

## VALOR SUBJETIVO DEL TIEMPO PARA VIAJES DE COMPRAS

**Marcelo Vallejos y Juan de Dios Ortúzar**  
Departamento de Ingeniería de Transporte  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Casilla 306, Cod. 105, Santiago 22  
Tel: 552 2375, Anexo 4270; Fax: 552 4054

### RESUMEN

En esta investigación se utilizó información proveniente de los Diarios de Viaje (DV) recolectados en 1991 como parte de la Encuesta Origen-Destino de Viajes para el Gran Santiago. Los viajes seleccionados corresponden a los efectuados durante todo el día por individuos mayores de 18 años con el propósito compras; en el caso de viajes de ida y vuelta con este propósito, se agregaron ambas etapas sumándose sus características. Del universo de modos de transporte ocupados para realizar estos viajes (12), se eliminaron las observaciones en que no había modos alternativos al utilizado, y las correspondientes al modo Taxi, modos combinados (por ejemplo, Auto-Metro) y el modo Otros, tanto por su escasa importancia como por la dificultad que representaba calcular sus variables de servicio. Además se escogió una submuestra de observaciones del modo Caminata a fin de que éste no tuviera tanta preponderancia, con lo que la muestra definitiva quedó compuesta de 145 observaciones.

Los atributos de nivel de servicio se midieron a nivel zonal, utilizando modelos de redes en que se supuso que cada individuo estaba localizado en el centroide de su zona de origen y viajaba al centroide de su zona de destino; no obstante, los atributos socio-económicos estaban disponibles a nivel detallado. Se calibró modelos logit simple con diversas especificaciones de la función de utilidad y un modelo logit jerárquico, encontrándose resultados razonables con parámetros significativos y signo correcto en todos los casos.

Se calculó valores subjetivos del tiempo (VST) para los modelos anteriores de acuerdo a la metodología clásica y se compararon con los obtenidos a partir de modelos estimados con información sobre el viaje al trabajo, proveniente de Diarios de Viaje recolectados durante la Encuesta Origen-Destino del Gran Concepción. Se encontró que si bien los valores medios (estimados) eran diferentes, no se podía aceptar la hipótesis alternativa de que la diferencia era significativa dados los estadígrafos  $t$  de los VST en ambos casos.

## 1. INTRODUCCION

El tiempo, tal como el costo de viaje, es un atributo que los individuos debieran estar normalmente interesados en ahorrar en cualquier etapa de sus viajes, esto es, tanto dentro del vehículo, al esperar un servicio, o al caminar desde el origen o al destino.

El término valor subjetivo del tiempo (VST) se refiere a la valoración personal que el individuo da a sus ahorros de tiempo; esta puede ser función de su tiempo disponible, de su ingreso, de las características de servicio del medio de transporte o simplemente de sus gustos personales. Esto último dificulta considerablemente su cálculo ya que es difícil observar todas las consideraciones que llevan a una persona a realizar un viaje en un determinado medio de transporte. El VST se calcula normalmente como la razón entre los parámetros de las variables tiempo y costo de viaje en modelos de partición modal (Gaudry et al, 1989).

El objetivo del proyecto que este trabajo reporta, era determinar VST para viajes de compra en Santiago. Para esto se debió estimar modelos de partición modal para viajes realizados con el propósito compras por parte de individuos mayores de 18 años, utilizando datos provenientes de los Diarios de Viaje (DV) de la Encuesta Origen-Destino (EOD) realizada en el año 1991 en el Gran Santiago (Ortúzar et al, 1993).

## 2. INFORMACION NECESARIA

Básicamente hay dos tipos de información a utilizar:

- La disponible a través de los DV.
- La información que debe deducirse de ellos.

Dentro del primer grupo se consideran todas las variables socioeconómicas del hogar del individuo, e identificación de las personas, así como las características generales más relevantes de los viajes; éstas incluyen los medios utilizados, distancias de acceso caminadas y tarifa, en el caso del transporte público, y costo de estacionamiento para el transporte privado. Se decidió descartar la utilización del tiempo de viaje reportado para los distintos medios, debido a la poca confianza que se tiene respecto a este tipo de información.

En base a las zonas de origen y destino de cada viaje escogido, se determinaron los tiempos de espera y de viaje para el transporte público. A partir de estas zonas también se determinó el tiempo de viaje para los automóviles y la distancia recorrida, que es un dato indispensable para la posterior determinación de los costos de operación. El cálculo de tiempos de espera y de viaje se realizó en base a variables de servicio de equilibrio de ESTRAUS, modelación año 1991, período punta mañana, y las distancias de codificaciones realizadas para dicho estudio. Además, y usando los mismos datos antes mencionados, se obtuvo la distancia entre zonas considerando la utilización del modo caminata; ésta difiere de la calculada para los automóviles, pues el peatón no está sujeto a restricciones de tránsito como los vehículos. Finalmente se estimó el consumo de combustible para los vehículos utilizados por los encuestados, obteniendo así, a través de la



distancia recorrida, sus costos de operación. Los consumos de combustible vehiculares se obtuvieron a partir de una clasificación en tres categorías: seis, diez y 14 km/lt.

La fuente de datos utilizada corresponde, como ya se señaló, a parte de los DV de la EOD del Gran Santiago, realizada en 1991. El DV requiere registrar, con un alto nivel de detalle, todos los viajes que realizan los encuestados durante un día. Su diferencia fundamental con la EOD es que se pretende minimizar los errores asociados a tener que recordar las características de los viajes del día anterior, ya que en este caso el encuestado registra las características del viaje durante su desarrollo, distinguiendo entre propósito, medio, destino, lugar de trasbordo, tarifas, etc (ver Ortúzar y Hutt, 1988); su mayor problema es que depende fuertemente de la buena voluntad de las personas seleccionadas. Cabe destacar que en este trabajo no se hizo uso de todo el nivel de detalle de los datos ya que, como se mencionó, la información sobre tiempos de viaje, espera y distancias se obtuvo a nivel zonal. Esto puede tener consecuencias importantes sobre la calidad de los modelos estimados (ver la discusión en Daly y Ortúzar, 1990).

La distribución de la muestra de acuerdo al modo elegido por cada individuo se presenta en la Tabla N°1. Cabe hacer notar que los viajes realizados por cada persona aparecen en forma separada, sin importar si fueron de ida o de vuelta; sin embargo, para la modelación definitiva se agregaron los viajes de ida y vuelta sumando las características individuales de cada etapa.

**Tabla N°1: Elección del modo del viaje en la muestra**

Modo	N° de viajes	Porcentaje (%)
Auto Chofer	42	5,6
Auto Acompañante	12	1,6
Bus-Taxibus	108	14,5
Taxi	12	1,6
Taxi Colectivo	8	1,1
Metro	9	1,2
Auto-Metro	0	0,0
Bus-Metro	0	0,0
Taxi-Metro	0	0,0
Taxi Colectivo-Metro	1	0,1
Caminata	542	72,8
Otros	10	1,3
<b>Total</b>	<b>744</b>	<b>100,0</b>

De la lista antes señalada se eliminaron en primer lugar las observaciones correspondientes a los modos combinados, Taxi y Otros modos, ya sea por su escasa importancia, por la dificultad de estimar sus atributos para quienes lo tienen disponible y no lo ocupan, o en el último caso por el problema de calcularlos cuando no existe información precisa acerca de que modo específico se trata. Además, se escogió una submuestra de sólo 56 viajes de Caminata con la finalidad de que su influencia no fuera tan preponderante en los modelos. Para esto se usó como variable discriminatoria el que dichos viajes se hubieran realizado entre dos zonas distintas, a fin de que existieran medios alternativos disponibles. También se eliminaron algunas encuestas del modo Auto Acompañante, en aquellos casos en que se trataba del mismo viaje que otro encuestado como Auto Chofer. Finalmente, se eliminaron aquellas encuestas en que el viaje se llevó a cabo entre un mismo par de zonas, por la razón expuesta anteriormente. Luego de las exclusiones antes descritas, la submuestra quedó conformada como se expone en la Tabla N°2.

**Tabla N°2: Elección del modo del viaje en la submuestra**

Modo	Nº de viajes	Porcentaje (%)
Auto chofer	22	15,2
Auto acompañante	4	2,8
Bus-Taxibus	53	36,6
Taxi Colectivo	4	2,8
Metro	6	4,1
Caminata	56	38,6
<b>Total</b>	<b>145</b>	<b>100,0</b>

Vale la pena destacar que del total de personas consideradas en esta muestra, sólo 44 eran trabajadores lo que representa un 30,3% del total.

Los criterios para determinar la disponibilidad de los distintos medios para cada encuestado fueron los siguientes:

a) Auto-Chofer: se consideró disponible para personas con licencia de conducir y con al menos un auto en el hogar.

b) Auto-Acompañante: se consideró disponible si existía por lo menos un auto en el hogar y se cumplía la siguiente condición: que hubiera más de una licencia en el hogar o, que de existir sólo una, ésta no correspondiera al encuestado.

Esta última condición se impuso para evitar que una persona tuviera disponible ambas alternativas de transporte privado en caso que su licencia fuera la única del hogar. Así, se consideró incompatible la disponibilidad de ambos medios en forma simultánea; a su vez, se



exigió el cumplimiento de otra característica para considerar dichas disponibilidades: debía haber al menos un auto en el hogar en el lapso de tiempo en que ocurría el viaje en estudio (esto es, si el auto había sido ocupado por otro miembro del hogar en, por ejemplo, el viaje al trabajo, obviamente no estaba disponible).

c) Bus-Taxibus: se consideró disponible si entre una zona y otra existía algún recorrido o combinación de ellos.

d) Taxi colectivo: se consideró disponible en los mismos términos que la alternativa anterior.

e) Metro: se consideró disponible si existía una línea de Metro a una distancia máxima de seis cuadras tanto de la zona de origen como de la zona de destino del viaje.

f) Caminata: para este medio se realizó un análisis más detallado debido a que influyen otros aspectos en la determinación de su disponibilidad, tales como la edad y distancia a caminar. De esta forma se determinaron las siguientes condiciones para la disponibilidad del medio:

- Tener menos de 45 años y que la distancia a recorrer sea inferior a 25 cuadras.
- Haber superado los 45 años, pero no los 70, y que su origen y destino estén a menos de 13 cuadras de distancia.
- Ser mayor de 70 años y que la lejanía de su destino sea inferior a las ocho cuadras.

### 3. ANALISIS DE LOS DATOS

#### 3.1. Análisis de la Muestra

El análisis estadístico que sigue permite tener una visión general de los datos seleccionados y las características de los individuos. En primer lugar, la Tabla N°3 muestra la elección versus la disponibilidad de cada alternativa. Se puede apreciar que claramente los medios elegidos con mayor frecuencia son el Bus y la Caminata. La gran cantidad de viajes realizados caminando se debe al hecho que la mayor parte de los viajes de compras involucra distancias cortas. El Bus es el otro medio altamente elegido y esto se explica en parte porque todos lo tienen disponible. Es interesante destacar que pese a que la alternativa Auto Chofer escogida por sólo una pequeña parte de los encuestados, presenta un 73 % de elección entre quienes la tienen disponible; es, de hecho, el medio que tiene una más alta relación en este sentido. Las opciones Auto Acompañante y Metro presentan las más bajas tasas de disponibilidad. En la primera esto se explica por todas las condiciones impuestas para su disponibilidad y en la segunda, por lo reducido del área de Santiago en que las líneas de Metro constituyen una real opción para los viajeros.

Por otra parte, en la Tabla N°4 se presenta la distribución del ingreso familiar en los hogares de los viajeros encuestados. Se puede apreciar que en la muestra predominan las personas de ingreso bajo (51 % de los encuestados tienen ingresos inferiores a los \$ 110.500).

**Tabla N°3: Elección v/s disponibilidad de cada alternativa**

Alternativa elegida	N° de viajes	Veces disponible	Disponibilidad (%)	Viajes/Disp. (%)
Auto Chofer	22	30	20,69	73,33
Auto Acompañante	4	18	12,41	22,22
Bus-Taxibus	53	145	100,00	36,55
Taxi Colectivo	4	119	82,07	3,36
Metro	6	36	24,83	16,67
Caminata	56	81	55,86	69,14
<b>Total</b>	<b>145</b>			

**Tabla N°4: Distribución del Ingreso Familiar**

INGRESO	NUMERO DE ENCUESTADOS
0 - 41.000	16
41.000 - 72.500	35
72.600 - 110.400	23
110.500 - 172.500	16
172.600 - 262.000	13
262.000 - 405.000	21
405.100 - 1.000.000	16
MAS DE 1.000.000	5
<b>TOTAL</b>	<b>145</b>

En la Tabla N°5 se presenta la hora de salida, a sus viajes de compra, de los individuos en la muestra. Se puede apreciar que la mayor cantidad de viajes se realiza en períodos fuera de punta, particularmente en horas fuera de punta de la mañana; de hecho, sólo 26 viajes (17,9% del total) tienen lugar durante horas punta de la mañana o tarde.

### 3.2. Variables a Ocupar

Los DV permiten calcular una serie de variables socioeconómicas de los individuos y características de servicio de las alternativas, tales como el tiempo de viaje, de caminata y de espera, y los costos de viaje.



**Tabla N°5: Distribución Temporal de la Hora de Salida**

HORA	NUMERO DE ENCUESTADOS
07:30 - 09:00	2
09:00 - 12:00	64
12:00 - 14:00	20
14:00 - 18:30	35
18:30 - 20:30	18
20:30 - 23:00	6
TOTAL	145

A continuación se describe la forma utilizada para calcular las distintas variables:

a) Tiempo de Viaje (min): Corresponde al tiempo ocupado en desplazarse en el vehículo. Se determina para los modos Auto-Chofer y Auto-Acompañante con el modelo SATURN. Para los restantes tres modos se determina con el modelo MOZARTP. Para el caso del modo Caminata se tiene una situación particular, puesto que en este caso la variable posee la dualidad de poder ser considerada como tiempo de viaje o como tiempo de caminata; por este motivo, el análisis se hizo para ambas situaciones escogiéndose finalmente una en los términos que se explican en la discusión de los resultados.

b) Tiempo de Caminata (min): Para poder determinarlo se calculó una velocidad de caminata distinta según la edad de las personas, como se muestra a continuación:

Edad < 45 años	5,0 km/hr
Edad < 70 años	4,4 km/hr
Edad ≥ 70 años	3,6 km/hr

Cuando el viaje total era de caminata, fuera o no elegida esta alternativa, se ocupó la distancia interzonal entregada por los modelos existentes. Para calcular los tiempos de caminata en los casos que se trataba de acceder al medio elegido, se requería una mayor precisión en la estimación. Para ello, se buscó en los DV, para los casos en que los medios de Transporte Público estaban disponibles pero no habían sido elegidos, la esquina más cercana al hogar del individuo para, a partir de ese dato, calcular la distancia a caminar hasta el lugar donde pasaba un vehículo de locomoción colectiva o línea de Metro. En los casos que el medio había sido elegido, se ocupó como distancia caminata las cuadras señaladas por el encuestado en tal sentido. Para los casos en que estaba disponible el Auto, en cualquiera de sus dos modalidades, se ocupó como tiempo de caminata un promedio del tiempo gastado por las personas por este concepto cuando dicho medio era elegido, siendo tal valor de dos minutos por viaje.

c) Tiempo de Espera (min): Esta variable sólo fue considerada para los modos Bus, Taxi Colectivo y Metro, y se determinó en base a las frecuencias de las líneas consideradas; el valor utilizado se obtiene del modelo MOZARTP.

d) Costo Modal (\$): Esta variable se determinó de distintas formas para cada medio:

- Auto-Chofer: se calculó sumando el costo de estacionamiento más el costo de operación. Este último se obtuvo a través de la distancia entre el par origen-destino y considerando que los costos de operación eran el doble del consumo de combustible.
- Auto-Acompañante: se calculó en los mismos términos anteriores, pero considerando la mitad de dicho costo.
- Bus, Taxi Colectivo y Metro: se determinó a partir de la tarifa reportada en cada encuesta. En los casos en que el medio estaba disponible pero no había sido elegido, se supuso una tarifa de \$100 por viaje de ida o de vuelta.

A partir de las variables anteriores se crearon otras, de potencial interés para el trabajo (aparte de las variables socioeconómicas); sin embargo, estas no aparecen en los modelos finalmente elegidos, ya que no aportaron mayor explicación a las funciones de utilidad postuladas.

### 3.3. Estadígrafos Utilizados

Para comparar modelos es necesario ocupar diversas medidas estadísticas. A continuación se citan los indicadores considerados en este trabajo: test t para la significación de parámetros  $\theta_i$ , test de razón de verosimilitud para restricciones lineales e índice  $\rho^2$  (Ortúzar, 1982). A su vez, para evaluar si existe diferencia estadística entre los coeficientes ( $\theta_i$  y  $\theta_j$ ), correspondientes a la misma variable en dos modelos diferentes, se utilizó el estadígrafo  $t^*$  (Ortúzar y Willumsem, 1990) en que si:

$$t^* = \frac{\theta_i - \theta_j}{\sqrt{\frac{\theta_i^2}{t_i^2} + \frac{\theta_j^2}{t_j^2}}} > 1,96 \quad (1)$$

se acepta la hipótesis nula de que los parámetros no son significativamente distintos al 95 % de confianza ( $t_i$  y  $t_j$  son los estadígrafos t respectivos).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Presentación y Análisis de los Modelos

En la Tabla N°6, se presentan dos modelos logit simple (MNL-1 y MNL-2) y un modelo logit jerárquico (HL). Los dos primeros son básicamente iguales, sólo que en MNL-1 se consideró la variable TCAMIN para el modo Caminata, y en el otro se empleó la variable TVIAJE. El modelo HL es equivalente en cuanto a las variables usadas al modelo MNL-1, pero agrupando en un nido las tres alternativas de transporte público: Bus, Taxi colectivo y Metro; también se



intentó agrupar las dos alternativas de Auto en un sólo nido, pero esa estructura no convergió en el programa ALOGIT (Daly, 1992). Cabe hacer notar que las funciones de utilidad son lineales en los parámetros de todas las variables en la tabla; así, por ejemplo, TVIAJE aparece en la utilidad de los seis modos para el MNL-2, siendo el valor de su parámetro -0,0829 con un test t igual a -4,4. Finalmente, todos los modelos tienen parámetros con signo correcto.

Tabla N°6: Modelos seleccionados

Variables (opciones)	Coeficientes (test-t)		
	MNL-1	MNL-2	HL
TVIAJE (1-6)	-	-0,0829 (-4,4)	-
TVIAJE (1-5)	-0,0671 (-2,3)	-	-0,0757 (-2,2)
TCAMIN (1-5)	-	-0,1207 (-2,2)	-
TCAMIN (1-6)	-0,0917 (-4,3)	-	-0,0930 (-4,4)
TESPERA (3-5)	-0,4896 (-1,8)	-0,4072 (-1,6)	-0,6273 (-1,9)
COSTO (1-5)	-0,0061 (-2,2)	-0,0058 (-2,1)	-0,0051 (-1,8)
AU-CHOFER (1)	1,4960 ( 2,3)	1,1813 ( 1,6)	1,9743 ( 2,5)
AU-ACOMP. (2)	-1,9811 (-2,3)	-2,0991 (-2,3)	-1,3362 (-1,3)
TAXI COL. (4)	-2,6753 (-4,1)	-2,8690 (-4,7)	-2,7780 (-3,9)
METRO (5)	0,7696 ( 1,0)	0,8249 ( 1,0)	0,9491 ( 1,1)
CAMINATA (6)	1,9482 ( 2,5)	1,3391 ( 1,8)	2,5553 ( 2,6)
EMU TP	-	-	0,7826 ( 3,9)
$\rho^2$	0,2865	0,2859	0,2924
$l(\theta)$	-56,35	-56,39	-55,85

En el modelo MNL-1 se aprecian buenos estadígrafos t para todas las variables de tiempo y costo; sólo el estimador del tiempo de espera no es significativo al 95 %. En el MNL-2 aparece con problemas la misma variable antes citada; sin embargo, en el primer modelo los valores de t para las variables de interés son levemente mejores, lo que da ciertos indicios para preferirlo sobre el modelo MNL-2. Para el HL se observan buenos estimadores para las variables TVIAJE y TCAMIN; las otras variables de interés, TESPORA y COSTO, tienen estadígrafos t cercanos al valor crítico 1,96. A su vez, el valor de EMUTP es razonable (entre 0 y 1, y significativo), por lo que se acepta la hipótesis de que esta estructura es preferible a los MNL.

Para los tres modelos antes descritos se analizó considerar parámetros diferentes para la variable tiempo de viaje, sin embargo, se demostró que no eran estadísticamente diferentes a los antes encontrados. También se hizo un análisis de la linealidad de la variable tiempo de caminata, para ello se definieron dos variables, CAMI1 y CAMI2 donde:

$$\begin{aligned} \text{CAMI1} &= \text{TCAMIN si } \text{TCAMIN} \leq 10; \text{CAMI1} = 10 \quad \text{si } \text{TCAMIN} > 10 \\ \text{CAMI2} &= 0 \quad \text{si } \text{TCAMIN} \leq 10; \text{CAMI2} = \text{TCAMIN si } \text{TCAMIN} > 10 \end{aligned}$$

verificándose con el test de pares de coeficientes que las variables CAM11 y CAM12 no eran estadísticamente diferentes. Finalmente, se analizaron modelos con dos niveles de ingreso, pero debido a la reducida cantidad de encuestas, éstos no entregaron test t significativos para las variables de interés.

#### 4.2. Cálculo y Análisis del Valor Subjetivo del Tiempo

La forma ocupada para calcular los valores subjetivos del tiempo es considerar que su valor equivale a la tasa de sustitución entre costo y tiempo a utilidad constante, es decir:

$$VST = \frac{\theta_t}{\theta_c} \quad (2)$$

donde  $\theta_t$  indica el coeficiente de cualquiera de las tres variables de tiempo y  $\theta_c$  el parámetro del costo. Además de los VST se calcularon sus coeficientes t respectivos mediante la fórmula (ver Jara-Díaz et al, 1988):

$$t_{tc} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{t^2_t} + \frac{1}{t^2_c} - \frac{2\rho}{t_t t_c}}} \quad (3)$$

donde  $\rho$  es el coeficiente de correlación entre los parámetros del tiempo y costo.

La Tabla N°7 muestra los valores obtenidos para los VST y sus respectivos estadígrafos t. Como se puede ver, el tiempo de espera es el más valorado por los individuos (entre 5 y 8 veces más que el tiempo de viaje), seguido por el tiempo de caminata (entre 1,2 y 1,5 veces más que el tiempo de viaje). No obstante, estos resultados ven disminuida su fuerza por los bajos niveles de precisión de los valores del tiempo estimados (sólo los correspondientes al tiempo de caminata en MNL-1 y al tiempo de viaje en MNL-2, son significativos al 95%); sin embargo, esto probablemente se deba al pequeño tamaño muestral disponible. En la actualidad se está trabajando en codificar la información a nivel desagregado, por lo que se espera que esto también traiga como consecuencia mejores estimadores de los VST.

#### 4.3. Comparación con Resultados de Otros Modelos

En esta sección se comparan los valores subjetivos obtenidos para los tiempos de viaje en el caso de compras con valores encontrados recientemente para el viaje al trabajo. Para esto se examinaron los resultados obtenidos por Vergara (1993) en un trabajo similar ocupando también datos de DV, pero para la ciudad de Concepción; cabe destacar que en ese caso se consiguió un tamaño muestral de 546 encuestas. Se optó por realizar esta comparación con dichos modelos ya que los datos fueron procesados de forma similar a los nuestros, por lo que se espera que tengan asociados un nivel de error similar. Así, las diferencias entre los resultados obtenidos debieran explicarse en forma importante por la distinta naturaleza de los viajes.



**Tabla N°7: Valor Subjetivo del Tiempo (\$/min)**

Variable	VST (test-t)		
	MNL-1	MNL-2	HL
Viaje	10,97 (1,697)	14,42 (2,160)	14,79 (1,323)
Caminata	14,99 (2,333)	20,99 (1,537)	18,19 (1,813)
Espera	80,09 (1,580)	70,78 (1,382)	122,64 (1,328)

En la Tabla N°8 se muestra la comparación entre los VST estimados con modelos similares en cada caso (propósito de viaje). Cabe mencionar que los valores del tiempo para viajes al trabajo fueron actualizados a moneda de junio de 1991 (estaban en dinero de junio de 1989 fecha en que se realizó la encuesta en Concepción).

**Tabla N°8: VST de Compras v/s Trabajo**

VST	Compras	Trabajo
Viaje	10,97	26,82
Caminata	14,99	22,87
Espera	80,09	121,23

Se aprecia un valor del tiempo considerablemente mayor en el caso de los viajes al trabajo; si suponemos que el ingreso es similar en ambas poblaciones, esto se podría explicar porque gran parte de los viajes de compras son realizados por personas que no perciben ingreso en forma directa (ej. dueñas de casa), y por esta razón no valoran su tiempo de la misma forma que lo hace un trabajador. En los casos en que el viaje lo realizaba una persona que sí genera ingresos, la mayoría de las veces se trataba de personas que después del trabajo pasaban a comprar, por lo que su percepción del valor del tiempo de viaje puede resultar menor.

Una diferencia interesante entre ambos casos radica en el hecho que en el modelo de viajes al trabajo, el valor del tiempo de viaje resultó ser mayor que el del tiempo de caminata, situación inversa a la que se produce en el modelo de viajes de compra. Esto trae como consecuencia que el valor del tiempo de caminata no parezca tan diferente en ambos modelos, como sí ocurre con los otros dos valores del tiempo.

Para comparar estadísticamente ambos conjuntos de parámetros, se aplicó el test de comparación de pares de coeficientes, obteniéndose como resultado que ningún valor del coeficiente  $t^*$  alcanzaba el valor 1,96; por lo tanto, fue posible concluir que a pesar de sus aparentes diferencias, los parámetros de ambos modelos no eran estadísticamente diferentes.

## 5. CONCLUSIONES

A pesar de que la investigación dispuso de relativamente pocos datos, y que éstos han sido examinados sólo a nivel agregado, la experiencia es interesante por dos motivos principales:

- Los resultados corresponden al primer modelo de viajes de compras estimado en Santiago.
- Se trata del primer esfuerzo de modelación con datos correspondientes a la Encuesta Origen-Destino de 1991, la más completa realizada en el país.

Los resultados obtenidos en las estimaciones de los distintos modelos permiten darse cuenta la importancia que tiene contar con un tamaño de muestra adecuado; en efecto, no cabe duda que el tamaño seleccionado resultó crítico, en el sentido que los estadígrafos  $t$  calculados estaban su mayoría en el límite del 95% de significancia. Esto se comprobó al analizar modelos en que se veía reducido el tamaño muestral, como es el caso de la estratificación por ingreso y la eliminación del modo caminata pura, donde la significancia de los modelos se vio fuertemente reducida (especialmente en el caso debido al hecho que esa muestra era más heterogénea).

Es bastante claro que un factor que influyó fuertemente en la falta de precisión de los parámetros estimados es la utilización de datos zonales (ver la discusión en Daly y Ortúzar, 1990). Esta limitación se vio aumentada por la necesidad de usar la zonificación de ESTRAUS antigua que incluía menos zonas que la correspondiente a los DV; también es una probable causa de deficiencias en este sentido, la serie de supuestos que se debió efectuar respecto de los medios disponibles que no eran elegidos. Finalmente, otra elemento que puede haber provocado alguna distorsión en los resultados obtenidos, es que se consideró, en ausencia de otra información, que todas las personas trabajaban la misma cantidad de tiempo.

En lo que respecta a los VST propiamente tales, resalta en primer lugar su elevado valor. En efecto, 11 \$/min para el VST de viaje; es casi cinco veces más alto que el valor social recomendado actualmente por el gobierno para el caso urbano. En segundo lugar se debe destacar la extrema valoración del tiempo de espera, aunque se esperaba (y así se obtuvo) que éste fuera más valorado que el tiempo de caminata, y que este, a su vez, fuera (aunque levemente) más valorado que el del tiempo de viaje dentro del vehículo. Lamentablemente los resultados se obtuvieron para el total de la muestra y no para ciertos grupos dentro de ella, lo que habría permitido analizar su distinta valorización del tiempo (por ejemplo, personas de ingresos alto y bajo). Al haber calculado los mismos valores del tiempo para todos los individuos, se está asumiendo que todos lo perciben de la misma forma, en circunstancias que esto seguramente varía con el ingreso individual y los gustos personales.

Respecto al modelo logit jerárquico calibrado se puede señalar nuevamente que el tamaño muestral fue una limitante, puesto que no permitió incluir dos nidos en forma simultánea, uno de transporte privado y otro de transporte público. No obstante, y a pesar de haber sido estimado con datos de dudosa precisión, la estructura jerárquica postulada resultó adecuada; esto refuerza la necesidad de probar si esta clase de modelos resulta más apropiada que el logit simple en casos en que no parezca razonable asumir independencia entre todas las opciones disponibles.



## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean manifestar su agradecimiento a Mariela Barquín por su importante apoyo en las tareas de cálculo de variables de servicio utilizando modelos de redes. El trabajo contó con el financiamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, a través del proyecto FONDECYT 774-91.

## **REFERENCIAS**

- Daly, A.J. (1992) **ALOGIT 3.2 User's Guide**. Hague Consulting Group, La Haya.
- Daly, A.J. y Ortúzar, J. de D. (1990) Forecasting and data aggregation: theory and practice. **Traffic Engineering and Control** 31(12), 632-643.
- Gaudry, M.J.I., Jara-Díaz, S.R. y Ortúzar, J. de D. (1989) Value of time sensitivity to model specification. **Transportation Research** 23B(2), 151-158.
- Ortúzar, J. de D. (1982) Fundamentals of discrete multimodal choice modelling. **Transport Reviews** 2(1), 47-78.
- Ortúzar, J. de D. y Hutt, G.H. (1988) Travel diaries in Chile: the state of the art. **Proceedings 16th PTRC Summer Annual Meeting**. University of Bath, Inglaterra, 12-16 Septiembre 1988.
- Ortúzar, J. de D., Ivelic, A.M., Malbrán, H. y Thomas, A. (1993) The 1991 Great Santiago origin-destination survey. **Traffic Engineering and Control** 34(7/8), 362-368.
- Ortúzar, J. de D. y Willumsen, L.G. (1990) **Modelling Transport**. John Wiley & Sons, Chichester.
- Vergara, F. (1993) **Valor del Tiempo en Evaluación de Proyectos**. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería de Transporte, Pontificia Universidad Católica de Chile.