,76	(16,392)	0,872	(5,14)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,15	(5,853)	0,104	(0,4)
Indice de nivel socioeconómico	-0,074	(-1,166)	-0,081	(-1,249)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,541		0,227	
<i>R2 ajustado</i>	0,535		0,202	
<i>F-Snedecor</i>	93,785		9,194	
<i>Durbin-Watson</i>	1,754		1,917	

Las pruebas efectuadas estratificando por motivo de viaje revelan que los viajes por motivo de trabajo y estudio son determinantes en la formulación del modelo comprensivo de la totalidad de los motivos de viaje. En el caso correspondiente a otros motivos el ajuste es menor como así también la incidencia de las variables estudiantes y trabajadores en el hogar, en tanto que la incidencia del INSE se incrementa levemente, pero sigue siendo no significativa. Por último, en el estrato de la muestra de viajes por motivos de trabajo y estudio, el valor más reducido de la ordenada al origen indica una menor proporción de datos no explicados.

c. Estratificando según la cantidad de vehículos en el hogar

Tabla 5.7. Modelos de viajes a pie - Estratificación por cantidad de vehículos en el hogar - Muestra de hogares con viajes a pie - Córdoba

Caso c	Hogares sin vehículo (N=253)		Hogares con un veh. (N=118)		Hogares + de 2 veh. (N=11)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie					
Variables Independientes (X's)	Coeficientes estimados					
Ordenada al origen (Constante)	1,745	(8,049)	2,798	(5,948)	4,500	(1,137)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,714	(17,458)	1,370	(9,586)	1,333	(6,142)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,098	(5,980)	0,83	(2,935)		
Indice de nivel socioeconómico	-0,176	(-2,388)	-2,23	(-2,173)	-0,500	(-0,743)
Estadísticos						
<i>R cuadrado</i>	0,569		0,471		0,826	
<i>R2 ajustado</i>	0,564		0,457		0,782	
<i>F-Snedecor</i>	109,650		33,835		18,967	
<i>Durbin-Watson</i>	1,586		1,914		2,614	

En el caso de los datos estratificados en función de la cantidad de vehículos en el hogar (ver Tabla 5.7.), a medida que esta variable se incrementa, pierden importancia relativa la cantidad de trabajadores y de estudiantes en el hogar, adquiere mayor relevancia el INSE y crece el término independiente. En el caso de la muestra para hogares con más de dos

vehículos es muy pequeña y puede que no sea representativa por lo que el término independiente explicaría la mayor parte del resultado.

- d. Empleando variables dummy para la variable cantidad de vehículos en el hogar

Tabla 5.8. Modelos de viajes a pie – Uso de variables dummy -
Muestra de hogares con viajes a pie - Córdoba

Caso d	Nº de veh = dummy (N=382)		Nº de veh = dummy (N=382)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variables Independientes (X's)	Coeficientes estimados			
Ordenada al origen (Constante)	1,424	(12,083)	1,864	(10,281)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,632	(20,429)	1,619	(20,480)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,984	(6,472)	1,028	(6,809)
Indice de nivel socioeconómico			-0,188	(-3,167)
Hogares con un vehículo	0,232	(1,486)	0,605	(3,117)
Hogares con más de un vehículo	0,131	(0,307)	0,541	(1,148)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,536		0,548	
<i>R2 ajustado</i>	0,531		0,542	
<i>F-Snedecor</i>	108,923		91,231	
<i>Durbin-Watson</i>	1,746		1,805	

La utilización de variables dummy (ver Tabla 5.8), en este caso la cantidad de vehículos, produjo resultados similares a los del caso a. pero los coeficientes de estas variables resultaron no significativas en tres de cuatro casos. Lo anterior añade información que pone en duda el verdadero efecto de la motorización más aún considerando la correlación verificada entre la cantidad de vehículos y la variable INSE.

5.2.2.2. Generación de viajes a pie en la ciudad de Neuquén

- a. Sobre la totalidad de los elementos de la muestra (ver Tabla 5.9)

Tabla 5.9. Modelos de viajes a pie - Muestra sin estratificar
de hogares con viajes a pie - Neuquén

Caso a	Totalidad de hogares (n=560)		Totalidad de hogares (n=560)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variables Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	1,219	(10,583)	1,32	(10,368)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,496	(18,391)	1,504	(18,502)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,403	(13,353)	1,386	(13,161)
Cantidad de vehículos en el hogar			-0,213	(-1,845)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,425		0,428	
<i>R2 ajustado</i>	0,423		0,425	
<i>F-Snedecor</i>	205,706		138,86	
<i>Durbin-Watson</i>	1,991		1,993	

Las variables cantidad de estudiantes y cantidad de trabajadores en el hogar ejercen similar influencia. En este caso la presencia de vehículos en el hogar resulta en una menor cantidad de viajes a efectuados a pie, además de ser significativa.

b. Estratificando por motivo de viaje

Tabla 5.10. Modelos de viajes a pie – Estratificación por motivo de viaje – Muestra de hogares con viajes a pie - Neuquén

Caso b	Motivo trabajo/estudio (N = 391)	Otros motivos (N=116)
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie	
Variables Independientes (X's)	Coeficientes estimados	
Ordenada al origen (Constante)	0,994 (5,662)	2,201 (11,81)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,688 (17,271)	1,098 (4,789)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,694 (13,288)	0,577 (2,677)
Cantidad de vehículos en el hogar	-0,156 (-1,107)	-0,302 (-1,422)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,475	0,214
<i>R2 ajustado</i>	0,471	0,193
<i>F-Snedecor</i>	116,658	10,144
<i>Durbin-Watson</i>	2,051	2,237

La estratificación por motivo de viaje (ver Tabla 5.10) evidencia la mayor incidencia de los motivos trabajo y estudio a partir de un mejor ajuste y valores similares a los del modelo formulado para todos los motivos. Al igual que en el caso de la ciudad de Córdoba, en el modelo considerando los hogares en los cuales se realizaron viajes a pie por motivos distintos al trabajo ó al estudio, disminuye la incidencia de la cantidad de estudiantes y trabajadores en el hogar, en tanto que el efecto de la cantidad de vehículos en el hogar aumenta levemente, compensando en parte el aumento del término independiente indicativo de un modelo menos explicado.

c. Estratificando según la cantidad de vehículos en el hogar

Tabla 5.11. Modelos de viajes a pie - Estratificación por cantidad de vehículos en el hogar - Muestra de hogares con viajes a pie - Neuquén

Caso c	Hogares sin vehículo (N=332)	Hogares con un veh. (N=202)	Hogares 2 ó + veh. (N=26)
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie		
Variables Independientes (X's)	Coeficientes estimados		
Ordenada al origen (Constante)	1,363 (9,564)	1,032 (4,787)	1,644 (4,31)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,572 (16,248)	1,477 (9,359)	0,524 (1,632)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,241 (9,313)	1,609 (8,701)	1,324 (3,392)
Estadísticos			
<i>R cuadrado</i>	0,474	0,377	0,363
<i>R2 ajustado</i>	0,471	0,37	0,308
<i>F-Snedecor</i>	148,248	60,086	6,558
<i>Durbin-Watson</i>	1,975	2,091	1,940

Los resultados exhibidos en la Tabla 5.11. generan algunas dudas ya que resulta raro que al haber un vehículo en el hogar aumente el coeficiente correspondiente a la cantidad de trabajadores. La muestra de hogares con dos ó más vehículos resulta relativamente pequeña con un término independiente elevado en relación al valor de los coeficientes.

5.2.2.3. Generación de viajes a pie en la ciudad de Villa Carlos Paz

a. Sobre la totalidad de los elementos de la muestra

Tabla 5.12. Modelos de viajes a pie - Muestra sin estratificar de hogares con viajes a pie - Villa Carlos Paz

Caso a	Totalidad de hogares (N=140)		Totalidad de hogares (N=140)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variabes Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	1,833	(12,543)	2,109	(11,361)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,521	(14,001)	1,513	(14,153)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,772	(4,199)	0,732	(4,026)
Cantidad de vehículos en el hogar			-0,413	(-2,352)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,622		0,637	
<i>R2 ajustado</i>	0,617		0,629	
<i>F-Snedecor</i>	112,803		79,534	
<i>Durbin-Watson</i>	2,064		2,003	

El modelo formulado con la totalidad de la muestra (ver Tabla 5.12) exhibe un buen ajuste ya que las variables seleccionadas explican el 62% de la variable dependiente. La incidencia (con signo negativo) de la cantidad de automóviles en el hogar es mayor que en los casos vistos anteriormente, lo cual resulta lógico en función de las características propias de esta localidad.

b. Estratificando por motivo de viaje

Tabla 5.13. Modelos de viajes a pie - Estratificación por motivo de viaje Muestra de hogares con viajes a pie - Villa Carlos Paz

Caso b	Motivo trabajo/estudio (N=55)		Otro motivo de viaje (N=67)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variabes Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	1,375	(4,175)	2,595	(10,773)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,79	(15,078)	1,152	(3,606)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,99	(4,377)	0,555	(1,658)
Cantidad de vehículos en el hogar	-0,689	(-2,447)	-0,221	(-0,863)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,829		0,234	
<i>R2 ajustado</i>	0,819		0,198	
<i>F-Snedecor</i>	82,336		6,421	
<i>Durbin-Watson</i>	2,033		1,915	

Puede verse que en los motivos de viaje por trabajo y estudio (ver Tabla 5.13.) las variables analizadas tienen una relación más significativa con la generación de viajes a pie. El ajuste obtenido para el modelo resulta notablemente superior, aún cuando la muestra para otros motivos de viaje es de similar tamaño.

c. Empleando variables dummy para la variable cantidad de vehículos en el hogar

Tabla 5.14. Modelos de viajes a pie - Uso de variables dummy
Muestra de hogares con viajes a pie - Villa Carlos Paz

Caso d	Nº de veh = dummy (n=140)	
Variable Dependiente (Y)		
Variabes Independientes (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	2,115	(10,734)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,513	(14,1)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,73	(3,957)
Hogares con un vehículo	-0,428	(-1,768)
Hogares con más de un vehículo	-0,805	(-1,974)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,637	
<i>R2 ajustado</i>	0,626	
<i>F-Snedecor</i>	59,218	
<i>Durbin-Watson</i>	2,005	

La prueba efectuada usando variables dummy (ver Tabla 5.14) no difiere demasiado de las demás alternativas testeadas. Los respectivos coeficientes de las variables (dummy) hogares con un vehículo y hogares con más de un vehículo, evidencian la influencia negativa de la existencia de vehículos en el hogar sobre la realización de viajes a pie.

5.2.2.4. Generación de viajes a pie en la ciudad de Santo Tomé

a. Sobre la totalidad de los elementos de la muestra

Tabla 5.15. Modelos de viajes a pie - Muestra sin
estratificar de hogares con viajes a pie - Santo Tomé

Caso a	Totalidad de hogares (N = 170)	Totalidad de hogares (N = 170)
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie	
Variabes Independientes (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	1,94 (11,047)	2,184 (10,262)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,725 (2,965)	1,714 (12,981)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,942 (3,8)	0,879 (3,545)
Cantidad de vehículos en el hogar		-0,451 (-1,99)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,513	0,524
<i>R2 ajustado</i>	0,507	0,516
<i>F-Snedecor</i>	87,91	60,966
<i>Durbin-Watson</i>	1,962	2,012

El modelo formulado (ver Tabla 5.15) resulta semejante al obtenido para el caso de la ciudad de Villa Carlos Paz, localidad de similar tamaño poblacional

b. Estratificando según motivo de viaje

Tabla 5.16. Modelos de viajes a pie - Estratificación por motivo de viaje - Muestra de hogares con viajes a pie Santo Tomé (*)

Caso b	Motivo (Distintos a trabajo / estudio / regreso al hogar) (N=45)
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie
Variabes Independientes (X's)	
Ordenada al origen (Constante)	3 (7,935)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,937 (4,578)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,444 (0,99)
Cantidad de vehículos en el hogar	-0,828 (-1,256)
Estadísticos	
<i>R cuadrado</i>	0,418
<i>R2 ajustado</i>	0,375
<i>F-Snedecor</i>	9,802
<i>Durbin-Watson</i>	2,157

(*) No se presenta el caso correspondiente a motivo trabajo y estudio por contar con pocos datos para ajustar una función

Los motivos de los viajes a pie en la ciudad de Santo Tomé se diferencian de los de las demás localidades ya que la mayor parte de estos desplazamientos se producen por motivos diferentes al trabajo ó al estudio. Los guarismos de la Tabla 5.16. muestran que se generan dos viajes a pie por cada persona que estudia en el hogar y que la posesión de un vehículo implica una reducción de 0,8 viajes. El elevado valor del término independiente contiene buena parte de los datos no explicados.

c. Estratificando según la cantidad de vehículos en el hogar

Tabla 5.17. Modelos de viajes a pie - Estratificación por cantidad de vehículos en el hogar - Muestra de hogares con viajes a pie - Santo Tomé

Caso c	Hogares sin vehículo (N=92)	Hogares c/ un veh. (N=73)
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie	
Variabes Independientes (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	2,030 (8,181)	2,080 (8,085)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,838 (10,469)	1,427 (6,898)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,087 (3,529)	0,100 (0,213)
Cantidad de vehículos en el hogar	-	-
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,576	0,417
<i>R2 ajustado</i>	0,566	0,401
<i>F-Snedecor</i>	60,447	25,075
<i>Durbin-Watson</i>	1,697	2,155

Al estratificar por la cantidad de vehículos en el hogar (ver Tabla 5.17) se verifica la menor incidencia de las variables cantidad de estudiantes y especialmente de trabajadores en el hogar cuando el hogar posee vehículo, además de resultar no significativa la variable cantidad de trabajadores.

d. Empleando variables dummy para la variable cantidad de vehículos en el hogar

Tabla 5.18. Modelos de viajes a pie - Uso de variables dummy - Muestra de hogares con viajes a pie - Santo Tomé

Caso d	Nº de veh = dummy (N=170)
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie
Variabes Independientes (X's)	
Ordenada al origen (Constante)	2,188 (10,15)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,714 (12,943)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,879 (3,537)
Hogares con un vehículo	-0,468 (-1,82)
Hogares con más de un vehículo	-0,816 (-1,084)
Estadísticos	
<i>R cuadrado</i>	0,524
<i>R2 ajustado</i>	0,513
<i>F-Snedecor</i>	45,459
<i>Durbin-Watson</i>	2,011

El modelo anterior (ver Tabla 5.18.) resulta casi idéntico al obtenido en el caso de la ciudad de Villa Carlos Paz. En el caso de Santo Tomé la variable “hogares con más de un vehículo” resulta no significativa, hecho atribuible al reducido número de hogares que componen este estrato de la muestra.

5.2.2.5. Generación de viajes a pie en ciudades argentinas

Se realizaron regresiones sobre los datos correspondientes a las cuatro ciudades estudiadas, agregados dentro de un único vector de generación de viajes a pie sobre una muestra total de 1252 hogares donde se relevaron viajes a pie. Se estimó así un modelo de carácter global representativo de ciudades argentinas, el cual se muestra a continuación (ver ecuación 5.1.) conjuntamente con los estadísticos que validan el modelo.

$$V_{pie-C+VCP+ST+N} = 1,608 + 1,551X_1 + 1,100X_2 - 0,164X_3 \quad (5.1.)$$

(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

R^2 ajustado = 0,4810 - Durbin Watson: 1,873 - FSnedecor: 385.097

A lo largo de esta investigación se ha observado la influencia cambiante de la variable cantidad de vehículos y el hecho de que en varios casos resulta no significativa. En función de ello, se ensayó el mismo caso sin la variable cantidad de vehículos resultando la estimación que se muestra en la ecuación 5.2. :

$$V_{pie-C+VCP+ST+N} = 1,525 + 1,5531X_1 + 1,118X_2 \quad (5.2.)$$

(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

R^2 ajustado = 0,478 - Durbin Watson: 1,873 - FSnedecor: 573,463

5.2.2.6. Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Córdoba

Al igual que en el caso de los viajes a pie se ensayaron distintas alternativas. La estratificación por motivo de viaje se ensayó únicamente para el caso de Santo Tomé debido a que en las localidades restantes los viajes por motivos distintos a trabajo, estudio y regreso al hogar, representan menos del 10% del total. Se presentan los resultados más relevantes

- a. Sobre la totalidad de los elementos de la muestra

La Tabla 5.19. que se presenta a continuación muestra los resultados obtenidos considerando los datos sin estratificar.

Tabla 5.19. Modelos de viajes en bicicleta - Muestra sin estratificar de hogares con viajes en bicicleta - Córdoba

Caso a	Totalidad de hogares (N=124)		Totalidad de hogares (N=124)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes en bici			
Variables Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	2,319	(10,023)	2,089	(7,944)
Cantidad de estudiantes en el hogar	0,963	(4,397)	0,928	(4,258)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,192	(1,155)	0,198	(1,204)
Indice de nivel socioeconómico	-0,075	(-1,16)	-0,079	(-1,229)
Cantidad de bicicletas en el hogar	-	-	0,151	(1,784)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,139		0,161	
<i>R2 ajustado</i>	0,117		0,133	
<i>F-Snedecor</i>	6,448		5,72	
<i>Durbin-Watson</i>	1,93		1,888	

Al igual que en el caso de los viajes a pie, se señalan en bastardilla los coeficientes y estadísticos t de student de las variables que resultaron no significativas al 95% del nivel de confianza.

Los resultados muestran que en los hogares donde hay personas que estudian como actividad principal, se agregan 0,9 viajes en bicicleta diarios por cada estudiante del hogar. La variable trabajadores en el hogar no es significativa, como tampoco lo es el índice de nivel socioeconómico. El coeficiente correspondiente a la variable cantidad de bicicletas en el hogar es positivo y significativo. De todos modos el ajuste no es muy bueno y el valor del término independiente resulta bastante elevado explicando gran parte de la variabilidad del modelo.

b. Empleando variables dummy para la variable cantidad de vehículos en el hogar

Tabla 5.20. Modelos de viajes en bicicleta - Uso de variables dummy - Muestra de hogares con viajes en bicicleta - Córdoba

Caso b	Totalidad de hogares (N=124)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes en bici	
Variables Independientes (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	2,105	(7,754)
Cantidad de estudiantes en el hogar	0,94	(4,228)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,197	(1,163)
Índice de nivel socioeconómico	-0,009	(-1,012)
Cantidad de bicicletas en el hogar	0,142	(1,645)
Hogares con un vehículo	0,116	(0,462)
Hogares con más de un vehículo	-0,168	(-0,311)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,165	
<i>R2 ajustado</i>	0,122	
<i>F-Snedecor</i>	3,851	
<i>Durbin-Watson</i>	1,892	

La utilización de variables dummy para la cantidad de vehículos (ver Tabla 5.20.) las que resultaron no significativas, no muestra que exista una influencia importante de la motorización, la que además está correlacionada con el índice de nivel socioeconómico.

5.2.2.7. Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Neuquén

- a. Sobre la totalidad de los elementos de la muestra

Tabla 5.21. Modelos de viajes en bicicleta - Muestra sin estratificar de hogares con viajes en bicicleta - Neuquén

Caso a	Totalidad de hogares (N=337)		Totalidad de hogares (N=337)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes en bici			
Variables Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	1,287	(9,911)	1,043	(6,373)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,276	(6,834)	1,239	(6,645)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,579	(13,988)	1,524	(13,26)
Cantidad de bicicletas en el hogar			0,198	(2,561)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,384		0,392	
<i>R2 ajustado</i>	0,381		0,387	
<i>F-Snedecor</i>	103,69		71,706	
<i>Durbin-Watson</i>	1,752		1,773	

La principal observación (ver Tabla 5.21.) es la significativa incidencia de las variables cantidad de estudiantes y de trabajadores en el hogar, siendo mayor la influencia de estos últimos.

- b. Estratificando según la cantidad de vehículos en el hogar

Tabla 5.22. Modelos de viajes en bicicleta - Estratificación por cantidad de vehículos en el hogar - Muestra de hogares con viajes en bicicleta - Neuquén

Caso b	Hogares sin vehículo (N=232)		Hogares con un vehículo (N=98)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes en bici			
Variables Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	1,026	(5,238)	1,472	(4,507)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,01	(4,187)	1,416	(5,031)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,553	(12,399)	0,293	(1,904)
Cantidad de bicicletas en el hogar	0,216	(2,214)	0,198	(2,561)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,429		0,358	
<i>R2 ajustado</i>	0,421		0,338	
<i>F-Snedecor</i>	57,102		17,476	
<i>Durbin-Watson</i>	1,975		1,605	

Las formulaciones de la Tabla 5.22. explican el uso de la bicicleta mayoritariamente por parte de trabajadores que carecen de un vehículo en el hogar. Puede verse cómo, cuando el hogar posee un vehículo, el uso de la bicicleta se halla más relacionado con la cantidad de estudiantes en el hogar.

5.2.2.8. Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Santo Tomé

a. Sobre la totalidad de los elementos de la muestra

Tabla 5.23. Modelos de viajes en bicicleta - Muestra sin estratificar de hogares con viajes en bicicleta - Santo Tomé

Caso a	Totalidad de hogares (N = 179))		Totalidad de hogares (N = 179))	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes en bici			
Variabes Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	1,118	(3,455)	1,065	(2,986)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,369	(6,271)	1,301	(5,745)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,811	(8,079)	1,896	(8,165)
Cantidad de bicicletas en el hogar	0,398	(2,928)	0,438	(3,089)
Cantidad de vehículos en el hogar			0,113	(0,384)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,443		0,463	
<i>R2 ajustado</i>	0,433		0,449	
<i>F-Snedecor</i>	46,332		34,253	
<i>Durbin-Watson</i>	2,218		2,3	

La presencia de una persona que trabaja en el hogar resulta en 1,8 viajes en bicicleta generados diariamente. El signo positivo de la variable cantidad de vehículos en el hogar llama la atención pero de todas maneras es no significativo. (ver Tabla 5.23.)

b. Por motivo de viaje

Tabla 5.24. Modelos de viajes en bicicleta -Estratificación por motivo de viaje - Muestra de hogares con viajes en bicicleta Santo Tomé

Caso b	Motivo trabajo / estudio (N=122)		Otro Motivo (N=17)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes en bici			
Variabes Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	0,394	(0,779)	1,296	(1,819)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,405	(5,318)	2,324	(3,769)
Cantidad de trabajadores en el hogar	2,195	(7,991)	-0,975	(-1,525)
Cantidad de bicicletas en el hogar	0,538	(3,187)	1,003	(1,526)
Cantidad de vehículos en el hogar	0,416	(1,108)	0,0022	(0,063)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,486		0,666	
<i>R2 ajustado</i>	0,468		0,554	
<i>F-Snedecor</i>	27,636		5,974	
<i>Durbin-Watson</i>	2,397		2,608	

La estratificación por motivo de viaje (ver Tabla 5.24.) arroja modelos marcadamente diferentes, de tal forma que cuando el motivo no es trabajo ni estudio, la incidencia de la cantidad de trabajadores en el hogar es de signo contrario y aumenta considerablemente

la influencia positiva de la cantidad de estudiantes en el hogar. Además se verifica un marcado aumento de la influencia de la variable bicicletas en el hogar.

5.2.2.9. Generación de viajes en bicicleta en la ciudad de Salta

- a. Sobre la totalidad de los elementos de la muestra

Tabla 5.25. Modelos de viajes en bicicleta - Muestra sin estratificar de hogares con viajes en bicicleta - Salta

Caso a	Totalidad de hogares (N = 687)	Totalidad de hogares (N = 687)
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes en bici	
Variabes Independientes (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	1,929 (17,334)	1,967 (17,328)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,387 (12,551)	1,397 (12,637)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,761 (7,913)	0,75 (7,786)
Cantidad de bicicletas en el hogar	0,28 (5,172)	0,282 (5,217)
Cantidad de vehículos en el hogar		-0,202 (-1,641)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,279	0,281
<i>R2 ajustado</i>	0,275	0,277
<i>F-Snedecor</i>	87,915	66,773
<i>Durbin-Watson</i>	1,817	1,816

El modelo que se muestra en la Tabla 5.25. revela 1,4 viajes en bicicleta diarios por estudiante en el hogar y 0,76 viajes por trabajador en el hogar. Las variables cantidad de bicicletas resulta significativa, no así la cantidad de vehículos en el hogar.

- b. Estratificando según la cantidad de vehículos en el hogar

Tabla 5.26. Modelos de viajes en bicicleta - Estratificación por cantidad de vehículos en el hogar - Muestra de hogares con viajes en bicicleta - Salta

Caso b	Hogares sin vehículo (N=573)	Hogares con un veh. (N=103)
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes en bici	
Variabes Independientes (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	1,961 (15,746)	1,863 (7,704)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,589 (12,56)	0,77 (3,659)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,712 (6,663)	0,856 (3,997)
Cantidad de bicicletas en el hogar	0,282 (4,468)	0,249 (2,491)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,303	0,232
<i>R2 ajustado</i>	0,3	0,209
<i>F-Snedecor</i>	82,596	9,983
<i>Durbin-Watson</i>	1,878	1,893

De la formulación anterior puede deducirse que la existencia de un vehículo en el hogar incide sobre la generación de viajes en bicicleta resultando en menor cantidad de viajes realizados por estudiante en el hogar. Lo anterior llama la atención frente al hecho que aumenta levemente la incidencia de los trabajadores en el hogar. La explicación podría encontrarse en que el vehículo permanezca en el hogar para el traslado de niños a la escuela y con la localización de numerosos establecimientos educativos en ubicaciones periféricas de la ciudad.

c. Empleando variables dummy para la variable cantidad de vehículos en el hogar

Tabla 5.27. Modelos de viajes en bicicleta – Uso de variables dummy - Muestra de hogares con viajes en bicicleta - Salta

Caso c	Totalidad de hogares (N = 687)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes en bici	
Variables Independientes (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	1,981	(17,407)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,402	(12,678)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,748	(7,766)
Cantidad de bicicletas en el hogar	0,283	(5,228)
Hogares con un vehículo	-0,329	(-2,041)
Hogares con más de un vehículo	-0,284	(-0,62)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,283	
<i>R2 ajustado</i>	0,278	
<i>F-Snedecor</i>	53,819	
<i>Durbin-Watson</i>	1,807	

La formulación anterior (ver Tabla 5.27) no difiere demasiado de la del caso a. ya que la variable dummy asignada a los hogares con más de un vehículo resulta no significativa.

5.2.2.10. Generación de viajes en bicicleta en ciudades argentinas

Se realizaron regresiones sobre los datos correspondientes a cuatro de las ciudades estudiadas, agregados dentro de un único vector de generación de viajes en bicicleta sobre una muestra total de 1310 hogares donde se relevaron viajes en bicicleta. Se estimó así un modelo de carácter global representativo de ciudades argentinas (ver ecuación 5.3.), conjuntamente con los estadísticos que validan el modelo.

$$V_{bici - C + N + ST + S} = 1,574 + 1,388X_1 + 1,040X_2 + 0,321X_3 - 0,154X_4 \quad (5.3.)$$

(17,62) (16,71) (15,36) (7,781) (-1,775)

$V_{bici - C + N + ST + S}$ = tasa de viajes en bicicleta por hogar en ciudades argentinas
 X_1, X_2, X_3 y X_4 = cantidad de estudiantes, trabajadores, bicicletas y vehículos en el hogar, respectivamente

R^2 ajustado = 0,315 - Durbin Watson: 1,843 - FSnedecor: 151,276

Se ensayó el mismo caso adoptando variables dummy para la variable cantidad de vehículos resultando la siguiente estimación (ver ecuación 5.4.):

$$V_{bici - C + N + ST + S} = 1,638 + 1,387X_1 + 1,081X_2 + 0,298X_3 - 0,252X_4 - 0,152X_5 \quad (5.4)$$

(17,81) (16,77) (15,66) (7,294) (-2,899) (-0,493)

$V_{bici - C + N + ST + S}$ = tasa de viajes en bicicleta por hogar en ciudades argentinas
 X_1, X_2, X_3, X_4 y X_5 = cantidad de estudiantes, trabajadores, bicicletas, hogares con un vehículo y hogares con más de un vehículo, respectivamente

R^2 ajustado = 0,312 - Durbin Watson: 1,841 - FSnedecor: 121,422

Por último se repitió el procedimiento dejando de lado la variable cantidad de vehículos en el hogar, no observándose demasiadas diferencias respecto al caso que incluye dicha variable. El modelo resultante se muestra en la ecuación 5.5.

$$V_{bici - C + N + ST + S} = 1,556 + 1,383X_1 + 1,045X_2 + 0,303X_3 \quad (5.5)$$

(17,89) (16,69) (15,48) (7,43)

$V_{bici - C + N + ST + S}$ = tasa de viajes en bicicleta por hogar en ciudades argentinas
 X_1, X_2, X_3 = cantidad de estudiantes, trabajadores y bicicletas en el hogar, respectivamente

R^2 ajustado = 0,310 - Durbin Watson: 1,832 - FSnedecor: 199,120

5.2.3. Conclusiones

Durante el proceso de modelización de los viajes a pie y en bicicleta se testearon variables relacionadas con características socioeconómicas, sobre muestras de hogares donde se relevaron viajes a pie ó en bicicleta.

En relación a los viajes a pie el análisis realizado permite afirmar que en los hogares donde se relevaron viajes a pie y hay personas que estudian como actividad principal, se realizan entre 1,5 y 1,8 viajes a pie diarios por cada estudiante del hogar mientras que en los hogares donde hay personas que trabajan se realizan entre 0,8 y 1,4 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. Este modelo indica que la variable cantidad de vehículos en el hogar incide negativamente sobre la generación de viajes a pie.

Eliminando la cantidad de vehículos como variable explicativa, 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. La mayoría de los coeficientes son altamente significativos al 99%.

Con respecto a los viajes en bicicleta los resultados muestran cierta heterogeneidad dado que en algunas ciudades los estudiantes tienen una mayor incidencia que los trabajadores en tanto que en otras se da a la inversa. Lo mismo sucede con el signo de la variable cantidad de vehículos que resulta negativo en algunos casos y positivo en otros, aunque con frecuencia no significativo. La mayor homogeneidad se presenta en la variable cantidad de bicicletas en el hogar, cuyo coeficiente varía entre 0,2 y 0,4 y resulta altamente significativo al 99% en todos los casos.

El modelo formulado para la totalidad de las ciudades indica la incidencia positiva y altamente significativa de la variable cantidad de bicicletas en el hogar, mientras que la variable cantidad de vehículos en el hogar resulta con signo negativo. También se observa que la disponibilidad de más de un vehículo en el hogar no tiene significación para la generación de viajes en bicicleta.

6. INFLUENCIA DE LOS FACTORES DE LOCALIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE VIAJES A PIE. ESTUDIO DEL CASO DE CÓRDOBA

En este capítulo se expone el desarrollo de la metodología y los resultados obtenidos a partir de investigar la relación existente entre los viajes a pie y diversos factores de localización a nivel urbano. El análisis se restringe a la ciudad capital de Córdoba.

6.1. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS

Se escogió el caso de la ciudad de Córdoba para efectuar el análisis, en función de las mayores oportunidades de disponer de los datos necesarios para el desarrollo de esta parte de la investigación.

El análisis se efectúa a nivel zonal, asociando cada hogar del vector de generación de viajes a la zona donde se encuentra localizado. Esto último se justifica partiendo del supuesto que la mayor parte de los viajes realizados a pie son con origen y destino en la zona correspondiente al hogar de la persona que efectuó el viaje.

La caracterización de las zonas de transporte toma como punto de partida el INSE (Índice de Nivel Socioeconómico)⁸ estimando dentro de cada zona, el promedio de este índice para todos los hogares donde se efectuaron viajes a pie. La Tabla 6.1 muestra la distribución de frecuencias del INSE dentro de los hogares analizados:

Tabla 6.1. Proporción de los hogares encuestados según estrato socioeconómico

INSE	Frecuencia	Porcentaje
1	72	20%
2	44	12%
3	108	30%
4	48	13%
5	60	17%
6	28	8%

Se observa que la mayor proporción de viajes corresponden a hogares de menor nivel socioeconómico (1 a 3), con mayor incidencia en el estrato intermedio.

La idea inicial consistió en dividir los datos en grupos de hogares pertenecientes a zonas con similar INSE y a su vez subdividir cada una de estas agrupaciones en dos grupos caracterizados por ambientes contrarios diametralmente opuestos, para luego establecer comparaciones en relación a la conducta de viajes, sin que ésta se hallara condicionada al nivel socioeconómico del hogar. Este procedimiento no tuvo éxito debido a que las zonas, cuya definición originalmente se rigió según otros criterios, no pudieron agruparse de acuerdo a características tan claramente diferenciadas.

Otra variable analizada para la definición de escenarios conjuntamente con el nivel socioeconómico del hogar, es la calidad del servicio de transporte público en cada sector

⁸ La definición del INSE se encuentra detallada en el Anexo II

de la ciudad. La evaluación de este parámetro se realiza a partir de la escala de valoración adoptada para la encuesta de opinión del transporte público. Las puntuaciones otorgadas por los usuarios encuestados en cada zona de transporte se ponderan de acuerdo a la proporción de respuestas registradas en cada categoría, con lo que se le otorga más peso a las calificaciones positivas, las que observaban valores más elevados dentro de la escala (muy bueno = 5, bueno = 4, regular = 3, malo = 2, muy malo = 1). Los promedios obtenidos para cada zona no observan grandes diferencias entre sí, resultando el promedio general igual a 2,8 con una desviación estándar equivalente a 0,26. Lo anterior puede interpretarse como que la percepción de la calidad del servicio de transporte público no difiere sustancialmente entre las distintas zonas de la ciudad y como consecuencia no constituye una variable a incluir en el análisis para la definición de escenarios. El Anexo III, "Evaluación de la Calidad del Servicio de Omnibus" contiene una tabla donde se muestran las puntuaciones promedio de la calidad del servicio de transporte público por zona de transporte.

Aún independizándose del nivel socioeconómico promedio de los hogares con viajes a pie, la definición de escenarios de análisis que permitan comparar situaciones opuestas presenta bastantes dificultades dado que dentro de cada zona una mayor densidad no necesariamente implica que la red de calles presente una mayor conectividad ó una mixtura más intensa de los usos del suelo. En función de lo expuesto anteriormente el análisis se aborda considerando distintos agrupamientos para los datos:

1. Considerando conjuntamente todos los hogares del área de estudio
2. Comparando entre dos grupos de acuerdo a la mayor ó menor densidad de población de la zona que corresponde al hogar.
3. Comparando entre dos grupos de acuerdo al grado de conectividad de la zona que corresponde al hogar

6.2. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES

Las variables asociadas a la configuración urbana ó como se suele denominar en la bibliografía, al ambiente construido, pueden resumirse en tres aspectos: densidad, diversidad y diseño.

La **densidad** puede ser poblacional, residencial, comercial, industrial, etc. A partir de los datos de cantidad de habitantes y número de viviendas ocupadas por zona de transporte se estimaron la densidad poblacional y la densidad residencial medidas en habitantes por hectárea y viviendas ocupadas por hectárea, respectivamente.

La **diversidad** hace referencia a la variedad presente en la distribución de los usos del suelo. En este sentido resulta factible categorizar los usos de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Residencial
- Comercial
- Institucional, salud y educación
- Espacios verdes y recreación.
- Industrial

La estimación de la cantidad de hectáreas destinadas a cada tipo de uso del suelo indicado se llevó a cabo con el mayor detalle que resultó posible empleando el programa Google Earth. Superponiendo los límites de las zonas definidas para la Encuesta de Origen y Destino de Viajes con la imagen satelital histórica del año correspondiente a la realización de la encuesta, se identificaron hasta donde resultó factible, superficies de tierra vacante, parques y plazas, predios deportivos, centros comerciales, institucionales y sanitarios, áreas industriales y secciones primordialmente residenciales. El área de cada sector definido fue medida en AutoCAD y volcada en una planilla de Excel donde se lista por zona de transporte, la superficie destinada a cada uso. Estas estimaciones se ajustaron en base a los datos contenidos en una publicación oficial del Observatorio Urbano de la ciudad de Córdoba orientada a la actividad económica en la cual se consigna la cantidad de establecimientos comerciales, de servicios e industriales registrados por barrio de la ciudad de Córdoba, requiriéndose para tal fin agrupar los barrios contenidos dentro de cada zona de transporte.

Con los datos estimados se calcula un índice que describe la diversidad del uso del suelo formulada por medio de la ecuación 6.1. (Rajamani et al, 2002):

$$\text{Diversidad de la mezcla de usos del suelo} = 1 - \left\| \frac{\left\{ \frac{r}{T} - \frac{1}{4} \right\} + \left\{ \frac{c}{T} - \frac{1}{4} \right\} + \left\{ \frac{i}{T} - \frac{1}{4} \right\} + \left\{ \frac{o}{T} - \frac{1}{4} \right\}}{\frac{3}{2}} \right\| \quad (6.1.)$$

dónde: r = hectáreas de uso residencial (viviendas uni y multi-familiares); c = hectáreas de uso comercial; i = hectáreas de uso industrial, o = hectáreas destinadas a otros usos, y $T = r + c + i + o$.

El **diseño**, asociado a la configuración de la red vial, puede caracterizarse por medio de diferentes índices, los que fueron descriptos en la revisión bibliográfica y en el desarrollo de la metodología. Para el caso analizado se adopta el número de manzanas por hectárea contenidas dentro de cada zona de transporte, variable que es calculada mediante un simple conteo.

El Anexo IV, "Estimación de las Variables del Ambiente Construido" contiene en forma de tablas, información relativa a las variables medidas para describir el ambiente construido.

6.3. FORMULACIÓN DE LOS MODELOS DE GENERACIÓN DE VIAJES A PIE INCLUYENDO EL AMBIENTE CONSTRUIDO

El objetivo de este apartado es profundizar la investigación de la relación que se establece entre el comportamiento de viajes a pie y diversas características de la forma urbana. En otra sección de este trabajo se estudió la relación existente entre los viajes a pie y determinadas variables socioeconómicas de los hogares, obteniendo como resultado formulaciones de la tasas de viajes a pie por hogar en función del número de estudiantes, trabajadores y vehículos en el hogar. Estos modelos se consideran básicos y susceptibles de ser mejorados ó ampliados incorporando variables correspondientes a otra dimensión, en este caso la forma urbana ó ambiente construido. Por lo tanto se aborda el análisis

incorporando ó agregando al vector de generación de viajes elaborado para la aplicación del procedimiento estadístico de regresión múltiple, aquellas variables descriptivas del entorno que fue posible estimar en función de los datos disponibles. Las denominaciones de las variables empleadas en el capítulo anterior, de las variables incorporadas y sus respectivas definiciones se detallan a continuación (ver Tabla 6.2.)

Tabla 6.2. Variables y sus definiciones

Variable Dependiente	viajxhog	Cantidad de viajes a pie en el hogar (correspondientes a hogares donde se relevaron viajes a pie)
Variabes socioeconómicas	nroestud	Nro. de estudiantes en el hogar
	nrotraba	Nro. de trabajadores en el hogar
	inse	Indice de Nivel Socioeconómico
Variabes del ambiente construido	denspob	Densidad de población
	manzxha	Manzanas por hectárea
	diversid	Diversidad de la mezcla de usos
	vacante	Area de tierra vacante

6.3.1. Modelos formulados sobre la totalidad de los datos

El primer ensayo para evaluar la influencia de la forma urbana se realiza aplicando el procedimiento de regresión sobre el vector de generación completo teniendo en cuenta la totalidad de los hogares donde se relevaron viajes a pie. Los resultados de una primera modelización se presentan en función de variables socioeconómicas, agregando a continuación las variables que caracterizan el ambiente construido para poder evaluar su contribución en relación al fortalecimiento del modelo. (ver Tabla 6.3.)

Tabla 6.3. Regresiones sobre la totalidad de datos

	Variables socioeconómicas		Variables socioeconómicas y del ambiente construido	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variabes Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	1,758	(9,941)	1,682	(4,052)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,612	(20,229)	1,617	(20,531)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,932	(6,247)	0,970	(6,517)
Indice de nivel socioeconómico	-0,077	(-1,701)	-0,05	(-1,050)
Densidad poblacional	-	-	-0,004	(-2,688)
Manzanas por hectárea	-	-	0,315	(0,738)
Diversidad de usos del suelo	-	-	1,487	(1,935)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,537		0,553	
<i>R2 ajustado</i>	0,534		0,546	
<i>F-Snedecor</i>	146,324		77,12	
<i>Durbin-Watson</i>	1,773		1,830	

La incorporación de las variables que describen el ambiente construido contribuye a fortalecer el modelo a partir de un incremento del 3% en el coeficiente de determinación (R^2) y del 2,1% en el R^2 ajustado.

Contrariamente a lo esperado la densidad poblacional ajusta con signo negativo del coeficiente el cual es pequeño pero significativo. La variable manzanas por hectárea, representativa de la conectividad, resulta con coeficiente positivo aunque no significativo en tanto que para la mezcla de usos del suelo el impacto es positivo y significativo.

Los rangos de variación de las variables manzana por hectárea y diversidad de usos estimados para las zonas de transporte de la ciudad de Córdoba son 0,13 a 1,09 y 0,4789 a 0,9981, respectivamente. Estos guarismos significan pequeños incrementos, pero no por ello poco importantes, en la cantidad de viajes para cambios sustanciales en el ambiente construido.

6.3.2. Modelos formulados sobre datos agrupados según densidad y conectividad

En las Tablas 6.4. y 6.5. se resumen los modelos formulados sobre muestras parciales compuestas por hogares localizados en zonas de transporte clasificadas de acuerdo a la magnitud de las variables densidad y conectividad. Cabe aclarar que si bien esta clasificación fue efectuada con la mayor rigurosidad posible, se presentan zonas donde estas características no evolucionan de manera conjunta por lo que el agrupamiento se realizó de manera aproximada con el único propósito de evaluar probables diferencias de comportamiento entre ambos grupos.

Tabla 6.4. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de mayor densidad y conectividad

	Grupo A: Zonas de mayor densidad y conectividad			
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variables Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	0,117	(0,841)	0,04	(0,072)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,449	(15,308)	1,458	(15,364)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,792	(4,667)	0,779	(4,580)
Índice de nivel socioeconómico	-0,01	(-0,183)	-0,01	(-0,258)
Manzanas por hectárea	1,745	(2,759)	1,887	(2,931)
Diversidad de usos del suelo	2,120	(0,492)	2,346	(0,544)
Área de tierra vacante	-	-	-0,003	(-1,164)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,541		0,544	
<i>R2 ajustado</i>	0,53		0,531	
<i>F-Snedecor</i>	49,347		41,419	
<i>Durbin-Watson</i>	1,884		1,876	

La regresión efectuada sobre los datos referidos a hogares localizados en zonas de mayor densidad y conectividad confirma que una mayor conectividad contribuye significativamente en la generación de viajes a pie. En este caso la variable diversidad de usos del suelo resulta positiva con un coeficiente elevado pero no significativo.

En la formulación donde fue incluida, la variable correspondiente al área de tierra vacante ó no desarrollada medida en hectáreas muestra signo negativo del coeficiente estimado, aunque éste resulta no significativo.

Tabla 6.5. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de menor densidad y conectividad

	Grupo B: Zonas de menor densidad y conectividad			
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variabes Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	2,444	(3,465)	2,58	(3,131)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,502	(8,802)	1,505	(8,779)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,781	(2,494)	0,780	(2,481)
Indice de nivel socioeconómico	-0,08	(-1,006)	-0,08	(-1,015)
Densidad de población	-0,02	(-2,198)	-0,02	(-2,156)
Manzanas por hectárea	0,859	(0,856)	0,794	(0,773))
Diversidad de usos del suelo	1,235	(1,327)	1,209	(1,290)
Area de tierra vacante	-	-	-0,002	(-0,322)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,411		0,411	
<i>R2 ajustado</i>	0,385		0,381	
<i>F-Snedecor</i>	15,933		13,582	
<i>Durbin-Watson</i>	1,811		1,814	

En las zonas de menor densidad y conectividad la influencia de las variables analizadas disminuye conservando el signo pero resultando coeficientes no significativos en todos los casos, con un aumento bastante considerable del término independiente.

6.3.3. Modelos formulados sobre datos agrupados según la densidad

Se ensaya una segunda forma de agrupamiento exclusivamente dependiente de la densidad. En el grupo denominado C las densidades varían entre 79 y 136 habitantes por hectárea mientras que en el grupo denominado D éstas van desde 15 a 77 habitantes por hectárea. (ver Tablas 6.6. y 6.7.)

Tabla 6.6. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de mayor densidad

	Grupo C: Zonas de mayor densidad			
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variables Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	-0,005	(-0,009)	0,09	(0,155)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,495	(14,832)	1,494	(14,801)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,802	(4,757)	0,807	(4,778)
Indice de nivel socioeconómico	0,04	(0,646)	0,03	(0,570)
Densidad de población	-	-	-	-
Manzanas por hectárea	1,380	(2,168)	1,259	(1,911)
Diversidad de usos del suelo	13,690	(1,952)	12,114	(1,645)
Area de tierra vacante	-	-	0,007	(0,711)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,574		0,575	
<i>R2 ajustado</i>	0,562		0,561	
<i>F-Snedecor</i>	47,724		39,743	
<i>Durbin-Watson</i>	1,818		1,825	

La regresión sobre una muestra de hogares localizados en zonas de mayor densidad poblacional, arroja un modelo de generación de viajes a pie para el cual las variables independientes asociadas a la forma urbana asumen coeficientes positivos y significativos.

Tabla 6.7. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de menor densidad

	Grupo D: Zonas de menor densidad			
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variables Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	2,428	(3,924)	2,707	(3,751)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,684	(14,269)	1,685	(14,259)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,068	(4,306)	1,061	(4,271)
Indice de nivel socioeconómico	-0,12	(-1,713)	-0,124	(-1,751)
Densidad de población	-0,02	(-2,165)	-0,02	(-2,288)
Manzanas por hectárea	0,826	(0,930)	0,739	(0,824)
Diversidad de usos del suelo	1,116	(1,251)	1,069	(1,193)
Area de tierra vacante	-	-	-0,004	(-0,753)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,558		0,559	
<i>R2 ajustado</i>	0,544		0,543	
<i>F-Snedecor</i>	40,118		34,389	
<i>Durbin-Watson</i>	1,909		1,908	

En contrapartida las variables de la forma urbana del modelo de generación de viajes a pie basado en una muestra de hogares localizados en zonas de menor densidad

poblacional, ajustan con coeficientes positivos aunque de menor magnitud y que además son no significativos. Al igual que en el caso expuesto en el punto 6.3.2., se verifica un aumento considerable del término independiente.

6.3.4. Modelos formulados sobre datos agrupados según la conectividad

La tercera forma de agrupamiento se efectuó en función de la conectividad. En el grupo denominado E las manzanas por hectárea varían entre 0,82 y 1,09 mientras que en el grupo denominado F varían de 0,13 a 0,81.

Tabla 6.8. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de mayor conectividad

	Grupo E: Zonas de mayor conectividad			
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variables Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	-0,697	(-0,531)	-0,245	(-0,176)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,557	(17,230)	1,557	(17,226)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,916	(5,378)	0,909	(5,314)
Indice de nivel socioeconómico	0,02	(0,329)	0,008	(0,149)
Densidad de población	-	-	-	-
Manzanas por hectárea	2,219	(1,618)	1,843	(1,296)
Diversidad de usos del suelo	7,636	(1,551)	6,137	(1,192)
Area de tierra vacante	-	-	-0,002	(-0,995)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,621		0,623	
<i>R2 ajustado</i>	0,611		0,611	
<i>F-Snedecor</i>	63,639		53,195	
<i>Durbin-Watson</i>	2,054		2,060	

Si bien los coeficientes de las variables de la forma urbana no son significativos en ningún caso, poseen signo positivo -exceptuando el área de tierra vacante - y contribuyen a lograr un ajuste bastante bueno del modelo global.

Tabla 6.9. Regresión sobre grupo de hogares en zonas de menor conectividad

	Grupo F: Zonas de menor conectividad			
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie			
Variabes Independientes (X's)				
Ordenada al origen (Constante)	1,606	(2,320)	1,182	(1,509)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,670	(11,911)	1,650	(11,694)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,036	(4,036)	1,028	(4,010)
Índice de nivel socioeconómico	-0,125	(-1,635)	-0,126	(-1,658)
Densidad de población	-	-	-	-
Manzanas por hectárea	0,252	(0,252)	0,885	(0,775)
Diversidad de usos del suelo	1,630	(1,614)	1,590	(1,769)
Área de tierra vacante	-	-	0,0006	(1,150)
Estadísticos				
<i>R cuadrado</i>	0,493		0,497	
<i>R2 ajustado</i>	0,479		0,480	
<i>F-Snedecor</i>	34,279		28,839	
<i>Durbin-Watson</i>	1,642		1,669	

El modelo ajustado para la muestra de hogares en zonas donde la conectividad es menor exhibe una menor influencia de las variables de la configuración urbana ya que los coeficientes son de menor valor absoluto reduciéndose también su nivel de significación, no obstante continúan siendo positivos. El efecto de la variable área de tierra vacante es el esperado en el caso de mayor conectividad no siendo significativo en ninguno de los dos casos.

6.4. CONCLUSIONES

- Se confirma la existencia de una relación entre los viajes a pie y el ambiente construido,
- Los modelos estimados incorporando las variables del ambiente construido presentan una mejora, aunque modesta, respecto al modelo basado únicamente en las variables socioeconómicas.
- El modelo ha incluido aquellas variables que pudieron estimarse con la información disponible, o sea que existen otras variables que podrían ser testeadas de contarse con los datos necesarios.
- En aquellos casos donde la variable densidad poblacional resulta significativa, su incidencia es reducida y de signo opuesto al esperado.
- La variable más influyente es la diversidad en los usos del suelo, aunque en varias de las alternativas formuladas resulta no significativa.

- La variable manzanas por hectárea, representativa de la conectividad, parece ejercer una influencia menor. Al igual que en el caso de la variable relacionada con los usos del suelo no siempre es significativa.
- La variable correspondiente al área de tierra vacante resulta con el signo negativo esperado en gran parte de las alternativas formuladas, aunque nunca significativo.
- Cuando la densidad poblacional y la conectividad de la red son altas, las variables del ambiente construido, en especial la conectividad y diversidad, explican mucho mejor la cantidad de viajes a pie, llevando el término independiente a valores cercanos a cero y no significativo.

7. PRINCIPALES CONCLUSIONES Y APLICACIONES

Este apartado tiene dos objetivos: el primero consiste en puntualizar las conclusiones obtenidas en relación a los objetivos planteados; el restante busca establecer una vinculación entre los resultados cuantitativos representados por los modelos formulados y la medida en que éstos últimos pueden dar sustento a la aplicación de políticas públicas.

7.1. CONCLUSIONES

7.1.1. Describir la situación actual del transporte no motorizado en ciudades argentinas.

El transporte no motorizado posee relevancia dentro de la estructura general de los viajes, motivado en mayor proporción por razones de trabajo y de estudio, con frecuencia diaria y cubriendo distancias relativamente cortas. La caminata es más frecuente en las mujeres mientras que los viajes en bicicleta son realizados en mayor proporción por hombres. Las mayores participaciones de viajes a pie y en bicicleta se observan en ciudades de menor tamaño lo cual conduce a pensar en la necesidad de mantener y mejorar las condiciones que este tipo de ciudades ofrecen, como así también en regenerar ambientes propicios para el transporte no motorizado en urbes de mayor tamaño.

7.1.2. Describir el estado del arte en relación a las variables estudiadas, los modelos estimados y las conclusiones arribadas en distintas investigaciones de referencia.

Las variables que inciden en la realización de viajes no motorizados identificadas dentro de las investigaciones revisadas, se hallan contenidas en las siguientes tres dimensiones: características sociodemográficas atinentes a los hogares, a los individuos y a la sociedad en su conjunto, atributos del sistema de transporte y factores del ambiente natural y construido. La bibliografía analizada comprende estudios que se concentran en distintos grupos de variables, con resultados no siempre coincidentes en sus conclusiones y ocasionalmente contradictorios en relación al signo que determina el sentido en que incide una variable determinada.

Esta línea de investigación, aunque de desarrollo reciente, muestra avances importantes y precisiones en la identificación de variables influyentes, requiriendo profundizar acerca de su importancia relativa. A partir de la variedad de resultados obtenidos no parece aceptable generalizar, siendo aconsejable realizar análisis específicos a nivel local.

La modelización de los viajes no motorizados está contribuyendo a promover su inclusión dentro de los modelos de planeamiento del transporte. Para ello resulta imprescindible adaptar la información sobre movilidad como así también los datos territoriales relacionados, a una escala compatible con las distancias medias de los viajes que son realizados a pie y en bicicleta, contribuyendo para ello, disponer de Sistemas de Información Geográfica altamente especializados.

Pudo constatarse la creciente importancia de la línea de investigación que vincula la movilidad con el ambiente construido, cuyo desarrollo depende de la calidad de la información de carácter territorial.

7.1.3. Construir una base de información a partir de datos que se encuentran disponibles y otros a relevar durante la investigación.

El desarrollo del presente estudio fue posibilitado por la existencia de las bases de datos correspondientes a encuestas domiciliarias de origen y destino de viajes efectuadas en las ciudades de Córdoba, Neuquén, Villa Carlos Paz, Salta y Santo Tomé. A partir de esta información que incluye características de los viajes asociados a datos de las personas que viajaron y de sus hogares, se construyeron vectores de generación de viajes a pie y en bicicleta con el fin de aplicar el método de regresión lineal múltiple, ajustando funciones entre las tasas de generación de viajes a pie y en bicicleta y una serie de variables independientes de índole socioeconómica.

Para efectuar el análisis de la relación entre los viajes caminando y el ambiente construido en la ciudad de Córdoba se agregaron registros correspondientes a las variables independientes incorporadas, las que fueron asociadas a la zona del hogar. La información para la estimación de estas variables se extrajo de fuentes censales, publicaciones de la Municipalidad de Córdoba, imágenes satelitales históricas del Google Earth y cartografía específica de la encuesta de origen y destino de viajes realizada en Córdoba.

7.1.4. Identificar cuáles son las variables que inciden sobre la realización de viajes a pie y en bicicleta y su impacto relativo.

La selección preliminar de las variables independientes fue efectuada en función de la disponibilidad de datos y teniendo como referencia la bibliografía revisada, conformándose una nómina de las mismas para su posterior análisis. La elección de la variable dependiente - tasa de viajes a pie y en bicicleta por hogar - guardó relación con la metodología elegida para efectuar las regresiones, estimándose como más conveniente aquella correspondiente a datos desagregados por hogar. Pruebas sucesivas determinaron las variables más significativas y no correlacionadas entre sí: cantidad de estudiantes y de trabajadores en el hogar, ambas con el mayor impacto relativo, además de tenencia de vehículos para ambos tipos de viajes, agregándose la cantidad de bicicletas en el hogar para el caso de los viajes en bicicleta. En el caso de Córdoba también se consideró el índice de nivel socioeconómico (inse).

La selección de las variables del ambiente construido para analizar su relación con los viajes a pie en la ciudad de Córdoba, estuvo determinada por las mismas causas que el caso anterior. La variable de mayor impacto y significación resultó ser la diversidad de usos del suelo. La conectividad de la red representada por la variable "cantidad de manzanas por hectárea" observa un impacto algo menor en tanto que la densidad poblacional parece tener una incidencia muy reducida y de signo opuesto al esperado.

7.1.5. Formular modelos que expliquen la relación entre los viajes no motorizados y las variables más influyentes.

Se ajustaron funciones ensayando distintas combinaciones de variables, a nivel de cada ciudad como así también a nivel general, con lo cual fue posible avanzar sobre la comprensión del comportamiento de los viajes a pie y en bicicleta. Si bien los modelos formulados son bastante simples quizá su principal valor resida en el hecho de constituir los primeros estudios sobre esta temática efectuados a nivel local, abriendo una línea de investigación cuyo desarrollo es reciente y que prácticamente no ha sido abordada. A continuación se resumen los modelos que pueden considerarse más representativos de los viajes a pie y en bicicleta para cada ciudad analizada, además de los modelos generales que resultaron de agrupar la totalidad de los datos (ver Tablas 7.1 y 7.2.).

Tabla 7.1. Modelos típicos de generación de viajes a pie⁹

Ciudad	Ecuación	Bondad del ajuste (R ² ajustado)
Córdoba	$V_{pie} = 1,506 + 1,623X_1 + 0,953X_2$ (15,145) (20,389) (6,36)	0,531
Neuquén	$V_{pie} = 1,32 + 1,504X_1 + 1,386X_2 - 0,213X_3$ (10,37) (18,50) (13,16) (-1,85)	0,425
Villa Carlos Paz	$V_{pie} = 2,109 + 1,513X_1 + 0,732X_2 - 0,413X_3$ (11,36) (14,15) (4,03) (-2,35)	0,629
Santo Tomé	$V_{pie} = 2,184 + 1,714X_1 + 0,879X_2 - 0,451X_3$ (10,26) (12,98) (3,55) (-1,99)	0,516
General	$V_{pie} = 1,608 + 1,551X_1 + 1,100X_2 - 0,164X_3$ (21,547) (32,159) (15,140) (-2,200)	0,481

V_{pie} = tasa de viajes a pie por hogar - X_1 , X_2 , X_3 = estudiantes, trabajadores y vehículos en el hogar

Tabla 7.2. Modelos típicos de generación de viajes en bicicleta¹⁰

Ciudad	Ecuación	Bondad del ajuste (R ² ajustado)
Córdoba	$V_{bici} = 2,09 + 0,928X_1 + 0,198X_2 + 0,151X_3 - 0,079X_5$ (7,95) (4,26) (1,20) (1,78) (-1,23)	0,133
Neuquén	$V_{bici} = 1,043 + 1,239X_1 + 1,524X_2 + 0,198X_3$ (6,37) (6,65) (13,26) (2,56)	0,387
Santo Tomé	$V_{bici} = 1,118 + 1,369X_1 + 1,811X_2 + 0,398X_3$ (3,46) (6,27) (8,08) (2,93)	0,433
Salta	$V_{bici} = 1,967 + 1,397X_1 + 0,75X_2 + 0,282X_3 - 0,202X_4$ (17,33) (12,64) (7,79) (5,22) (-1,64)	0,277
General	$V_{bici} = 1,574 + 1,388X_1 + 1,040X_2 + 0,321X_3 - 0,154X_4$ (17,62) (16,71) (15,36) (7,781) (-1,775)	0,481

⁹ Formulados a partir de una muestra de hogares donde se relevaron viajes a pie

¹⁰ Formulados a partir de una muestra de hogares donde se relevaron viajes en bicicleta

V_{bici} = tasa de viajes en bicicleta por hogar

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

X_4 = vehículos en el hogar

X_5 = Índice de Nivel Socioeconómico del hogar

7.1.6. Analizar la influencia del ambiente construido sobre la realización de viajes a pie para el caso de la ciudad de Córdoba.

A pesar de las limitaciones para estimar las variables del ambiente construido y de las restricciones derivadas de la escala del análisis, pudo confirmarse que la forma urbana y el grado de mixtura de los usos del suelo inciden sobre la realización de viajes a pie. Para profundizar sobre esta relación sería recomendable trabajar a una escala menor, tal que resulte compatible con los rangos de distancias que corresponden al transporte no motorizado.

En la Tabla 7.3. se muestra el modelo que se considera más representativo del comportamiento de los viajes a pie en relación a las variables del ambiente construido.

Tabla 7.3. Modelos típicos de generación de viajes a pie incluyendo variables del ambiente construido

Caso	Ecuación	Bondad del ajuste (R ² ajustado)
I.. Córdoba	$V_{pie} = 1,682 + 1,617X_1 + 0,970X_2 - 0,05X_4 - 0,004X_5 + 0,315X_6 + 1,487X_7$ <p style="text-align: center;"> (4,05) (20,53) (6,52) (-1,05) (-2,69) (0,74) (1,94) </p>	0,546

V_{pie} = tasa de viajes a pie por hogar

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

X_4 = Índice de Nivel Socioeconómico del hogar

X_5 = densidad de población

X_6 = manzanas por hectárea

X_7 = diversidad de usos del suelo

A modo de conclusión general puede afirmarse que cuando la densidad poblacional y la conectividad de la red son altas, las variables del ambiente construido, en especial la conectividad y diversidad, explican mucho mejor la cantidad de viajes a pie, llevando el término independiente a valores cercanos a cero y no significativo.”

7.1.7. Evaluar la utilidad de los modelos formulados como herramientas de gestión de una movilidad sustentable, que sirvan al propósito de formular políticas que incentiven los viajes a pie y en bicicleta.

La principal aplicación práctica derivada de los modelos de generación de viajes a pie y en bicicleta es la predicción de la demanda de viajes en función de la evolución proyectada de las variables independientes analizadas. En el caso de las variables

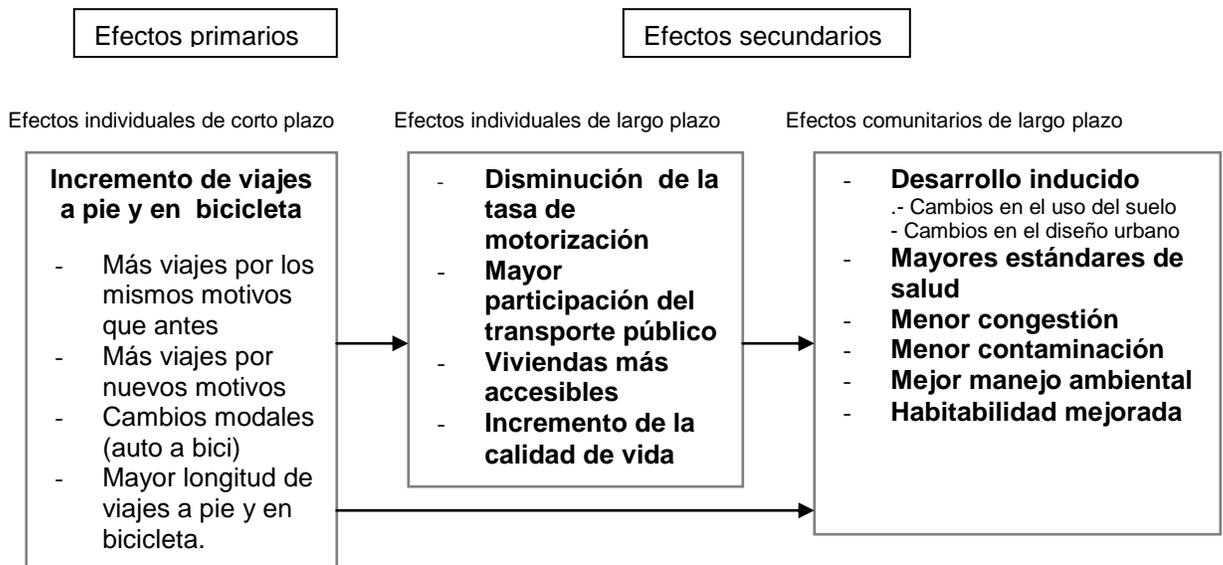
socioeconómicas, las variaciones previstas dependen de factores totalmente exógenos al sistema de transporte mientras que las variables del ambiente construido poseen el potencial de poder ser manipuladas en el marco de la planificación. Los modelos de generación de viajes no motorizados serían entonces herramientas de evaluación de políticas urbanas que consideren intervenciones sobre el ambiente construido, reproduciendo el efecto que las variables de la forma urbana ejercen sobre los desplazamientos a pie y en bicicleta.

El siguiente apartado tiene como objetivo proporcionar mayores detalles en relación a la utilidad de los modelos, ejemplificando los distintos aspectos de sus aplicaciones.

7.2. APLICACIONES

La movilidad urbana sustentable tiene como objetivo hacer un uso racional e integral de los recursos naturales y energéticos a través del empleo de medios de transporte alternativos y no contaminantes, cuyos representantes más emblemáticos son los modos no motorizados. Las intervenciones que apuntan al incremento de estos modos producen impactos en distintos niveles, conceptualizados como se esquematiza en la Figura 7.1., donde el nivel a largo plazo correspondiente a los efectos secundarios podría ser el que mejor representa la movilidad sustentable.

Figura 7.1. Esquema conceptual del impacto de las intervenciones



La mayor cantidad de viajes a pie y en bicicleta se registra en zonas urbanas. En función de las reducidas distancias a recorrer, el mayor potencial para incrementar el uso del transporte no motorizado, se encontraría en los sistemas de transporte de las ciudades.

Con el fin de promover los modos no motorizados, los funcionarios y técnicos del poder público requieren contar con datos que posibiliten la evaluación preliminar de proyectos,

programas y/o políticas. Los datos proporcionados por las encuestas de transporte resultan muy útiles para realizar el diagnóstico de la situación actual pero también para investigar las relaciones entre los viajes y diversas variables independientes, permitiendo estructurar modelos que expliquen el comportamiento de los viajeros y su proyección en función de la evolución proyectada de las variables independientes analizadas.

En este sentido el objeto de investigación de este trabajo, los modelos de generación de viajes, podría considerarse como insumo de políticas públicas, teniendo como marco de referencia un modelo teórico de análisis (Subirat, 2008) de tales políticas compuesto por cuatro elementos en base a los cuales se ejemplificará una aplicación práctica.

- I. **Contenido de la política pública:** consta de la definición política del problema público, acuerdos y programas político-administrativos, planes de acción, actos de implementación y enunciados evaluativos acerca de los efectos.
- II. **Actores:** compuestos por dos grandes grupos, actores públicos (autoridades político - administrativas) y actores privados entre los que se distinguen los grupos objetivo (causantes directos ó indirectos del problema) y los beneficiarios finales.
- III. **Recursos:** son diversos y de peso relativo variable según la política que se aplique. (por ejemplo recursos económicos, humanos, jurídicos, etc)
- IV. **Reglas institucionales:** abarcan las reglas constitucionales del régimen democrático, las reglas que regulan las organizaciones administrativas y paraestatales y los acuerdos de actuación político - administrativo propios de una política pública. Estos condicionan a los actores y los recursos que es posible emplear.

7.2.1. Contenido y justificación de políticas para el transporte no motorizado

En base a los modelos formulados resulta posible efectuar estimaciones de la demanda actual y futura de viajes a pie y en bicicleta mediante las cuales sería factible justificar políticas específicas dirigidas al transporte no motorizado y fundamentar las provisiones necesarias para que las políticas enunciadas y la provisión de facilidades como las que se enumeran a continuación, sean llevadas a la práctica.

- Fijación de metas para incrementar los viajes realizados a pie y en bicicleta
- Fijación de metas para aumentar la seguridad
- Asignación presupuestaria per cápita ó como porcentaje del presupuesto de transporte asignado al transporte no motorizado
- Niveles de personal asignado per cápita
- Políticas de calles "completas" es decir vías diseñadas para la circulación segura de todos los modos
- Elaboración y ejecución de planes maestros
- Adecuación de la legislación
- Previsiones de infraestructura para peatones y ciclistas
- Integración entre las bicicletas y el transporte público

Con respecto al manejo del ambiente construido a través de prácticas de planificación urbana, éste debería pensarse en el mediano y especialmente en el largo plazo con lo cual la capacidad de predicción de los modelos se vería limitada por la incertidumbre presente en relación a las variables que no pueden ser manipuladas. No obstante ello, la

confirmación de la existencia de una relación entre la forma urbana y la generación de viajes a pie y eventualmente en bicicleta, podría justificar plenamente la orientación del diseño urbano previsto.

7.2.2. Actores

Los actores públicos son los agentes del gobierno, tanto los funcionarios con nivel de decisión como el personal técnico asignado a la prosecución de la política definida. Cuando el técnico dispone de herramientas que le permiten realizar algún tipo de cuantificación, puede informar con mayor precisión a los funcionarios del nivel decisonal, generando más oportunidades de que éstos impulsen las acciones necesarias para definir y concretar las políticas.

Los actores privados pueden ser tanto organizaciones ó grupos ciudadanos creados con la finalidad de promover el transporte no motorizado ó bien individuos beneficiarios de las eventuales políticas. Además de ser los principales destinatarios de las mejoras implementadas, serán quienes respalden las políticas desde el lado de la sociedad aumentando las posibilidades de éxito de dichas políticas.

7.2.3. Recursos

Los recursos utilizados pueden ser de diversa índole: de carácter jurídico ó regidos por el derecho, humanos ó de personal, económicos ó presupuestarios, de infraestructura, de consenso y apoyo político, de formación ó educativos, organizacionales ó interactivos ó recursos relacionados con la disponibilidad de información. Estos últimos podrían ser alimentados en parte, a través de herramientas como las que proporciona el resultado de este estudio.

7.2.4. Reglas institucionales

La decisión de las personas de viajar a pie ó en bicicleta se halla condicionada por el entorno, ya sea por su configuración como por las características del tránsito. Generalmente las condiciones que resultan favorables para el transporte no motorizado no se producen por sí solas sino que deben ser respaldadas por instrumentos legales. La elaboración de marcos regulatorios que influyen de uno u otro modo en la actividad peatonal y ciclista también requiere recursos cognitivos que los sustenten.

7.2.5. Un ejemplo simple

Las autoridades de una ciudad argentina respaldados por agrupaciones ciudadanas se proponen dar impulso a políticas que promuevan la caminata y el uso de la bicicleta y desalienten e uso del automóvil. Por el momento no cuentan con información detallada de una encuesta de origen y destino de viajes por lo que su diagnóstico de la demanda actual y el pronóstico de la demanda prevista a futuro debe basarse en el supuesto de que tanto la distribución modal como las características de los viajes no motorizados son semejantes a las de otras ciudades del país de similar caracterización general y tamaño

poblacional. Además deben asumir que los modelos de demanda desarrollados en ciudades similares también serían representativos de su realidad.

Bajo estas premisas y conociendo los valores promedio de cantidad de estudiantes, trabajadores y de vehículos en el hogar podría estimarse la tasa por hogar de viajes a pie ó en bicicleta. Esta estimación podría efectuarse por zonas conformadas por radios censales y requeriría conjeturar sobre la proporción de hogares que realizan viajes no motorizados para obtener una estimación de la demanda.

La estimación de la demanda futura deberá considerar tanto el crecimiento demográfico (mayor cantidad de hogares) como la evolución probable de las variables independientes la que estará en función de cuestiones educativas, laborales y económicas.

Pensando en el largo plazo se podría aplicar conceptualmente los resultados en relación al ambiente construido estableciendo pautas para el diseño urbano y parámetros que rijan los procesos de desarrollo urbano.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AMANCIO, M.A., (2005), Relacionamento entre a forma urbana e as viagens a pé. *Dissertação (Mestrado)*, Universidade Federal de São Carlos. CDD: 388,4 (20)^a. 88 p.

ASHLEY, C. A., BANISTER C., (1989), Cycling to Work from Wards in a Metropolitan Area. *Traffic Engineering and Control*, Vol. 30, Nos. 6-8.

BEHNAM J., PATEL B.G., (1977), A Method for Estimating Pedestrian Volume in a Central Business District. *Transportation Research Record* Vol 629. Washington DC

CALTHORPE, P. (1993), The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream. *New York: Princeton Architectural Press.*, [ISBN 1-878271-68-7](#).

CENTRO DE ESTUDIOS DE TRANSPORTE. UNC (1998) - Estudio Integral del Sistema Urbano y de Cargas de la Ciudad de Salta – Etapa I. Base de datos en soporte informático.

CENTRO DE ESTUDIOS DE TRANSPORTE. UNC (1999) - Propuesta para la Mejora del Sistema de Transporte Público de Pasajeros mediante Omnibus de la Ciudad de Santo Tomé. Base de datos en soporte informático.

CENTRO DE ESTUDIOS DE TRANSPORTE. UNC (2005) - Estudio de Transporte de la Ciudad de Villa Carlos Paz. Base de datos en soporte informático.

CENTRO DE ESTUDIOS DE TRANSPORTE. UNC (2008) - Ciudad de Neuquén - Argentina. Estimación de la Demanda de Transporte. Base de datos en soporte informático.

CERVERO, R., (1989). America's Suburban Centers: The Land Use – *Transportation Link*. Boston: Unwin-Hyman.

CERVERO, R., (1991) Land Uses and Travel at Suburban Activity Centers. *Transportation Quarterly* Vol. 45, No. 4, pp. 479-491.

CERVERO, R., KOCKELMAN, K. (1997), Travel demand and the 3 Ds: density, diversity, and design. *Transportation Research D* 2 (3), pp. 119-219.

CERVERO, R., (2002), Built Environments and Mode Choice: Towards a Normative Framework. *Transportation Research D* (www.elsevier.com/locate/trd), Vol. 7, pp. 265-284

CERVERO R. ARRINGTON, G.B., (2008), Vehicle Trip Reduction Impacts of Transit-Oriented Housing. *Journal of Public Transportation*, Vol. 11, No. 3, pp. 1-17.

CLARK, D.E., (1997), Estimating Future Bicycle and Pedestrian Trips from a Travel Demand Forecasting Model. *Institute of Transportation Engineers, 67th Annual Meeting*,

CRANE, R., (1996), Cars and Drivers in the New Suburbs: Linking Access to Travel in Neo-traditional Planning. *Journal of the American Planning Association* 62 (1):pp. 51–65.

CRANE, R., CREPEAU, R., (1998), Does Neighborhood Design Influence Travel? A Behavioral Analysis of Travel Diary and GIS Data. *Transportation Research Part D* 3 (4): pp. 225–238.

DEAKIN, E.A., (1985), Utilitarian Cycling: A Case Study of the Bay Area and Assessment of the Market for Commute Cycling. *University of California, Berkeley, ITS Research Report*.

DILL, J., CARR, T., (2003). Bicycle Commuting and Facilities in Major US Cities: if you build them, commuters will use them. *Transportation Research Record* 1828, pp.116–123.

DILL, J., GLIEBE J.G., (2008), Bicycle Commuting and Facilities in Major US Cities: If You Build Them Commuters Will Use Them. *Journal of the Transportation Research Board*. Nº 1828. pp. 116-123.

DIXON, L., (1995), Adopting Corridor Specific Performance Measures for Bicycle and Pedestrian Level of Service. *Transportation Planning*, City of Gainesville, Fla. Traffic Engineering Department, pp. 5-7.

DUANY, A., PLATER–ZYBERK, E., (1992), The Second Coming of the American Small Town. *Wilson Quarterly*. Vol 16 (Winter), pp.19–50.

EASH, R., (1999), Destination and Mode Choice. *Transportation Research Record* 1674, Paper Nº 99-0746, pp.1-8.

EPPELSON, B., HENDRICKS, S., YORK, M., (1995), Estimation of Bicycle Transportation Demand from Limited Data, *Compendium of Technical Papers from the Institute of Transportation Engineers 65th Annual Meeting*, pp. 436-440.

ERCOLANO, J. M., OLSON J.S., SPRING D.M., (1997), Sketch-Plan Method for Estimating Pedestrian Traffic for Central Business Districts and Suburban Growth Corridors. New York State Department of Transportation; *Transportation Research Record* 1578.

EWING E., (1995), Beyond Density, Mode Choice, And Single-Purpose Trips. *Transportation Quarterly*, Vol. 49. No. 4, pp.15-24.

EWING, E., CERVERO, R. (2001), Travel and the Built Environment: A Synthesis. *Transportation Research Record*. 1780, pp. 87-114.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, (1998), Development of the Bicycle Compatibility Index: A Level of Service Concept (Final Report). *Publication Nº. FHWA-RD-98-072*, U.S. Department of Transportation, FHWA, Turner-Fairbank Highway Research Center: McLean, VA.

FORSYTH, A., KRIZEK, K., RODRÍGUEZ D., BLANCO, H., ALBERTI, M., (2009), Hot, congested, crowded and diverse: Emerging research agendas in planning. *Progress in Planning*, Vol 71 pp.153–205.

FORSYTH A., KRIZEK, K., (2010), Promoting Walking and Bicycling: Assessing the Evidence to Assist Planners. *Built Environment*, Vol 36. Nº 4, pp. 429-446.

GAT, D., L. MAMANE, Y., PLAUT P., LECK E., BEKHOR S., (2005), Planning a Sustainable Urban District: Urban Design, Transportation, Environment Planning. *Journal of the Israel Association of Planners* 2 (1):pp 3-8.

GOLDSMITH, S., (1997), Estimating the Effect of Bicycle Facilities on VMT and Emissions. s.d., Seattle Engineering Department, WA.

GREENWALD, M., BOARNET, M., (2001), Built Environment as Determinant of Walking Behavior: Analyzing Non-work Pedestrian Travel in Portland, Oregon. *Transportation Research Record* 1780, pp.:33-42.

GRIECO, E.P.; SILVA PORTUGAL, L., (2010), Taxas de Geração de Viagens em Condomínios Residenciais - Niterói - Estudo De Caso. *Revista Transportes*, vol. XVIII, n 1, pp. 87-95.

HOLTZCLAW, J., (1994), Using Residential Patterns and Transit to Decrease Automobile Dependence and Cost. *California Home Energy Efficiency Rating Systems*. San Francisco: Natural Resources Defense Council, pp.16-23.

HOOK W., REPLOGLE M., (1996), Motorization and Non Motorized Transport In Asia. *Land Use Policy*, Vol. 13, No. 1, pp. 69-84.

KAGAN, L.S., SCOTT W.G., AVIN, U.P., (1978), A Pedestrian Planning Procedures Manual. *Federal Highway Administration*, Reports Nº. FHWA-RD-79-45, FHWA-RD-79-46, and FHWA-RD-79-47..

KATZ, P., (1994).The New Urbanism: Toward an Architecture of Community..New York.: McGraw-Hill, [ISBN 0-07-033889-2](#).

KATZ, R., (1996), Demand for Bicycle Use: A Behavioral Framework and Empirical Analysis for Urban NSW. *Doctoral thesis*. The Graduate School of Business, University of Sydney, NSW, Australia.

KHATTAK, A., RODRÍGUEZ D., (2005), Travel Behavior in Neo-traditional Neighborhood Developments: A Case Study in USA. *Transportation Research Part A* 39. pp. 481-500.

KOCKELMAN, K., (1996), Travel Behavior as a Function of Accessibility, Land Use Mixing and Land Use Balance: Evidence from the San Francisco Bay Area. *Thesis Document for the Master of City Planning Degree*, University of California, Berkeley, pp 1-51.

KOCKELMAN, K. (1997), Travel Behaviour as a Function of Accessibility, Land Use Mixing and Land Use Balance. *Transportation Research Record* 1607, pp:117-125.

KRIZEK,K, (2005),. Estimating Bicycling Demand. *Journal of the Transportation Research Board*, Nº 1939.pp 45-51.

KULASH, W., ANGLIN J., MARKS, D., (1990), Traditional Neighborhood Development: Will the Traffic Work?. *Development* 21, pp. 21-24.

LANDIS, B., TOOLE, J., (1996), Using the Latent Demand Score Model to Estimate Use. *Pro Bike Pro Walk 96: Forecasting the Future*. Bicycle Federation of America/Pedestrian Federation of America, pp. 320-325.

LECK, E., (2006), The Impact of Urban Form on Travel Behavior: A Meta-Analysis. *Berkeley Planning Journal*, Volume 19, pp. 37-58.

LEVINSON, H, F. HOUSTON W., (1963), Effects of Density on Urban Transportation Requirements. *Highway Research Record* Nº2: pp. 38-64.

LEVITTE, Y., (1999), Bicycle Demand Analysis - A Toronto Case Study. *Transportation Research Board Annual Meeting*, (www.trb.org), 2010.

LITMAN, T., BLAIR, R., DEMOPOULOS, B., NILS, E., FRITZEL A., LAIDLAW, D., MADDOX, H., FORSTER, K., (2006), Pedestrian and Bicycle Planning - A Guide to Best Practices. *Victoria Transport Policy Institute Publication*.

LITMAN T., (2010), Evaluating Non-Motorized Transportation Benefits and Costs. *Victoria Transport Policy Institute Publication*.

MATLICK, J. M., (1996), If We Build It, Will They Come? (Forecasting Pedestrian Use and Flows). *Pro Bike Pro Walk 96: Forecasting the Future*. Bicycle Federation of America/Pedestrian Federation of America, pp. 315–319.

MCNALLY, M., RYAN, S., (1992), A Comparative Assessment of Travel: Characteristics of Neo-traditional Developments. Irvine, CA: *Institute of Transportation Studies*, University of California.

MCNALLY, M.G., RYAN, S., (1995), Accessibility of Neotraditional Neighborhoods: A Review of Design Concepts, Policies, and Recent Literature. *Transportation Research Part A* 29 (2): pp 87-105.

MOZER, D., (1997), Calculating Multi-Mode Levels-of-Service, International Bicycle Fund, <http://www.halcyon.com/fkroger/bike/los.htm>.

MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA, (2008), Barrios Bajo la Lupa. *Sitio Web*: <http://www.cordoba.gov.ar>. Córdoba, Argentina.

NELSON, A.C., ALLEN, D., (1997), If You Build Them, Commuters Will Use Them: Cross-Sectional Analysis of Commuters and Bicycle Facilities. City Planning Program, Georgia Institute of Technology. *Transportation Research Board Annual Meeting*, Paper #970132.

OHRN, C.E., (1976), Predicting the Type and Volume of Purposeful Bicycle Trips. *Transportation Research Record* 570.

ORTUZAR J., WILUMSEN L. (2004), *Modelling Transport* - Third Edition, John Wiley & Sons., LTD. pp. 126 -127.

PENDAKUR V. S. (2005), Non Motorized Transport in African Cities. Lessons from Experience in Kenya and Tanzania. *Sub-Saharan Africa Transport Policy Program - SSATP*. Working Paper Nº.80.

PLAUT, P., BOARNET, M., (2003), New Urbanism and the Value of Neighborhood Design. *Journal of Architectural and Planning Research* 20 (3): pp. 254-265.

PORTER, C., SUHRBIER J., SCHWARTZ, W.L., (1999), Forecasting Bicycle and Pedestrian Travel: State of the Practice and Research Needs. *Transportation Research Record* 1674, Paper No. 99-0750, pp. 94-101.

PÖYRY, (2009), Base de datos en soporte informático de la Encuesta de Origen / Destino 2008 en la ciudad de Córdoba y Area Metropolitana.

PUCHER, J., KOMANOFF, C., SCHIMEK, P., (1999). Bicycling renaissance in North America? Recent trends and alternative policies to promote bicycling. *Transportation Research Part A* 33 (7/8), pp. 625-654.

PUCHER, J., DIJKSTRA, L., (2000), Making Walking and Cycling Safer: Lessons from Europe. *Transportation Quarterly* Vol. 54, No. 3.

PUCHER, J., BUEHLER, R., (2008), Making Cycling Irresistible. *Transport Reviews*, Vol. 28, pp.1-57.

PUSHKAREV, B., ZUPAN, J.M., (1971), Pedestrian Travel Demand. *Highway Research Record* 355, HRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 37-43.

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. *Paper Submitted in 2002 for Presentation and Publication Transportation Research Board 2003*.

RIDGWAY, MATTHEW D. (1995), Projecting Bicycle Demand: An Application of Travel Demand Modeling Techniques to Bicycles. *1995 Compendium of Technical Papers*, Institute of Transportation Engineers 65th Annual Meeting, pp. 755-785.

RODRIGUES DE DEUS, L., (2008). A influencia da forma urbana das no comportamento de viagem das pessoas: Estudo de caso em Uberlândia, MG. *Dissertação (Mestrado)*, Universidade Federal de São Carlos.139 f.

RODRIGUEZ, D., JOO, J., (2004), The Relationship between Non-motorized Mode Choice and the Local Physical Environment. *Transportation Research Part D* 9, pp. 51-173.

SCOVINO, A., PORTUGAL, L., ESCOBAR, N., FLÓREZ, J., SORRATINI, J., (2010), Pedestres: Caracterização e Modelos de Previsão de Viagens, Cadernos Pólos Geradores de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental. <http://redpgv.coppe.ufrj.br>. 2010.

SCHIMEK, P., (1996), Household motor vehicle ownership and use: How much does residential density matter?. *Transportation Research Record*, 1552, pp. 120-125.

SCHWANEN T., MOKHTARIAN P., (2005), What affects commute mode choice: neighbourhood physical structure or preferences towards neighbourhood? *Journal of Transport Geography*, Vol 13, pp. 83-99.

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. *FHWA Final Report*, RD - 98 -166.

SHAY E., KHATTAK, A.J., (2006), Autos, Trips and Neighbourhood Type: Comparing Environmental Measures. *Transportation Research Record (TRB) Paper 07-1119 - TRB 2007 Annual Meeting CD-ROM*

SORTON, A., WALSH, T., (1994), Bicycle Stress Level as a Tool to Evaluate Urban and Suburban Bicycle Compatibility; *Transportation Research Record 1438*, Northwestern University Traffic Institute.

STEELE K., ALTMAIER M., (2010), Alliance for Biking & Walking, Bicycling and Walking in the United States. *2010 Benchmarking Report*

SUBIRATS, J., KNOEPFEL, P., LARRUE, C., VARONE, F., (2008), *Análisis y Gestión de Políticas Públicas*. Editorial Ariel S.A., Barcelona, España. ISBN: 978-84-344-1828-8.

TARGA F., CLIFTON, K.J., (2004), Built Environment and Trip Generation for Non-Motorized Travel. *Paper summary submitted for presentation National Household Travel Survey Conference: Data for Understanding Our Nation's Travel*, Washington, DC

TIWARI G., (2001), Meeting the challenge of socio-economic diversity in cities- case study Delhi, India. 20th South African Transport Conference South Africa, *Meeting the Transport Challenges in Southern Africa' Conference Paper*.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, (2010). Highway Capacity Manual, Volume 3, Chapter 16: Urban Street Facilities . pp. 21-23

TURNER, S., HOTTENSTEIN, A., SHUNK, G., (1997), Bicycle and pedestrian Travel Demand Forecasting Literature Review. *FHWA Research Report, TX-98 / 1723 -1*. pp. 1-54.

VANOLI A., RIERA A (2003), Evolución de la Movilidad en la ciudad de Córdoba. Centro de Estudios de Transporte, UNC.

WASHINGTON, S.P., KARLAFTIS, M.G., MANNERING, F.L., (2003), *Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis*. Chapman & Hall/CRC, pp. 63-120.

WIGAN, M.R., RICHARDSON, A.J. AND BRUNTON, P.J. (1998). Simplified Estimation of Demand for Non-Motorised Trails using Geographic Information Systems, *Transportation Research Record*, 1636, pp.47-55.

WILBUR SMITH ASSOCIATES. (1996), Non-Motorized Access to Transit: Final Report. Prepared for Regional Transportation Authority, Chicago, IL,

ZEGRAS, C., (2004), The Influence of Land Use on Travel Behaviour: Empirical Evidence from Santiago de Chile. *Transportation Research Board (TRB) 83rd Annual Meeting, WASHINGTON DC*.

1000 FRIENDS OF OREGON, (1993), Making the Land Use, Transportation, Air Quality Connection. *The Pedestrian Environment 4A*.

ANEXO I

ANALISIS ESTADISTICO PARA LA FORMULACION
DE MODELOS DE REGRESION LINEAL MULTIPLE

Ciudad de Córdoba – Viajes a pie

El modelo elegido para la generación de viajes a pie considera la totalidad de los hogares (382) abarcando todos los motivos de viaje incluyendo las variables independientes siguientes: *cantidad de estudiantes y cantidad de trabajadores*

Respecto a los motivos de viaje el trabajo y el estudio concentran el 64% del total de viajes. El modelo que considera los viajes por esos motivos se asemeja bastante al obtenido empleando todos los datos.

Caso a-2	Totalidad de hogares (N = 382)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie	
VARIABLES INDEPENDIENTES (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	1,506	(15,145)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,623	(20,389)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,953	(6,36)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,533	
<i>R2 ajustado</i>	0,531	
<i>F-Snedecor</i>	216,352	
<i>Durbin-Watson</i>	1,723	

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Viajes por hogar	2,84	2,01	382
Cantidad de estudiantes	,66	,89	382
Cantidad de trabajadores	,27	,47	382

Los signos de los coeficientes de regresión parcial son lógicos. Las dos variables poseen coeficientes significativamente distintos de cero. El valor del estadístico de Durbin - Watson indica la ausencia de autocorrelación de los residuales (supuesto de independencia).

Coefficient Correlations^a

Model			Cantidad de trabajadores	Cantidad de estudiantes
1	Correlations	Cantidad de trabajadores	1,000	,111
		Cantidad de estudiantes	,111	1,000
	Covariances	Cantidad de trabajadores	2,244E-02	1,322E-03
		Cantidad de estudiantes	1,322E-03	6,336E-03

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

Se verifica que las variables independientes no se encuentran correlacionadas.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
		1	(Constant)	1,506			,099		15,145	,000		
	Cantidad de estudiantes	1,623	,080	,720	20,389	,000	,695	,723	,716	,988	1,012	
	Cantidad de trabajadores	,953	,150	,225	6,360	,000	,145	,311	,223	,988	1,012	

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

Las correlaciones de orden cero en relación a las correlaciones parciales indican que la parte atribuible a cada variable independiente en la generación de viajes no disminuye al eliminar las variables restantes, incluso aumenta en el caso de cantidad de estudiantes.

El Nivel de Tolerancia (1-R²) – El R² resultante de regresar la variable considerada sobre el resto de las variables independientes. Los valores no indican problemas significativos de colinealidad

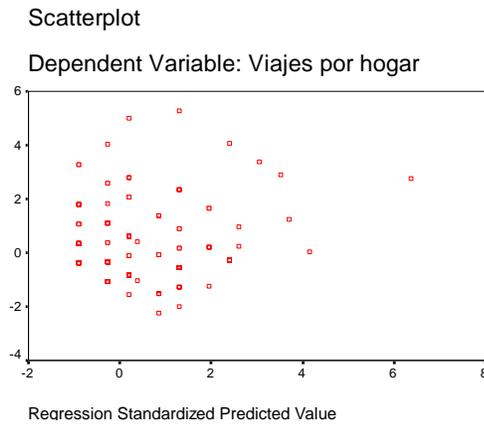
Se detectaron siete casos de outliers fuera del rango correspondiente a + 3 desviaciones típicas.

Casewise Diagnostics^a

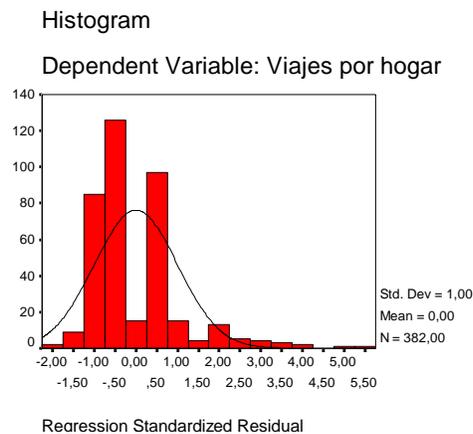
Case Number	Std. Residual	Viajes por hogar	Predicted Value	Residual
81	3,391	12	7,33	4,67
124	4,986	10	3,13	6,87
125	4,082	12	6,37	5,63
129	3,261	6	1,51	4,49
345	4,021	8	2,46	5,54
346	5,260	12	4,75	7,25
353	3,261	6	1,51	4,49

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

La nube de puntos no muestra una asociación entre los residuos y los pronósticos, no exhibiendo otra función de ajuste. No obstante, la dispersión de los residuos aumenta a medida que lo hace el valor de los pronósticos por lo que el modelo presenta cierto grado de heterocedasticidad. (no parece ser grave)



El supuesto de normalidad resulta cuestionable ya que la parte central concentra más casos que los que se presentan en una distribución normal y la distribución es asimétrica.

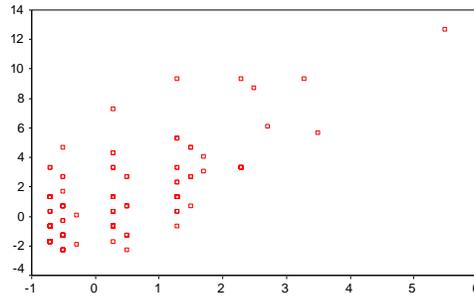


Los diagramas de regresión parcial¹¹ muestran relaciones lineales y dan una idea relativa del tamaño y signo de los coeficientes parciales del modelo.

¹¹ Los diagramas de regresión parcial permiten examinar la relación existente entre la variable dependiente y cada una de las variables independientes, tras eliminar el efecto del resto de las variables independientes incluidas en el análisis. No están basados en las puntuaciones originales de las variables representadas sino en los residuos obtenidos al efectuar un análisis de regresión con el resto de las variables independientes, mostrando la relación neta entre las variables representadas.

Partial Regression Plot

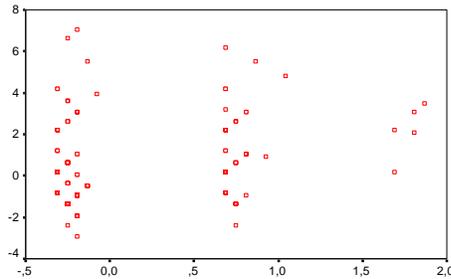
Dependent Variable: Viajes por hogar



Cantidad de estudiantes

Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



Cantidad de trabajadores

La ausencia de autovalores próximos a cero y la ausencia de Índices de Condición menores a 15 indican que no hay problemas de colinealidad.

Collinearity Diagnostics^a

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions		
				(Constant)	Cantidad de estudiantes	Cantidad de trabajadores
1	1	1,894	1,000	,11	,11	,10
	2	,784	1,554	,00	,32	,57
	3	,322	2,425	,88	,57	,33

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

Ciudad de Neuquén – Viajes a pie

El modelo elegido para la generación de viajes a pie considera la totalidad de los hogares (560) abarcando todos los motivos de viaje incluyendo las variables independientes siguientes: cantidad de estudiantes, cantidad de trabajadores y cantidad de vehículos en el hogar.

El trabajo y el estudio concentran el 70% del total de viajes. El modelo que considera los hogares donde se producen viajes por esos motivos se asemeja bastante al obtenido empleando los datos globales.

Caso a	Totalidad de hogares (n=560)	
VARIABLES INDEPENDIENTES (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	1,32	(10,368)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,504	(18,502)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,386	(13,161)
Cantidad de vehículos en el hogar	-0,213	(-1,845)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,428	
<i>R2 ajustado</i>	0,425	
<i>F-Snedecor</i>	138,86	
<i>Durbin-Watson</i>	1,993	

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Viajes por hogar	3,07	2,09	560
Cantidad de estudiantes	,70	,86	560
Cantidad de trabajadores	,57	,66	560
VEHICULO	,45	,58	560

Los signos de los coeficientes de regresión parcial son lógicos. Las variables seleccionadas poseen coeficientes significativamente distintos de cero. El valor del estadístico de Durbin - Watson indica la ausencia de autocorrelación de los residuales (supuesto de independencia).

El Nivel de Tolerancia y su inversa VIF indican la ausencia de problemas significativos de colinealidad. Igual diagnóstico se obtiene a partir de los Autovalores ($> > a 0$) y los Índices de condición ($< < a 15$).

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1	(Constant)	1,320	,127		10,368	,000						
	Cantidad de estudiantes	1,504	,081	,619	18,502	,000	,491	,617	,593	,919	1,088	
	Cantidad de trabajadores	1,386	,105	,441	13,161	,000	,275	,487	,422	,914	1,094	
	VEHICULO	-,213	,115	-,060	-1,845	,066	-,058	-,078	-,059	,985	1,015	

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

Collinearity Diagnostics^a

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions			
				(Constant)	Cantidad de estudiantes	Cantidad de trabajadores	VEHICULO
1	1	2,489	1,000	,04	,05	,04	,06
	2	,772	1,795	,00	,24	,40	,05
	3	,556	2,117	,01	,32	,02	,72
	4	,183	3,691	,95	,40	,54	,17

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

Se detectaron seis casos de outliers fuera del rango correspondiente a + 3 desviaciones típicas.

Casewise Diagnostics^a

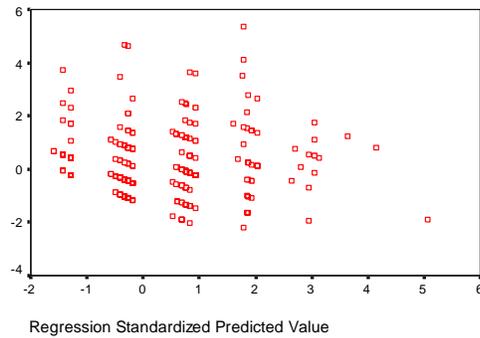
Case Number	Std. Residual	Viajes por hogar	Predicted Value	Residual
118	3,659	10	4,21	5,79
207	3,490	11	5,48	5,52
321	3,480	8	2,49	5,51
372	4,669	10	2,61	7,39
374	4,610	10	2,71	7,29
435	3,724	7	1,11	5,89
447	3,584	10	4,33	5,67
491	4,107	12	5,50	6,50
558	5,371	14	5,50	8,50

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

La nube de puntos muestra una distribución aleatoria de los residuos (estos últimos independientes de los pronósticos) con una mayor concentración de los pronósticos mayores que la media. Se observa una leve heterocedasticidad.

Scatterplot

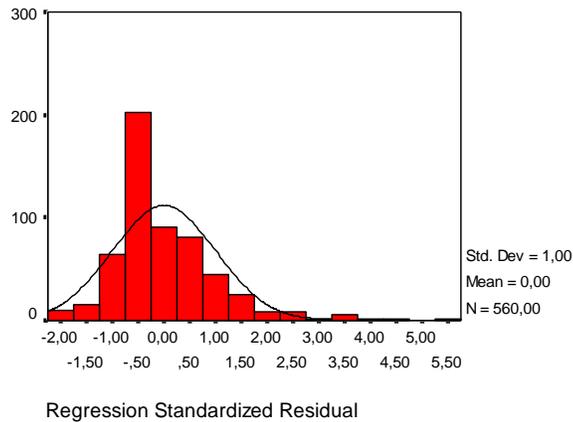
Dependent Variable: Viajes por hogar



La parte central de la distribución concentra más casos que los que se presentan en una distribución normal. Se nota una asimetría a la derecha. No obstante se asemeja bastante a la normal.

Histogram

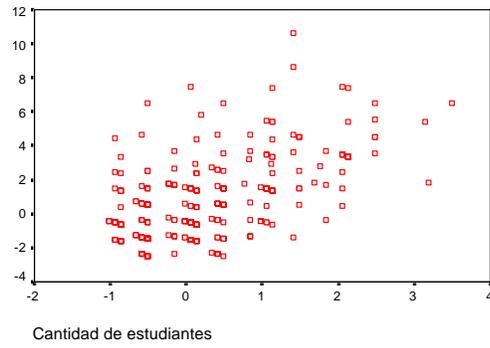
Dependent Variable: Viajes por hogar



Los diagramas de regresión parcial muestran relaciones lineales entre la variable dependiente y cada variable independiente (aislada del efecto de las variables restantes).

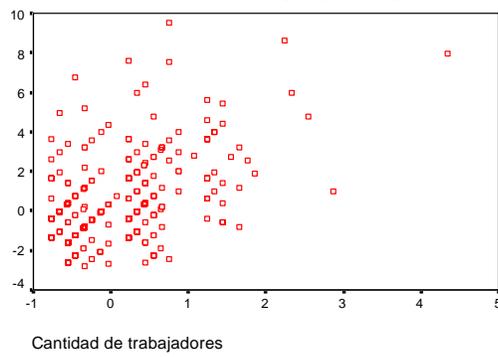
Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



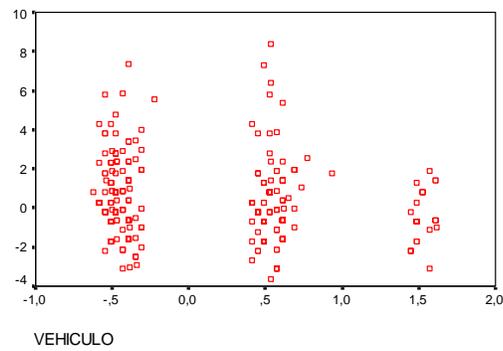
Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



Ciudad de Carlos Paz - Viajes a pie

El modelo elegido para la generación de viajes a pie considera la totalidad de los hogares (140) abarcando todos los motivos de viaje incluyendo las variables independientes siguientes: cantidad de estudiantes, cantidad de trabajadores y cantidad de vehículos en el hogar.

El trabajo y el estudio concentran el 31,4% del total de viajes. Si bien el modelo que considera los hogares donde se producen viajes por esos motivos presenta un mejor ajuste, adoptamos el que toma los datos globales siguiendo un criterio de uniformidad.

Caso a	Totalidad de hogares (N=140)	
Variable Dependiente (Y)		
Variables Independientes (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	2,109	(11,361)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,513	(14,153)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,732	(4,026)
Cantidad de vehículos en el hogar	-0,413	(-2,352)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,637	
<i>R2 ajustado</i>	0,629	
<i>F-Snedecor</i>	79,534	
<i>Durbin-Watson</i>	2,003	

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Viajes por hogar	3,00	2,20	140
Cantidad de estudiantes	,57	1,07	140
Cantidad de trabajadores	,39	,63	140
VEHICULO	,62	,65	140

Los signos de los coeficientes de regresión parcial son lógicos. Las variables seleccionadas poseen coeficientes significativamente distintos de cero. El valor del estadístico de Durbin - Watson indica la ausencia de autocorrelación de los residuales (supuesto de independencia)

El Nivel de Tolerancia y su inversa VIF indican la ausencia de problemas significativos de colinealidad.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	2,109	,186		11,361	,000					
	Cantidad de estudiantes	1,513	,107	,734	14,153	,000	,757	,772	,731	,992	1,009
	Cantidad de trabajadores	,732	,182	,210	4,026	,000	,286	,326	,208	,984	1,017
	VEHICULO	-,413	,175	-,122	-2,352	,020	-,171	-,198	-,122	,990	1,011

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

Coefficient Correlations^a

Model		VEHICULO	Cantidad de estudiantes	Cantidad de trabajadores
1	Correlations	VEHICULO	1,000	,030
		Cantidad de estudiantes	,030	1,000
		Cantidad de trabajadores	,095	-,084
	Covariances	VEHICULO	3,076E-02	5,667E-04
		Cantidad de estudiantes	5,667E-04	1,143E-02
		Cantidad de trabajadores	3,014E-03	-1,630E-03

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

Se detectó un único caso de outlier fuera del rango correspondiente a + 3 desviaciones típicas.

Casewise Diagnostics^a

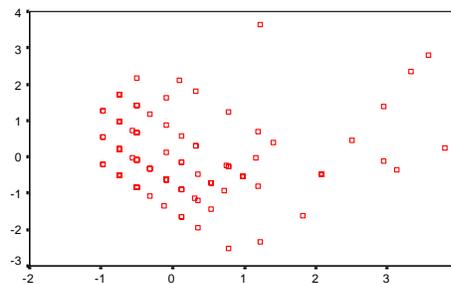
Case Number	Std. Residual	Viajes por hogar	Predicted Value	Residual
11	3,632	10	5,14	4,86

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

La nube de puntos muestra una distribución aleatoria de los residuos (estos últimos independientes de los pronósticos) excepto cuando los pronósticos superan la media. Se observa una leve heterocedasticidad.

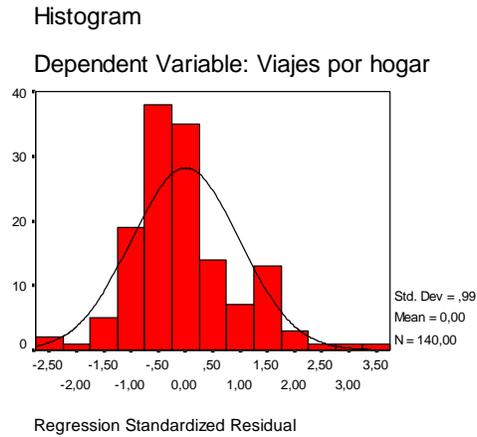
Scatterplot

Dependent Variable: Viajes por hogar

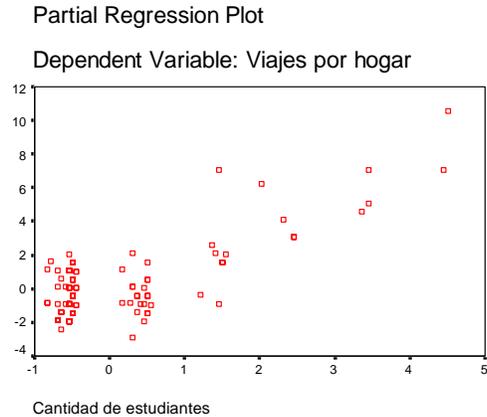


Regression Standardized Predicted Value

La parte central de la distribución concentra más casos que los que se presentan en una distribución normal. Se nota una asimetría a la derecha. No obstante se asemeja bastante a la normal.

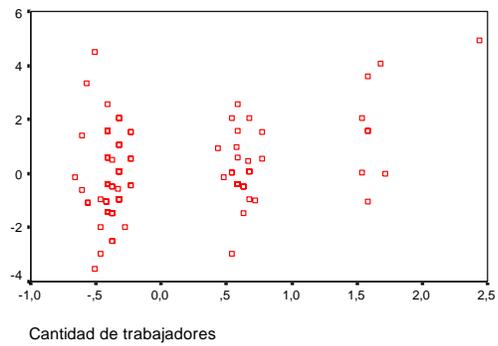


Los diagramas de regresión parcial muestran relaciones lineales entre la variable dependiente y cada variable independiente (aislada del efecto de las variables restantes).



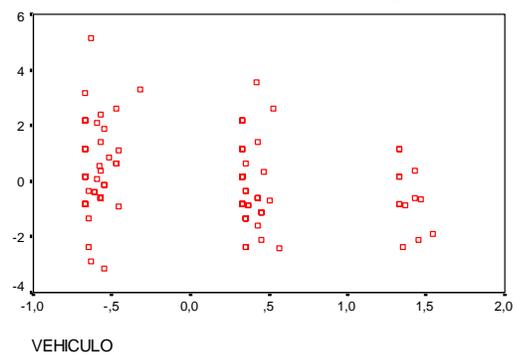
Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



Ciudad de Santo Tomé – Viajes a pie

El modelo elegido para la generación de viajes a pie considera la totalidad de los hogares (170) abarcando todos los motivos de viaje incluyendo las variables independientes siguientes: *cantidad de estudiantes*, *cantidad de trabajadores* y *cantidad de vehículos en el hogar*.

En este caso el modelo ajustado con los viajes distintos al trabajo y al estudio (63,4%), es casi idéntico al modelo estimado empleando los viajes por todos los motivos

Caso a	Totalidad de hogares (N = 170)	
VARIABLES INDEPENDIENTES (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	2,184	(10,262)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,714	(12,981)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,879	(3,545)
Cantidad de vehículos en el hogar	-0,451	(-1,99)
ESTADÍSTICOS		
<i>R cuadrado</i>	0,524	
<i>R2 ajustado</i>	0,516	
<i>F-Snedecor</i>	60,966	
<i>Durbin-Watson</i>	2,012	

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Viajes por hogar	3,51	2,34	170
Cantidad de estudiantes	,78	,95	170
Cantidad de trabajadores	,23	,51	170
VEHICULO	,49	,56	170

Los signos de los coeficientes de regresión parcial son lógicos. Las tres variables poseen coeficientes significativamente distintos de cero. El valor del estadístico de Durbin-Watson indica la ausencia de autocorrelación de los residuales (supuesto de independencia). Las correlaciones de orden cero en relación a las correlaciones parciales indican que la parte atribuible a cada variable independiente en la generación de viajes no disminuye al eliminar las variables restantes. El Nivel de Tolerancia y su inversa VIF indican la ausencia de problemas significativos de colinealidad

Coefficient^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	2,184	,213		10,262	,000					
	Cantidad de estudiantes	1,714	,132	,698	12,981	,000	,686	,710	,695	,992	1,008
	Cantidad de trabajadores	,879	,248	,192	3,545	,001	,150	,265	,190	,977	1,023
	VEHICULO	-,451	,226	-,107	-1,990	,048	-,154	-,153	-,107	,982	1,018

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

La matriz de correlación muestra que las variables independientes no están correlacionadas entre sí.

Coefficient Correlation^a

Model		VEHICULO	Cantidad de estudiantes	Cantidad de trabajadores
1	Correlations	VEHICULO	1,000	,043
		Cantidad de estudiantes	,043	1,000
		Cantidad de trabajadores	,129	,084
	Covariances	VEHICULO	5,129E-02	1,292E-03
		Cantidad de estudiantes	1,292E-03	1,743E-02
		Cantidad de trabajadores	7,224E-03	2,754E-03

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

Se detectó un caso de outlier fuera del rango correspondiente a ± 3 desviaciones típicas

Casewise Diagnostic^a

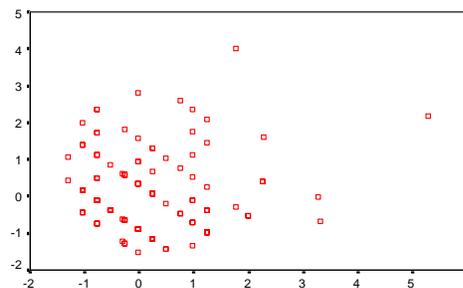
Case Number	Std. Residual	Viajes por hogar	Predicted Value	Residual
15	4,004	13	6,49	6,51

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

La distribución de los residuales es aleatoria y no muy dispersa. No se observa heterocedasticidad.

Scatterplot

Dependent Variable: Viajes por hogar

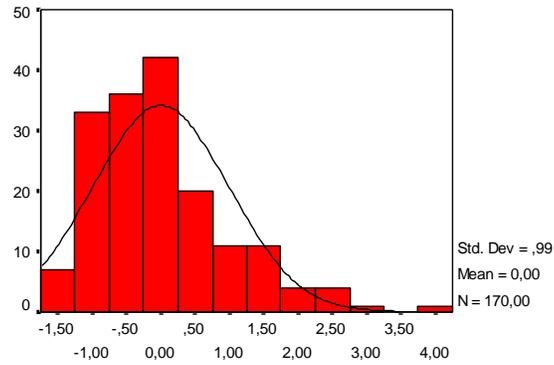


Regression Standardized Predicted Value

Excepto por la asimetría a la derecha, la distribución de los residuales se aproxima bastante a la normal.

Histogram

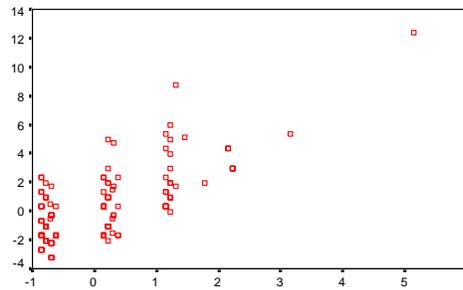
Dependent Variable: Viajes por hogar



Regression Standardized Residual

Partial Regression Plot

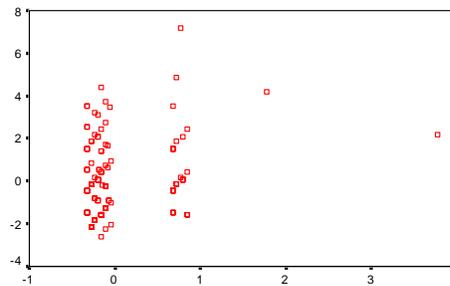
Dependent Variable: Viajes por hogar



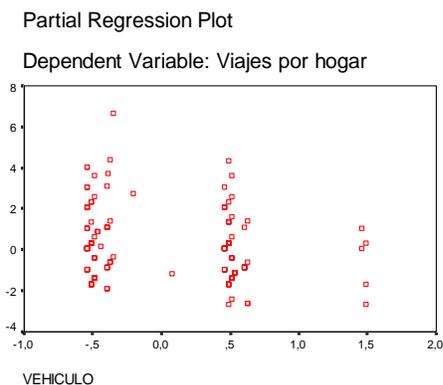
Cantidad de estudiantes

Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



Cantidad de trabajadores



Ciudad de Salta – Viajes a pie

El modelo elegido para la generación de viajes a pie considera la totalidad de los hogares (835) abarcando todos los motivos de viaje incluyendo las variables independientes siguientes: situación laboral¹² y asiste a educación¹³. El modelo ajustado con los viajes de trabajo y estudio (40,4%), es muy similar al modelo estimado empleando los viajes por todos los motivos

	Totalidad de hogares (N=835 - 2724 viajes)	
Variable Dependiente (Y)	Tasa de viajes a pie	
Variables Independientes (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	-0,802	(-2,132)
Situacion laboral	1,542	(10,325)
Assitencia a educacion	1,072	(6,204)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,149	
<i>R2 ajustado</i>	0,147	
<i>F-Snedecor</i>	73,046	
<i>Durbin-Watson</i>	1,991	

¹² Indica si en el hogar existe al menos una persona que trabaja

¹³ Indica si en el hogar existe al menos una persona que asiste a un establecimiento educativo

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Viajes por hogar	3,26	2,30	835
Situacion laboral	1,41	,49	835
Asiste educacion	1,76	,43	835

El signo negativo del coeficiente de la constante no es lógico. Las tres variables poseen coeficientes significativamente distintos de cero. El valor del estadístico de Durban – Watson indica la ausencia de autocorrelación de los residuales (supuesto de independencia)

La matriz de correlación muestra que las variables independientes no están correlacionadas entre sí.

Coefficient Correlations

Model		Asiste educacion	Situacion laboral
1 Correlations	Asiste educacion	1,000	-,008
	Situacion laboral	-,008	1,000
Covariances	Asiste educacion	2,983E-02	-1,969E-04
	Situacion laboral	-1,969E-04	2,230E-02

a Dependent Variable: Viajes por hogar

Las correlaciones de orden cero en relación a las correlaciones parciales indican que la parte atribuible a cada variable independiente en la generación de viajes no disminuye al eliminar las variables restantes

Coefficients

a Dependent Variable: Viajes por hogar

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	95% Confidence Interval for B		Correlations		
	B	Std. Error	Beta				Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part
(Constant)	-,802	,376			-2,132	,033	-1,541	-,064			
Situacion laboral	1,542	,149	,330		10,325	,000	1,249	1,835	,332	,337	,330
Asiste educacion	1,072	,173	,198		6,204	,000	,733	1,411	,201	,210	,198

a Dependent Variable: Viajes por hogar

Se identificaron 11 outliers fuera del rango correspondiente a ± 3 desviaciones típicas

Casewise Diagnostics

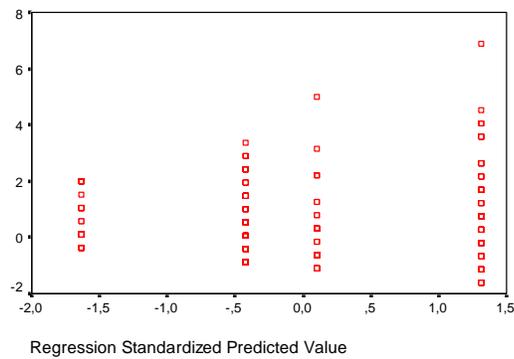
Case Number	Std. Residual	Viajes por hogar	Predicted Value	Residual
56	4,040	13	4,42	8,58
215	4,040	13	4,42	8,58
284	3,131	10	3,35	6,65
330	6,866	19	4,42	14,58
430	3,568	12	4,42	7,58
473	3,568	12	4,42	7,58
490	3,568	12	4,42	7,58
517	3,568	12	4,42	7,58
519	4,511	14	4,42	9,58
812	3,353	10	2,88	7,12
829	5,015	14	3,35	10,65

a Dependent Variable: Viajes por hogar

La distribución de los residuales muestra que existe heterocedasticidad.

Scatterplot

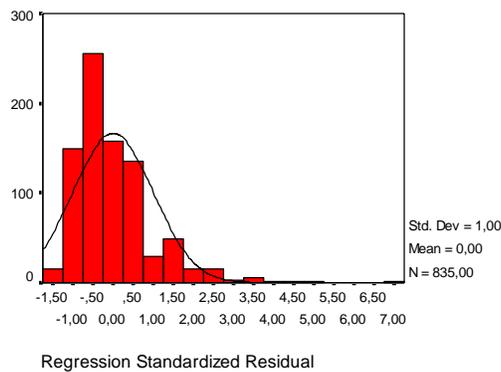
Dependent Variable: Viajes por hogar



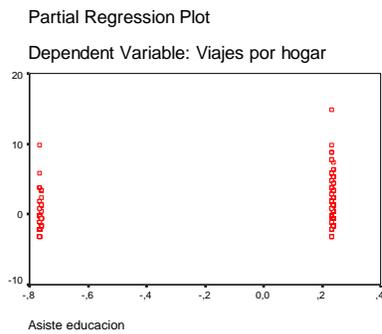
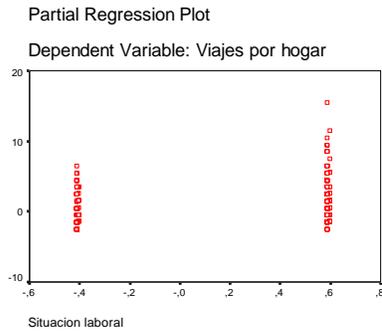
Se observa una fuerte asimetría a la derecha. La distribución difiere bastante de la normal.

Histogram

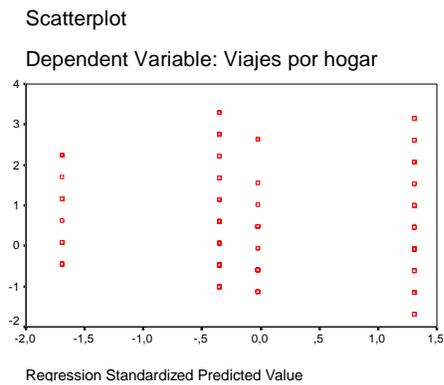
Dependent Variable: Viajes por hogar



Los diagramas parciales no muestran una relación funcional entre las variables independientes y la variable dependiente.



Al eliminar los valores detectados como outliers disminuye la heterocedasticidad . El R^2 no cambia aunque si se modifican los valores de los coeficientes de regresión.



Model	Coefficients		t	Sig.	Correlations			
	Unstand ardized Coefficie nts B	Standard ized Coefficie nts Beta			Zero- order	Partial	Part	
1 (Constant)	-,503	Std. Error ,331	-1,518	,129				
Situacio n laboral	1,290	,132	,315	9,773	,000	,316	,323	,315
Asiste educacio n	1,037	,152	,220	6,816	,000	,222	,231	,220

a Dependent Variable: Viajes por hogar

Córdoba - Viajes en bicicleta

El modelo elegido para la generación de viajes en bicicleta considera la totalidad de los hogares (124) abarcando todos los motivos de viaje incluyendo las variables independientes siguientes: *cantidad de estudiantes, cantidad de trabajadores, índice de nivel socioeconómico y cantidad de bicicletas en el hogar.*

Respecto a los motivos de viaje el trabajo y el estudio concentran el 42% del total de viajes.

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Viajes por hogar	2,40	1,04	124
Cantidad de estudiantes	,19	,44	124
Canitdad de trabajadores	,61	,55	124
Indice de nivel socioeconomico	2,94	1,44	124
BICIS	1,61	1,04	124

Los signos de los coeficientes de regresión parcial son lógicos Las cuatro variables poseen coeficientes significativamente distintos de cero. El valor del estadístico de Durbin-Watson indica la ausencia de autocorrelación de los residuales (supuesto de independencia)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	2,089	,263		7,944	,000					
	Cantidad de estudiantes	,928	,218	,388	4,258	,000	,346	,364	,358	,851	1,175
	Canitdad de trabajadores	,198	,165	,105	1,204	,231	,005	,110	,101	,931	1,074
	Indice de nivel socioeconomico	-7,85E-02	,064	-,108	-1,229	,221	,007	-,112	-,103	,913	1,095
	BICIS	,151	,085	,151	1,784	,077	,182	,161	,150	,986	1,014

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

Las correlaciones de orden cero en relación a las correlaciones parciales indican que la parte atribuible a cada variable independiente en la generación de viajes no disminuye al eliminar las variables restantes, incluso aumenta en la mayoría de los casos.

Se detectaron tres casos de outliers fuera del rango correspondiente a ± 3 desviaciones típicas.

Casewise Diagnostics

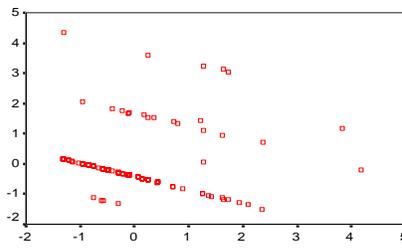
Case Number	Std. Residual	Viajes por hogar	Predicted Value	Residual
29	3,599	6	2,50	3,50
95	4,269	6	1,85	4,15
105	3,158	6	2,93	3,07

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

Se observa cierto grado de asociación entre los residuos y los pronósticos y una leve heterocedasticidad

Scatterplot

Dependent Variable: Viajes por hogar

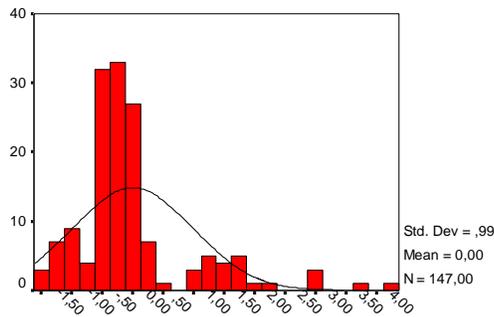


Regression Standardized Predicted Value

La distribución difiere significativamente de la normal.

Histogram

Dependent Variable: Viajes por hogar

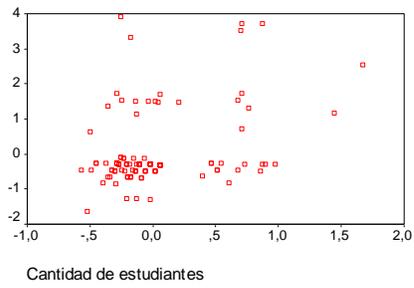


Regression Standardized Residual

Los diagramas de regresión parcial no muestran con claridad que existan relaciones lineales ó en todo caso se trata de una asociación muy débil.

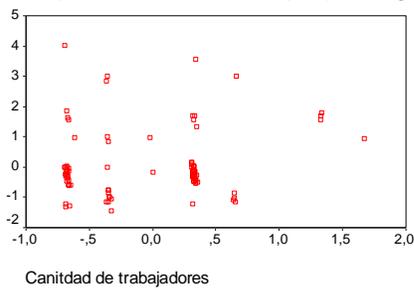
Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



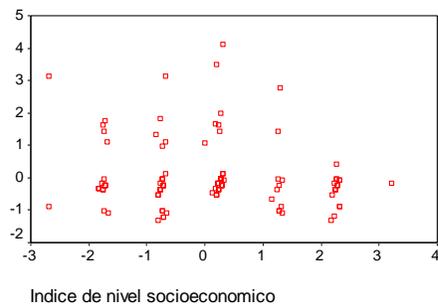
Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



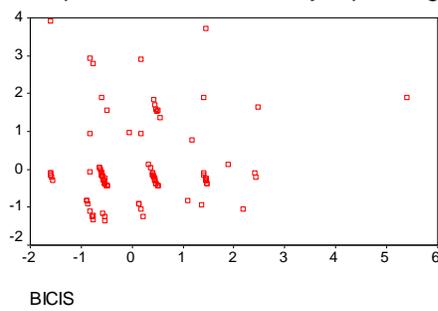
Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



Ciudad de Neuquén - Viajes en bicicleta

El modelo elegido para la generación de viajes a pie considera la totalidad de los hogares (337) abarcando todos los motivos de viaje incluyendo las variables independientes siguientes: *cantidad de estudiantes, cantidad de trabajadores y cantidad de bicicletas en el hogar.*

Caso a	Totalidad de hogares (N=337)	
VARIABLES INDEPENDIENTES (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	1,043	(6,373)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,239	(6,645)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,524	(13,26)
Cantidad de bicicletas en el hogar	0,198	(2,561)
ESTADÍSTICOS		
<i>R cuadrado</i>	0,392	
<i>R2 ajustado</i>	0,387	
<i>F-Snedecor</i>	71,706	
<i>Durbin-Watson</i>	1,773	

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Viajes por hogar	2,83	1,73	337
Cantidad de estudiantes	,15	,41	337
Cantidad de trabajadores	,85	,68	337
BICIS	1,57	,98	337

Las variables independientes no están correlacionadas significativamente

Coefficient Correlations^a

Model		BICIS	Cantidad de estudiantes	Cantidad de trabajadores	
1	Correlations	BICIS	1,000	-,056	-,198
		Cantidad de estudiantes	-,056	1,000	,258
		Cantidad de trabajadores	-,198	,258	1,000
	Covariances	BICIS	5,959E-03	-8,009E-04	-1,754E-03
		Cantidad de estudiantes	-8,01E-04	3,477E-02	5,524E-03
		Cantidad de trabajadores	-1,75E-03	5,524E-03	1,320E-02

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

Los signos de los coeficientes de regresión parcial son lógicos. Las tres variables poseen coeficientes significativamente distintos de cero. El valor del estadístico de Durbin-Watson

no indica la presencia de autocorrelación significativa de los residuales (supuesto de independencia)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	1,043	,164		6,373	,000					
	Cantidad de estudiantes	1,239	,186	,294	6,645	,000	,144	,342	,284	,934	1,071
	Cantidad de trabajadores	1,524	,115	,597	13,260	,000	,544	,588	,566	,900	1,111
	BICIS	,198	,077	,112	2,561	,011	,227	,139	,109	,961	1,041

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

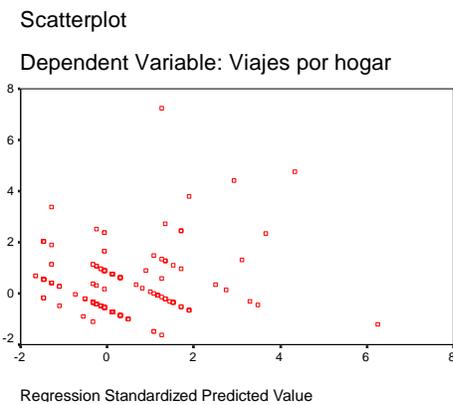
Se detectaron cinco casos de outliers fuera del rango correspondiente a ± 3 desviaciones típicas

Casewise Diagnostics^a

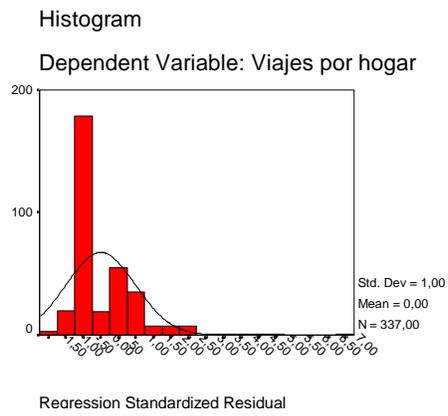
Case Number	Std. Residual	Viajes por hogar	Predicted Value	Residual
79	3,777	10	4,88	5,12
98	3,366	6	1,44	4,56
117	7,231	14	4,20	9,80
293	4,421	12	6,01	5,99
329	4,772	14	7,53	6,47

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

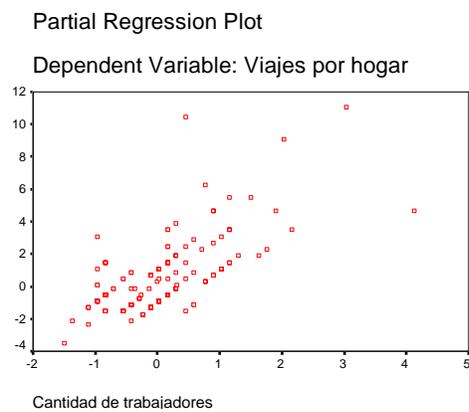
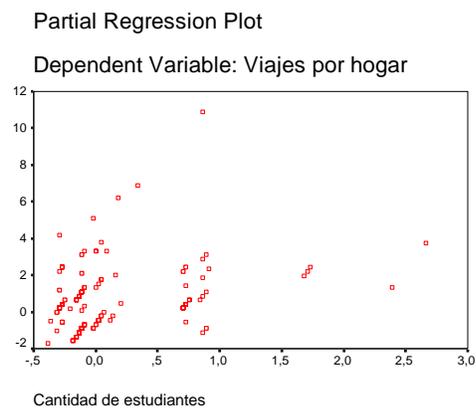
La nube de puntos tiene forma de U y se observa cierta heterocedasticidad.

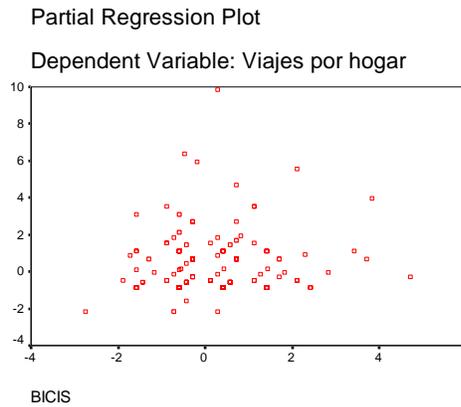


Podría aceptarse el supuesto de normalidad excepto por la gran concentración de casos a la izquierda de la media



La única relación claramente lineal corresponde a la variable cantidad de trabajadores





Santo Tomé - Viajes en bicicleta

El modelo elegido para la generación de viajes en bicicleta considera la totalidad de los hogares (179) abarcando todos los motivos de viaje incluyendo las variables independientes siguientes: *cantidad de estudiantes, cantidad de trabajadores y cantidad de bicicletas en el hogar*. El trabajo y estudio concentran el 21% de los viajes en bicicleta.

Caso a	Totalidad de hogares (N = 179))	
Variables Independientes (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	1,118	(3,46)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,369	(6,27)
Cantidad de trabajadores en el hogar	1,811	(8,08)
Cantidad de bicicletas en el hogar	0,398	(2,93)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,443	
<i>R2 ajustado</i>	0,433	
<i>F-Snedecor</i>	46,332	
<i>Durbin-Watson</i>	2,218	

Los signos de los coeficientes de regresión parcial son lógicos Las tres variables poseen coeficientes significativamente distintos de cero. El valor del estadístico de Durbin-Watson indica la ausencia de autocorrelación de los residuales (supuesto de independencia).

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Viajes por hogar	3,55	2,78	179
Cantidad de estudiantes	,45	,74	179
Cantidad de trabajadores	,54	,71	179
BICIS	2,12	1,22	179

Las variables independientes no se encuentran correlacionadas significativamente

Correlations

		Viajes por hogar	Cantidad de estudiantes	Cantidad de trabajadores	BICIS
Pearson Correlation	Viajes por hogar	1,000	,409	,496	,356
	Cantidad de estudiantes	,409	1,000	-,005	,255
	Cantidad de trabajadores	,496	-,005	1,000	,189
	BICIS	,356	,255	,189	1,000
Sig. (1-tailed)	Viajes por hogar	,	,000	,000	,000
	Cantidad de estudiantes	,000	,	,475	,000
	Cantidad de trabajadores	,000	,475	,	,006
	BICIS	,000	,000	,006	,
N	Viajes por hogar	179	179	179	179
	Cantidad de estudiantes	179	179	179	179
	Cantidad de trabajadores	179	179	179	179
	BICIS	179	179	179	179

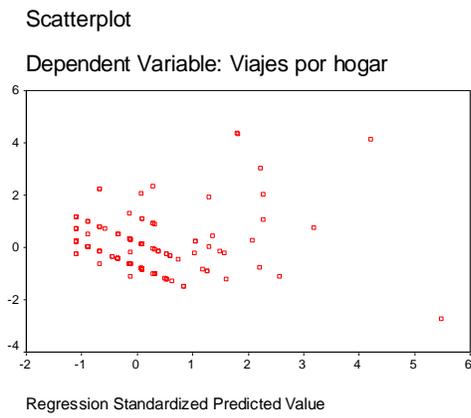
Se detectaron cuatro casos de outliers fuera del rango correspondiente a ± 3 desviaciones típicas.

Casewise Diagnostics^a

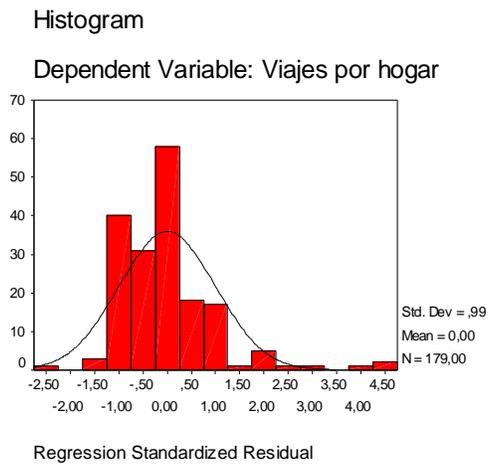
Case Number	Std. Residual	Viajes por hogar	Predicted Value	Residual
9	3,034	14	7,66	6,34
79	4,351	16	6,90	9,10
94	4,152	20	11,32	8,68
139	4,372	16	6,86	9,14

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

La relación entre los pronósticos y los residuales no parece ser lineal.



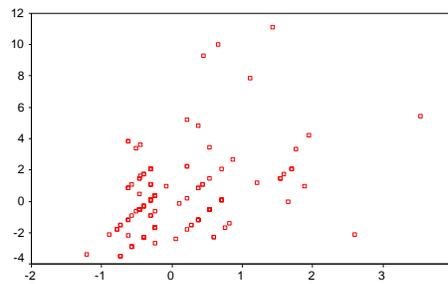
Marcada asimetría a la derecha de la distribución de frecuencias de los residuos estandarizados.. Difiere bastante de la normal.



A medida que es mayor el valor de las variables independientes, empeora el ajuste.

Partial Regression Plot

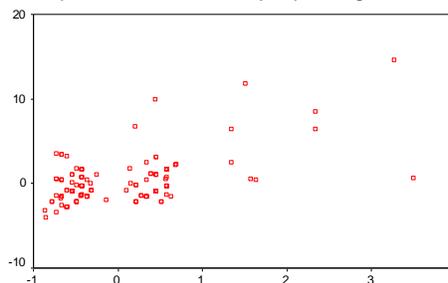
Dependent Variable: Viajes por hogar



Cantidad de estudiantes

Partial Regression Plot

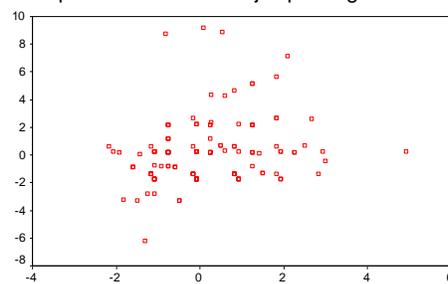
Dependent Variable: Viajes por hogar



Cantidad de trabajadores

Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hogar



BICIS

Salta - Viajes en bicicleta

El modelo elegido para la generación de viajes en bicicleta considera la totalidad de los hogares (687) abarcando todos los motivos de viaje incluyendo las variables independientes siguientes: *cantidad de estudiantes*, *cantidad de trabajadores*, *cantidad de bicicletas en el hogar* y *cantidad de vehículos en el hogar*. El trabajo y estudio concentran el 43,6% de los viajes en bicicleta.

Caso a	Totalidad de hogares (N = 687)	
VARIABLES INDEPENDIENTES (X's)		
Ordenada al origen (Constante)	1,967	(17,328)
Cantidad de estudiantes en el hogar	1,397	(12,637)
Cantidad de trabajadores en el hogar	0,75	(7,786)
Cantidad de bicicletas en el hogar	0,282	(5,217)
Cantidad de vehículos en el hogar	-0,202	(-1,641)
Estadísticos		
<i>R cuadrado</i>	0,281	
<i>R2 ajustado</i>	0,277	
<i>F-Snedecor</i>	66,773	
<i>Durbin-Watson</i>	1,816	

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Viajes por hogar	3,65	2,86	164
Cantidad de estudiantes	,48	,76	164
Cantidad de trabajadores	,52	,73	164
BICIS	2,10	1,24	164
VEHICULO	,43	,57	164

Correlations

		Viajes por hogar	Cantidad de estudiantes	Cantidad de trabajadores	BICIS	VEHICULO
Pearson Correlation	Viajes por hogar	1,000	,404	,521	,371	-,003
	Cantidad de estudiantes	,404	1,000	,012	,268	-,011
	Cantidad de trabajadores	,521	,012	1,000	,180	-,063
	BICIS	,371	,268	,180	1,000	,044
	VEHICULO	-,003	-,011	-,063	,044	1,000
Sig. (1-tailed)	Viajes por hogar	,	,000	,000	,000	,483
	Cantidad de estudiantes	,000	,	,439	,000	,445
	Cantidad de trabajadores	,000	,439	,	,010	,212
	BICIS	,000	,000	,010	,	,286
	VEHICULO	,483	,445	,212	,286	,
N	Viajes por hogar	164	164	164	164	164
	Cantidad de estudiantes	164	164	164	164	164
	Cantidad de trabajadores	164	164	164	164	164
	BICIS	164	164	164	164	164
	VEHICULO	164	164	164	164	164

Los signos de los coeficientes de regresión parcial son lógicos. Las variables seleccionadas poseen coeficientes significativamente distintos de cero. El valor del estadístico de Durbin-Watson indica la ausencia de autocorrelación de los residuales (supuesto de independencia).

Se detectaron diez casos de outliers fuera del rango correspondiente a ± 3 desviaciones típicas.

Casewise Diagnostics

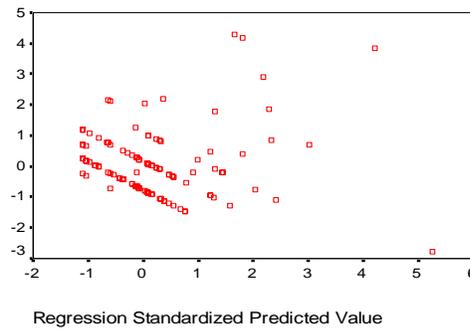
Case Number	Std. Residual	Viajes por hogar	Predicted Value	Residual
79	4,171	16	7,15	8,85
94	3,855	20	11,82	8,18
139	4,298	16	6,88	9,12

a. Dependent Variable: Viajes por hogar

La nube de puntos muestra leves variaciones en la dispersión de los residuos según el valor del pronóstico.

Scatterplot

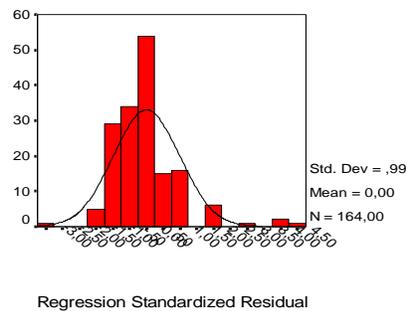
Dependent Variable: Viajes por hogar



La función de distribución no se condice con la normal

Histogram

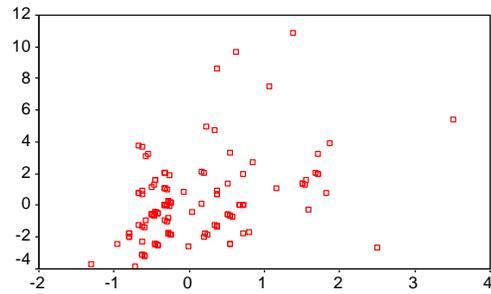
Dependent Variable: Viajes por hogar



Los dos gráficos parciales siguientes muestran una relación lineal positiva entre los residuales y las variables independientes

Partial Regression Plot

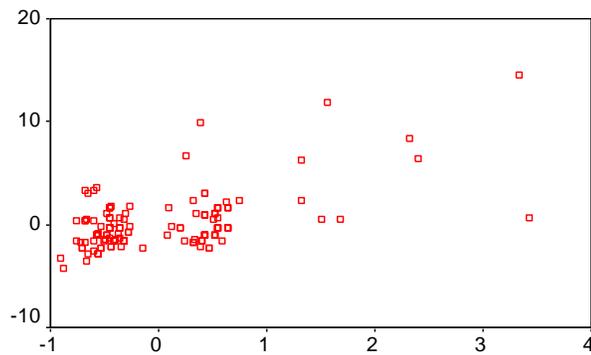
Dependent Variable: Viajes por hoga



Cantidad de estudiantes

Partial Regression Plot

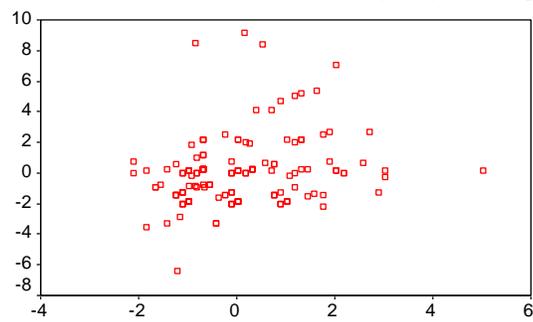
Dependent Variable: Viajes por hoga



Cantidad de trabajadores

Partial Regression Plot

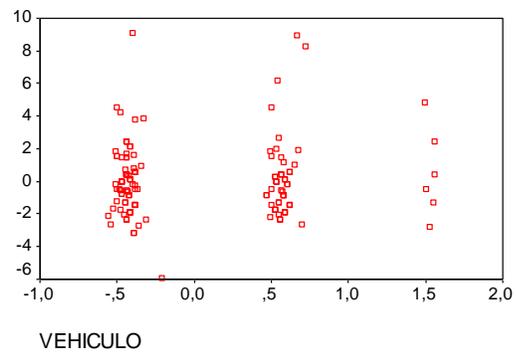
Dependent Variable: Viajes por hoga



BICIS

Partial Regression Plot

Dependent Variable: Viajes por hoga



ANEXO II

DEFINICION DEL INDICE DE NIVEL SOCIOECONOMICO

El INSE es una variable empleada para reflejar el nivel socio-económico de los hogares. Para su construcción se aplicó la metodología que emplea la Asociación Argentina de Marketing, tomando en cuenta variables recogidas con la encuesta o bien computables con los datos existentes en la misma, las que tienen asignadas determinada puntuación dentro de rangos específicos. Las variables consideradas son:

- Ocupación del principal sostén del hogar (PSH)
- Cantidad de miembros del hogar que perciben ingresos.
- Nivel educativo del jefe del hogar (PSH).
- Posesión de bienes o servicios.
- Cantidad de automóviles (excluidos los de más de 15 años de antigüedad)
- Tipo de cobertura médica del grupo familiar.

La suma de puntos obtenidos por cada hogar arroja un valor con el que se procede a encuadrarlo en el nivel socio-económico respectivo, según la siguiente escala de seis categorías:

Nivel	Escala EOD
Alto	6
Medio alto	5
Medio típico	4
Bajo superior	3
Bajo inferior	2
Marginal	1

ANEXO III

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE OMNIBUS

Zona	Calificación Sistema de Transporte Público de Córdoba					Puntuación parcial					Puntuación
	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
1 a 6	0,0%	24,6%	43,9%	19,3%	12,3%	5	4	3	2	1	2,8
7	1,7%	30,0%	40,0%	13,3%	15,0%	5	4	3	2	1	2,9
8	2,9%	29,4%	50,0%	8,8%	8,8%	5	4	3	2	1	3,1
9	6,7%	26,7%	33,3%	26,7%	6,7%	5	4	3	2	1	3,0
10	0,0%	13,6%	40,9%	22,7%	22,7%	5	4	3	2	1	2,5
11	7,7%	15,4%	50,0%	11,5%	15,4%	5	4	3	2	1	2,9
12	3,3%	30,0%	40,0%	20,0%	6,7%	5	4	3	2	1	3,0
13	0,0%	25,0%	50,0%	0,0%	25,0%	5	4	3	2	1	2,8
14	0,0%	28,6%	37,1%	22,9%	11,4%	5	4	3	2	1	2,8
15	1,9%	9,3%	35,2%	44,4%	9,3%	5	4	3	2	1	2,5
16	0,0%	38,3%	36,2%	23,4%	2,1%	5	4	3	2	1	3,1
17	0,0%	40,0%	60,0%	0,0%	0,0%	5	4	3	2	1	3,4
18	5,8%	21,7%	40,6%	20,3%	11,6%	5	4	3	2	1	2,9
19	0,0%	19,6%	51,8%	25,0%	3,6%	5	4	3	2	1	2,9
20	9,1%	13,6%	59,1%	9,1%	9,1%	5	4	3	2	1	3,0
21	0,0%	33,3%	55,6%	5,6%	5,6%	5	4	3	2	1	3,2
22	0,0%	25,0%	75,0%	0,0%	0,0%	5	4	3	2	1	3,3
23	2,1%	23,7%	41,2%	18,6%	14,4%	5	4	3	2	1	2,8
24	0,0%	28,6%	44,6%	23,2%	3,6%	5	4	3	2	1	3,0
25	1,8%	40,4%	40,4%	12,3%	5,3%	5	4	3	2	1	3,2
26	0,0%	28,6%	31,0%	26,2%	14,3%	5	4	3	2	1	2,7
27	0,0%	28,6%	32,5%	29,9%	9,1%	5	4	3	2	1	2,8
28	2,3%	31,8%	38,6%	25,0%	2,3%	5	4	3	2	1	3,1
29	2,0%	34,0%	30,0%	20,0%	14,0%	5	4	3	2	1	2,9
30	4,9%	19,7%	36,1%	13,1%	26,2%	5	4	3	2	1	2,6
31	0,0%	11,1%	40,7%	33,3%	14,8%	5	4	3	2	1	2,5
32	0,0%	0,0%	50,0%	25,0%	25,0%	5	4	3	2	1	2,3
33	2,1%	31,3%	35,4%	20,8%	10,4%	5	4	3	2	1	2,9

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE OMNIBUS (continuación)

Zona	Calificación Sistema de Transporte Público de Córdoba					Puntuación parcial					Puntuación
	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
34	6,5%	28,3%	34,8%	17,4%	13,0%	5	4	3	2	1	3,0
35	2,2%	23,9%	37,0%	26,1%	10,9%	5	4	3	2	1	2,8
36	4,3%	30,4%	34,8%	21,7%	8,7%	5	4	3	2	1	3,0
37	0,0%	15,6%	51,1%	26,7%	6,7%	5	4	3	2	1	2,8
38	0,0%	17,6%	50,0%	29,4%	2,9%	5	4	3	2	1	2,8
39	4,2%	22,2%	33,3%	23,6%	16,7%	5	4	3	2	1	2,7
40	4,4%	22,2%	55,6%	15,6%	2,2%	5	4	3	2	1	3,1
41	2,6%	25,6%	23,1%	28,2%	20,5%	5	4	3	2	1	2,6
42	7,5%	17,0%	35,8%	18,9%	20,8%	5	4	3	2	1	2,7
43	2,9%	29,0%	43,5%	15,9%	8,7%	5	4	3	2	1	3,0
44	3,2%	30,6%	46,8%	9,7%	9,7%	5	4	3	2	1	3,1
45	3,2%	41,9%	19,4%	22,6%	12,9%	5	4	3	2	1	3,0
46	0,0%	20,0%	58,2%	12,7%	9,1%	5	4	3	2	1	2,9
47	2,3%	20,9%	51,2%	25,6%	0,0%	5	4	3	2	1	3,0
48	0,0%	32,3%	32,3%	32,3%	3,2%	5	4	3	2	1	2,9
49	0,0%	35,3%	29,4%	31,4%	3,9%	5	4	3	2	1	3,0
50	0,0%	27,8%	44,4%	22,2%	5,6%	5	4	3	2	1	2,9
51	0,0%	10,8%	48,6%	24,3%	16,2%	5	4	3	2	1	2,5
52	0,0%	0,0%	20,0%	50,0%	30,0%	5	4	3	2	1	1,9
53	3,8%	34,6%	32,7%	13,5%	15,4%	5	4	3	2	1	3,0
54	4,4%	22,2%	31,1%	28,9%	13,3%	5	4	3	2	1	2,8
55	2,3%	27,3%	40,9%	20,5%	9,1%	5	4	3	2	1	2,9
56	2,0%	31,4%	35,3%	23,5%	7,8%	5	4	3	2	1	3,0
57	4,2%	29,2%	16,7%	45,8%	4,2%	5	4	3	2	1	2,8
58	1,9%	20,4%	22,2%	25,9%	29,6%	5	4	3	2	1	2,4
59	3,2%	22,6%	37,1%	25,8%	11,3%	5	4	3	2	1	2,8
60	3,1%	25,0%	31,3%	28,1%	12,5%	5	4	3	2	1	2,8
61	4,8%	14,3%	42,9%	23,8%	14,3%	5	4	3	2	1	2,7

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE OMNIBUS (continuación)

Zona	Calificación Sistema de Transporte Público de Córdoba					Puntuación parcial					Puntuación
	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
62	1,8%	17,5%	50,9%	24,6%	5,3%	5	4	3	2	1	2,9
63	6,7%	13,3%	43,3%	30,0%	6,7%	5	4	3	2	1	2,8
64	0,0%	29,4%	29,4%	29,4%	11,8%	5	4	3	2	1	2,8
65	0,0%	12,5%	62,5%	18,8%	6,3%	5	4	3	2	1	2,8
66	0,0%	0,0%	33,3%	66,7%	0,0%	5	4	3	2	1	2,3
67	0,0%	25,0%	54,2%	16,7%	4,2%	5	4	3	2	1	3,0
68	0,0%	31,1%	33,8%	24,3%	10,8%	5	4	3	2	1	2,9
69	0,0%	32,4%	35,3%	20,6%	11,8%	5	4	3	2	1	2,9
70	0,0%	31,7%	26,8%	26,8%	14,6%	5	4	3	2	1	2,8
71	5,0%	23,3%	38,3%	23,3%	10,0%	5	4	3	2	1	2,9
72	2,6%	43,6%	38,5%	7,7%	7,7%	5	4	3	2	1	3,3
73	0,0%	0,0%	33,3%	33,3%	33,3%	5	4	3	2	1	2,0

ANEXO IV

ESTIMACIÓN DE LAS VARIABLES DEL AMBIENTE CONSTRUIDO

Zona	Poblacion	Viviendas ocupadas	Area (Ha)	Densidad poblacional	Densidad residencial
1	3.414	1592	39,0	88	41
2	4.086	1691	62,8	65	27
3	1.590	482	26,1	61	18
4	7.188	3861	29,4	244	131
5	5.960	2894	54,2	110	53
6	5.299	2431	79,7	67	31
7	40.385	21474	157,9	256	136
8	17.286	7843	134,6	128	58
9	15.277	6765	126,4	121	54
10	11.050	3630	129,4	85	28
11	12.117	3382	150,1	81	23
12	13.055	3441	208,3	63	17
13	1.346	421	31,0	43	14
14	16.616	5225	347,0	48	15
15	26.494	7760	570,0	46	14
16	21.703	6188	383,4	57	16
17	3.120	779	95,8	33	8
18	31.255	6208	420,0	74	15
19	24.137	5758	302,0	80	19
20	11.332	2699	263,3	43	10
21	8.036	1951	153,6	52	13
22	1.266	372	72,0	18	5
23	26.223	7435	387,8	68	19
24	29.427	8559	435,0	68	20
25	26.022	6152	383,5	68	16

**ESTIMACIÓN DE LAS VARIABLES DEL AMBIENTE CONSTRUIDO
(continuación)**

Zona	Poblacion	Viviendas ocupadas	Area (Ha)	Densidad poblacional	Densidad residencial
26	20.396	4569	572,0	36	8
27	34.219	9196	806,0	42	11
28	21.877	7374	221,3	99	33
29	23.349	6782	285,1	82	24
30	27.992	6849	352,1	79	19
31	12.057	3297	497,8	24	7
32	8.887	2199	817,0	11	3
33	24.576	6344	843,2	29	8
34	21.662	6075	798,1	27	8
35	21.905	6669	500,0	44	13
36	22.536	7312	393,9	57	19
37	19.502	5743	418,2	47	14
38	17.972	4882	955,6	19	5
39	37.813	8455	749,0	50	11
40	20.789	4960	630,7	33	8
41	18.157	5569	204,4	89	27
42	23.388	6828	229,8	102	30
43	30.585	10497	430,8	71	24
44	27.707	7844	326,1	85	24
45	13.726	3939	167,0	82	24
46	21.242	5483	304,3	70	18
47	18.736	5109	286,1	65	18
48	14.684	4688	226,8	65	21
49	20.169	5415	200,4	101	27
50	17.224	6285	219,8	78	29

**ESTIMACIÓN DE LAS VARIABLES DEL AMBIENTE CONSTRUIDO
(continuación)**

Zona	Poblacion	Viviendas ocupadas	Area (Ha)	Densidad poblacional	Densidad residencial
51	16.025	4366	327,0	49	13
52	5.230	1284	855,1	6	2
53	24.784	5653	507,1	49	11
54	21.896	5168	261,5	84	20
55	20.955	5374	326,8	64	16
56	23.657	6449	411,2	58	16
57	11.274	3245	87,0	130	37
58	24.832	6122	322,4	77	19
59	27.161	7844	352,2	77	22
60	13.781	3887	247,1	56	16
61	29.023	8065	356,1	82	23
62	24.972	6273	432,1	58	15
63	13.349	3412	158,6	84	22
64	9.842	2451	538,2	18	5
65	6.752	1664	446,0	15	4
66	4.998	1079	99,4	50	11
67	22.691	5383	541,8	42	10
68	25.912	6162	253,2	102	24
69	17.892	4476	233,2	77	19
70	18.566	4937	244,0	76	20
71	28.617	7032	277,7	103	25
72	15.917	5215	258,0	62	20
73	7.867	1791	180,3	44	10

**ESTIMACIÓN DE LAS VARIABLES DEL AMBIENTE CONSTRUIDO
(continuación)**

ZONAS	Area (Ha)	Nº de manzanas	Manzanas / Ha
-------	-----------	----------------	---------------

1	39,0	19	0,49
2	62,8	35	0,56
3	26,1	13	0,50
4	29,4	16	0,54
5	54,2	32	0,59
6	79,7	23	0,29
7	157,9	99	0,63
8	134,6	70	0,52
9	126,4	80	0,63
10	129,4	113	0,87
11	150,1	141	0,94
12	208,3	157	0,75
13	31,0	23	0,74
14	347,0	185	0,53
15	570,0	314	0,55
16	383,4	290	0,76
17	95,8	33	0,34
18	420,0	348	0,83
19	302,0	266	0,88
20	263,3	202	0,77
21	153,6	118	0,77
22	72,0	18	0,25
23	387,8	327	0,84
24	435,0	387	0,89
25	383,5	338	0,88
26	572,0	530	0,93
27	806,0	538	0,67
28	221,3	195	0,88
29	285,1	250	0,88
30	352,1	265	0,75
31	497,8	171	0,34
32	817,0	222	0,27
33	843,2	452	0,54
34	798,1	361	0,45
35	500,0	366	0,73
36	393,9	346	0,88

(CONTINUACION)

ZONAS	Area (Ha)	Nº de manzanas	Manzanas / Ha
37	418,2	283	0,68

38	955,6	289	0,30
39	749,0	615	0,82
40	630,7	259	0,41
41	204,4	165	0,81
42	229,8	250	1,09
43	430,8	267	0,62
44	326,1	283	0,87
45	167,0	154	0,92
46	304,3	214	0,70
47	286,1	232	0,81
48	226,8	137	0,60
49	200,4	198	0,99
50	219,8	162	0,74
51	327,0	269	0,82
52	855,1	88	0,10
53	507,1	253	0,50
54	261,5	256	0,98
55	326,8	304	0,93
56	411,2	344	0,84
57	87,0	67	0,77
58	322,4	317	0,98
59	352,2	310	0,88
60	247,1	185	0,75
61	356,1	327	0,92
62	432,1	240	0,56
63	158,6	148	0,93
64	538,2	258	0,48
65	446,0	56	0,13
66	99,4	85	0,86
67	541,8	301	0,56
68	253,2	224	0,88
69	233,2	197	0,84
70	244,0	245	1,00
71	277,7	260	0,94
72	258,0	156	0,60
73	180,3	140	0,78

ESTIMACIÓN DE LAS VARIABLES DEL AMBIENTE CONSTRUIDO (continuación)

Zona	Uso del suelo (%)					Area (Ha)	Uso del suelo (Ha)					Σ Usos (Ha)	Area de tierra vacante	Diversidad
	Resid	Com.	Educ. /Salud	Rec./ Parques	Ind.		Resid	Com.	Educ. /Salud	Rec./ Parques	Ind.			
1	28%	69%	1%	1%	1%	39,0	10,9	26,9	0,4	0,4	0,4	38,6	0,0	0,0101
2	47%	50%	1%	1%	1%	62,8	29,5	31,4	0,6	0,6	0,6	62,2	0,0	0,0101
3	39%	41%	11%	6%	3%	26,1	10,2	10,6	3,0	1,5	0,8	25,3	1,9	0,0310
4	37%	49%	11%	1%	1%	29,4	11,0	14,5	3,2	0,4	0,3	29,2	0,0	0,0100
5	19%	58%	18%	3%	1%	54,2	10,5	31,6	10,0	1,5	0,5	53,6	0,0	0,0098
6	48%	48%	3%	1%	1%	79,7	37,9	38,6	2,0	0,4	0,8	78,9	0,0	0,0098
7	77%	10%	9%	3%	1%	157,9	122,1	15,3	13,7	5,3	1,5	156,4	0,0	0,0098
8	25%	63%	9%	1%	2%	134,6	33,7	84,3	12,7	1,5	2,4	132,2	0,0	0,0182
9	73%	12%	11%	2%	1%	126,4	92,5	15,2	14,5	3,1	1,1	125,3	0,0	0,0087
10	83%	8%	4%	4%	1%	129,4	106,8	10,9	5,0	5	1,2	127,7	3,0	0,0095
11	84%	8%	3%	3%	2%	150,1	125,5	11,4	5,0	5	2,9	146,9	2,5	0,0194
12	86%	8%	2%	4%	1%	208,3	167,6	14,7	4	7,5	1,8	193,9	12,6	0,0095
13	10%	6%	40%	44%	0%	343,0	35,5	20,0	136,5	150	1	342,0	0	0,0029
14	55%	21%	5%	18%	1%	433,0	240,0	90,0	20,0	80,0	3,4	430,0	11	0,0080
15	81%	10%	4%	3%	4%	570,0	458,9	55,0	20,0	15	21,6	548,9	15,1	0,0393
16	67%	10%	6%	3%	14%	383,4	256,5	36,6	22,0	12	55,0	327,1	5	0,1680
17	79%	9%	2%	8%	2%	95,8	48,6	5,7	1,1	5	1,1	60,4	34	0,0187
18	75%	15%	3%	0%	7%	420,0	294	59	12	1,7	27	366,7	26	0,0749
19	86%	5%	2%	5%	2%	302,0	258,2	14,3	7,2	15,1	7,2	294,8	0	0,0243
20	75%	5%	1%	1%	19%	263,3	196,5	13,0	2,1	2	50,0	213,5	0	0,2342
21	77%	11%	9%	1%	3%	153,6	117,7	16,6	13,8	1,4	4,2	149,5	0	0,0278
22	96%	1%	1%	1%	1%	228,0	26,9	0,3	0,3	0,3	0,3	27,7	200	0,0101
23	79%	13%	2%	1%	5%	387,8	301,4	49,0	7,5	5,7	18,8	363,7	5,3	0,0518
Zona	Uso del suelo (%)					Area (Ha)	Uso del suelo (Ha)						Area de tierra	Diversidad

	Resid	Com.	Educ. /Salud	Rec./ Parques	Ind.		Resid	Com.	Educ. /Salud	Rec./ Parques	Ind.	∑ Usos (Ha)	vacante	
24	64%	8%	7%	18%	2%	516,0	318,24	40,8	32,64	89,4	8,2	481,1	18,6	0,0170
25	80%	12%	3%	0%	5%	383,5	293,64	44,05	11,01	1,5	###	350,2	15,0	0,0524
26	89%	5%	4%	1%	1%	572,0	403,20	22,40	17,92	5	4,48	448,5	119	0,0100
27	85%	7%	5%	3%	1%	879,0	705,6	56,3	45,5	22,7	4,4	830,1	45	0,0053
28	90%	2%	3%	4%	1%	221,3	197,6	4,2	6,3	9,1	2,1	217,2	2	0,0097
29	59%	30%	5%	1%	5%	285,1	158,2	79,1	13,2	3	13,2	253,5	19	0,0520
30	44%	45%	7%	3%	1%	352,1	149,5	150,5	23,1	10	3,1	333,1	14	0,0093
31	68%	8%	4%	19%	1%	497,8	230,7	27,5	13,7	63,1	2,7	334,9	160,1	0,0082
32	55%	1%	0%	43%	0%	1.880,0	729,4	15,0	3,8	564	3,8	1312,2	564	0,0029
33	88%	5%	4%	2%	0%	843,2	558,7	31,0	27,9	11,6	3,0	629,3	211	0,0047
34	62%	21%	11%	5%	1%	798,1	472,5	159,6	79,8	39,9	6,4	751,8	40	0,0085
35	70%	21%	5%	3%	1%	500,0	348,1	106,4	24,2	16,6	4,8	495,2	0	0,0098
36	72%	20%	4%	1%	3%	393,9	270,4	74,1	14,8	3,8	11,1	363,1	19,7	0,0306
37	77%	13%	4%	4%	2%	418,2	273,7	46,2	14,2	14,2	7,1	348,4	63	0,0204
38	80%	9%	3%	3%	5%	1.000,0	561,1	60,8	20,3	24	33,8	666,2	300	0,0507
39	90%	3%	3%	3%	1%	749,0	473,4	15,3	15,3	15	5,1	518,9	225	0,0098
40	85%	7%	4%	3%	1%	630,7	455,7	37,5	21,4	16,1	5,4	530,7	95	0,0101
41	82%	7%	7%	2%	2%	204,4	167,6	14,9	13,8	4,3	3,7	200,6	0	0,0186
42	72%	20%	5%	1%	2%	229,8	165,5	45,3	11,3	2,1	4,5	224,3	1	0,0202
43	69%	17%	6%	6%	2%	430,8	299,4	72,8	24,3	26,2	8,1	422,7	0	0,0191
44	76%	15%	4%	2%	3%	326,1	248,4	47,8	12,7	7,7	9,6	316,6	0	0,0302
45	59%	10%	5%	23%	3%	167,0	98,4	16,1	7,8	39,1	5,6	161,4	0	0,0346
46	89%	5%	4%	1%	1%	304,3	225,4	12,5	10,0	2,6	2,5	250,6	51,2	0,0100
47	82%	13%	4%	1%	1%	324,5	232,1	36,8	11,3	1,6	2,8	281,9	40	0,0100
48	62%	22%	7%	4%	4%	226,8	141,4	50,5	16,2	8,6	9,1	216,7	0	0,0419
Zona	Uso del suelo (%)					Area (Ha)	Uso del suelo (Ha)					Area de tierra	Diversidad	

	Resid	Com.	Educ. /Salud	Rec./ Parques	Ind.		Resid	Com.	Educ. /Salud	Rec./ Parques	Ind.	∑ Usos (Ha)	vacante	
49	84%	8%	6%	0%	2%	271,6	207,7	19,8	14,8	1,1	4,9	243,5	23,2	0,0203
50	71%	20%	3%	4%	3%	219,8	155,3	42,9	6,4	9	6,1	213,6	0	0,0287
51	80%	8%	8%	0%	4%	327,0	240,0	24,0	24,0	1,3	12,0	289,3	26	0,0415
52	96%	2%	0%	1%	1%	855,1	410	8,6	0,9	4,3	4,3	424,1	428	0,0101
53	46%	3%	3%	5%	44%	507,1	140,0	7,8	7,8	15,2	134	170,8	203	0,7817
54	88%	5%	3%	2%	2%	282,0	217,8	12,1	7,3	5	4,8	242,2	35	0,0200
55	80%	5%	5%	5%	5%	669,0	321,1	20,1	20,1	20,1	20,1	381,3	268	0,0526
56	77%	13%	5%	2%	2%	411,2	259,7	45,3	18,1	7,5	6,6	330,7	74	0,0199
57	79%	7%	2%	2%	10%	173,0	131,9	11,7	2,9	4	16,2	150,6	6,2	0,1076
58	88%	7%	1%	1%	3%	322,4	259,6	20,2	3,5	1,6	8,7	284,9	29	0,0304
59	77%	17%	2%	1%	3%	352,2	271,5	59,2	7,0	4,1	10,4	341,8	0	0,0306
60	78%	17%	2%	1%	3%	247,1	190,4	41,5	4,9	1,5	7,3	238,3	1,5	0,0307
61	74%	16%	4%	1%	5%	356,1	259,8	55,4	13,9	2,7	17,3	331,8	7	0,0522
62	83%	6%	4%	6%	1%	432,1	347,7	23,4	15,6	26,9	3,9	413,7	15	0,0094
63	87%	9%	1%	2%	1%	158,6	136,0	13,8	1,5	3,8	1,5	155,1	2	0,0099
64	70%	5%	2%	0%	23%	827,0	359,4	23,4	7,8	2	###	392,6	315	0,3031
65	91%	5%	1%	2%	1%	2.167,0	394,4	21,7	4,3	8,7	4,3	429,1	1734	0,0101
66	90%	4%	1%	4%	1%	608,0	87,7	3,7	0,9	4	0,9	96,3	511	0,0097
67	84%	10%	3%	1%	2%	1.451,0	488,2	57,4	17,2	6	11,5	568,9	871	0,0202
68	79%	15%	3%	1%	2%	253,2	190,0	35,6	7,1	3,6	4,8	236,4	12,1	0,0201
69	87%	8%	2%	2%	2%	233,2	195,8	17,8	4,4	3,7	4,4	221,7	7	0,0201
70	86%	9%	2%	2%	1%	244,0	192,7	19,7	4,4	5	2,2	221,8	20	0,0099
71	83%	10%	4%	1%	2%	277,7	228,7	27,2	10,9	4	5,4	270,8	1,5	0,0201
72	88%	6%	3%	2%	2%	383,0	186,5	12,6	6,3	3,4	4,2	208,8	170	0,0201