

## 1. INTRODUCCION.

La valoración de reducciones en el tiempo de viaje ha sido un tema recurrente en la literatura sobre economía de transporte durante décadas, debido en gran parte a que dichas reducciones constituyen en muchos casos la fuente principal de beneficios en proyectos de transporte. Los primeros artículos de Becker (1965), DeSerpa (1971) y Evans (1972) contribuyeron al establecimiento de un sólido cuerpo de conocimiento en relación al rol del tiempo en el comportamiento individual, extendiendo la teoría económica del consumidor para incluir el análisis de actividades. Se demostró que reasignar tiempo desde ciertas actividades hacia otras percibidas como más placenteras significa un beneficio que puede expresarse en unidades monetarias. Este hecho es captado implícitamente por aquellos modelos de transporte en los cuales se determina valoraciones subjetivas para el tiempo y costo de viaje, a partir de las cuales puede calcularse un valor subjetivo del tiempo (VST). La literatura sobre microeconomía de las decisiones de viaje provee los elementos para interpretar el VST en términos de las circunstancias económicas que pueden ser asociadas a cada individuo. Por ejemplo, el enfoque de elección entre ocio y bienes de Train y McFadden (1978) contempla modelos en los cuales el VST es ligado a la tasa salarial de un individuo que elige libremente la cantidad de tiempo que dedicará al trabajo, mientras la reformulación de Jara-Díaz y Farah (1987) relaciona el VST a una tasa de gasto en el caso de individuos que tienen jornadas de trabajo fijas. La microeconomía de las decisiones de viaje ha sido discutida con particular riqueza por Truong y Hensher (1985) y Bates (1987), entre otros.

Así, los fundamentos económicos de la demanda por viajes proveen un marco sólido para formular y estimar modelos, a partir de los cuales el VST puede ser obtenido para diversos individuos bajo diferentes circunstancias. Esto constituye la base de muchos estudios orientados a proveer valores que constituyen un elemento básico para la evaluación de proyectos de transporte. Pero calcular valores subjetivos del tiempo para una diversidad de individuos y condiciones no resuelve el problema. "...mientras estos valores pueden ser tomados como evidencia de una disposición a pagar, en la línea de la teoría general de la economía de mercado, la decisión acerca de cómo estas valoraciones individuales deben ser usadas en evaluación social de proyectos continúa siendo un problema político, y sólo puede ser parcialmente ilustrada por los resultados obtenidos..." (Bates y Roberts, 1986, en su resumen metodológico del proyecto británico de investigación sobre el valor del tiempo, solicitado por el Department of Transport). Este tipo de discusión ha tomado a veces la forma de una elección entre usar directamente las valoraciones individuales versus un valor único (o de "equidad") para efectos de evaluación social.

En este artículo se intentará enfrentar el desafío recién mencionado, pero sin hacerlo a partir de una defensa a priori de una posición determinada. Por lo tanto, se comenzará planteando los aspectos fundamentales, los problemas básicos, lo cual implica ir más allá de la simple estimación de modelos de demanda. El objetivo del artículo es proponer un enfoque para analizar proyectos "sociales", esto es, aquellos que son financiados con dinero de los contribuyentes y en los cuales las decisiones son tomadas por las autoridades del Estado, para luego aplicar este enfoque al caso de proyectos que reducen tiempo de viaje. Para ello, se supondrá que se dispone de modelos de demanda sólidamente fundados y bien estimados, de modo de suprimir explícitamente la tentación de mezclar el problema de la evaluación social con el de obtener buenos modelos para estimar los VST.



En la sección siguiente se resume el marco general de economía del bienestar que subyace a las técnicas de evaluación de proyectos, con el objetivo de orientar la formulación hacia la identificación del rol de los diversos actores y hacia la explicitación de las opciones existentes en términos de medidas de bienestar social. Luego, se aplica este enfoque a proyectos que reducen tiempo de viaje, en lo cual los modelos de elección de modo juegan un rol esencial como instrumentos para la estimación de parámetros. Se mostrará que el uso de un valor único o de varios valores es un asunto que puede ser abordado en forma empírica, para el caso en que el tiempo ahorrado puede ser reasignado libremente. La cuarta sección contiene un ejemplo numérico. Finalmente, comentarios y conclusiones son presentados en la última sección.

## 2. ECONOMIA DEL BIENESTAR SOCIAL.

De acuerdo a la teoría del bienestar, una medida de bienestar social puede ser expresada como

$$W = W(W_1, \dots, W_q, \dots, W_n) \quad (1)$$

en función del nivel de bienestar  $W_q$  de cada individuo  $q$  en la sociedad. Esta función representa conceptualmente la manera implícita en la cual la sociedad pesa los niveles de bienestar individual para fines de decidir acerca de la asignación de recursos sociales, y está implícita en las decisiones del poder ejecutivo, del legislativo y de la burocracia pública. Por otra parte, se supone que el bienestar individual es una función de la cantidad de artículos de consumo  $X_{iq}$  que cada individuo compra dentro de un cierto período temporal de referencia. Según la teoría del consumidor, en su versión más simple, la demanda por estos artículos es una función del ingreso individual  $I_q$  y los precios  $P$ , de modo que se tiene

$$W_q(X_{iq}) = W_q[X_{iq}(I, P)] \equiv V(I, P) \quad (2)$$

donde  $V$  es la función de utilidad indirecta.

Cuando este enfoque es aplicado a la evaluación social de proyectos, se supone habitualmente que los efectos de un proyecto pueden ser expresados como beneficios en dinero  $dB_q$  (positivos o negativos) percibidos por cada individuo, con respecto a cierta situación de referencia, y el cambio en el bienestar social o colectivo es expresado como

$$dW = \sum_q \frac{\partial W}{\partial W_q} \frac{\partial W_q}{\partial B_q} dB_q \quad (3)$$

De las ecuaciones (2), se desprende directamente que la variación de bienestar individual derivada de un beneficio expresado en unidades de dinero es la utilidad marginal del ingreso  $\lambda_q$ . Por lo tanto, se tiene

$$\frac{\partial W_q}{\partial B_q} = \frac{\partial W_q}{\partial I} = \lambda_q \quad (4)$$



$$dW = \sum_q \frac{\partial W}{\partial W_q} \lambda_q dB_q \quad (5)$$

En la ecuación (5),  $\lambda_q$  es el peso asignado por el individuo  $q$  a los beneficios monetarios percibidos, lo cual por supuesto es un asunto privado o subjetivo. En contraste,  $\partial W / \partial W_q$  es el "peso" social asignado al bienestar del individuo  $q$ , lo cual es en realidad un asunto político que corresponde a decisiones de la autoridad, cuyas acciones revelan las valoraciones implícitas en las mismas. Por lo tanto podemos hacer una clara distinción entre lo que es un problema social y lo que es un problema de modelación. En lo que sigue, se supondrá implícitamente que cada  $\lambda_q$  permanece constante dentro del rango de los impactos del proyecto.

Si se desea expresar el bienestar social en unidades de dinero, se debe definir un factor de conversión  $\lambda_s$  tal que

$$dB = \frac{dW}{\lambda_s} \quad (6)$$

$$dB = \frac{I}{\lambda_s} \sum_q \frac{\partial W}{\partial W_q} \lambda_q dB_q \quad (7)$$

Es posible ahora revelar los supuestos implícitos detrás del enfoque "inocente", según el cual el valor monetario del bienestar social es simplemente la suma, sobre todos los individuos, de la medida monetaria del bienestar individual (variación en el excedente del consumidor), esto es

$$dB_I = \sum_q dB_q \quad (8)$$

En la ecuación (8) el supuesto subyacente es

$$\frac{\partial W}{\partial W_q} \frac{\lambda_q}{\lambda_s} = I \quad (9)$$

o bien

$$\frac{\partial W}{\partial W_q} = \frac{\lambda_s}{\lambda_q} \quad (10)$$

Esto significa que, en este enfoque, el peso social  $\partial W / \partial W_q$  del bienestar del individuo  $q$  es inversamente proporcional a su utilidad marginal del ingreso. Como toda la evidencia empírica (con base teórica) muestra que la utilidad marginal del ingreso decrece con el mismo, adoptar a priori este enfoque inocente en la evaluación de proyectos es equivalente a aceptar un peso social para el bienestar individual que aumenta con el ingreso. Este es por supuesto un enfoque altamente regresivo.



Se explorará ahora las consecuencias de adoptar un enfoque neutro, que significa un peso social igual para cada individuo, esto es

$$\frac{\partial W}{\partial W_q} = I \quad \forall q \quad (11)$$

lo cual conduce a

$$dB_2 = \sum_q \frac{\lambda_q}{\lambda_s} dB_q \quad (12)$$

Esta última ecuación muestra que el enfoque neutro es equivalente a una suma ponderada de los beneficios individuales. Por lo tanto, los enfoques "inocente" y "neutro" conducen a diferentes maneras de sumar los beneficios de usuarios individuales. La elección entre estos dos enfoques (u otros que podrían definirse) es en esencia un asunto político.

Si se desea realmente utilizar el enfoque neutro, se requiere derivar un método de cálculo para  $\lambda_q$  y  $\lambda_s$ . Consideraremos primero el factor de conversión  $\lambda_s$ , siguiendo el enfoque utilizado en Strobl et al. (1994). Se debe recordar que, en el caso de la evaluación social de proyectos de transporte, el caso general es aquel en el cual se realiza una inversión con el objeto de generar ahorros en la operación del sistema. Si dicha inversión es realizada por el Estado u otra autoridad pública, con dinero proveniente de la recaudación tributaria, se está de hecho tomando decisiones acerca del uso del dinero de los contribuyentes. El pago de impuestos es equivalente a una reducción en los ingresos del contribuyente, lo cual puede ser expresado como una pérdida de bienestar de quienes pagan. Bajo el enfoque neutro, esta pérdida de bienestar puede ser expresada como

$$dW_T = \sum_q \lambda_q dT_q \quad (13)$$

donde  $dT_q$  representa la cantidad pagada (impuesto) por el individuo  $q$ . Por otra parte, la recaudación total  $dT$  está dada por

$$dT = \sum_q dT_q \quad (14)$$

Por lo tanto, la recaudación de una cantidad total de dinero  $dT$  para uso social está asociada a una pérdida de bienestar social  $dW_T$ . Esto significa que el factor social de conversión está dado por

$$\lambda_s = \frac{dW_T}{dT} \quad (15)$$



o

$$\lambda_s = \frac{\sum_q \lambda_q dT_q}{\sum_q dT_q} \quad (16)$$

Por lo tanto,  $\lambda_s$  es un promedio ponderado de las utilidades marginales del ingreso de los contribuyentes; por esta razón,  $\lambda_s$  **puede ser considerado como la utilidad social del dinero**. Nótese que la ecuación (16) es válida incluso en el caso que los fondos provengan de una fuente diferente. Por ejemplo, en el caso de un concesionario privado que cobra peaje a los usuarios,  $dT_q$  representaría la cantidad pagada en peajes por el individuo  $q$ . De lo anterior se desprende que el factor de conversión  $\lambda_s$  depende de la manera en que el proyecto es financiado, pero existe un valor único para todos los proyectos financiados a través de la recaudación tributaria.

En el caso particular de un proyecto autofinanciado en forma tal que cada usuario paga exactamente lo mismo que percibe como beneficio ( $dB_q$ ), de las ecuaciones (12), (16) y (8) se obtiene el resultado trivial

$$dB_2 = \frac{\sum_q dB_q}{\sum_q \lambda_q dB_q} \sum_q \lambda_q dB_q = \sum_q dB_q = dB_1 \quad . \quad (17)$$

según el cual en este caso ambos enfoques entregan el mismo resultado.

De igual modo, si los ricos (R) pagan impuestos y los pobres (P) son los favorecidos por un proyecto dado, entonces el mismo conjunto de ecuaciones entrega

$$dB_2 = \frac{\sum_j dB_j}{\sum_{j \in R} \lambda_j dB_j} \sum_{i \in P} \lambda_i dB_i = \frac{\bar{\lambda}_P}{\bar{\lambda}_R} \sum_i dB_i = \frac{\bar{\lambda}_P}{\bar{\lambda}_R} dB_1 \quad (18)$$

donde

$$\bar{\lambda}_R = \lambda_s \wedge \bar{\lambda}_P = \frac{\sum_i \lambda_i dB_i}{\sum_{i \in P} dB_i} \quad (19)$$

Como  $\bar{\lambda}_P > \bar{\lambda}_R$ , entonces  $dB_2 > dB_1$  y el regresivo enfoque "inocente" subestimará los beneficios calculados mediante el enfoque neutro.

Los resultados anteriores muestran que los dos enfoques presentados pueden coincidir o diferir según sean los supuestos que se hagan sobre el financiamiento de las inversiones. En términos muy generales, tiende a haber consenso en la actualidad en el sentido que los fondos estatales procedentes

de impuestos debieran ser usados de preferencia en proyectos de inversión que presenten beneficios sociales, aceptándose como válidos usos netamente orientados a la redistribución de ingresos o a favorecer a sectores en extrema pobreza. También tiende a existir consenso en el sentido que aquellos proyectos que puedan autofinanciarse con pagos o contribuciones de sus usuarios directos no debieran tener acceso a fondos provenientes de la recaudación tributaria; este es el caso, por ejemplo, de proyectos que producen bienes o servicios transables en el mercado. En este último tipo de proyectos, hay quienes van más lejos y postulan que el Estado debiera abstenerse de participar en su financiamiento, dejando este rol únicamente a la iniciativa privada. De este modo, el caso de proyectos productivos no sería normalmente materia de evaluación social, siendo su rentabilidad privada el criterio de decisión sobre su ejecución, dentro del marco normativo fijado por el Estado, por otra parte, en este tipo de proyectos tienden a coincidir los resultados entregados por ambos enfoques de evaluación. En cambio, en aquellos proyectos de índole social los resultados de ambos enfoques pueden diferir sustancialmente, de modo que la elección entre uno u otro debe ser efectivamente tomada por las autoridades políticas. Naturalmente, la decisión acerca de cuáles proyectos deben ser considerados como "sociales" o "productivos", así como la definición de roles del Estado y del sector privado, son también materias de decisión política.

Finalmente, resta definir un procedimiento para hallar el conjunto de valores  $\lambda_q$ , cuya determinación puede ser problemática. Sin embargo, en la modelación de sistemas de transporte, una técnica ampliamente utilizada es la estimación de modelos de elección basados en la teoría de la utilidad aleatoria. Se mostrará en la sección siguiente que en estos casos la utilidad marginal del ingreso es un subproducto casi inevitable de la calibración de estos modelos, de modo que normalmente está disponible.

### **3. EL CASO DE PROYECTOS CON AHORROS DE TIEMPO DE VIAJE.**

Los desarrollos anteriores ya proveen elementos suficientes para intentar abordar directamente el problema de la medición de beneficios sociales, para el caso de proyectos que implican una reducción en los tiempos de viaje. Para ello, se utilizará las propiedades microeconómicas de los modelos de elección que, como es sabido, son normalmente estimados en forma tal que se obtiene una función de utilidad. Esta función, desde un punto de vista económico, es en realidad una función de utilidad indirecta condicional trunca (Jara-Díaz, 1994), y sus argumentos (para un grupo dado de individuos) son el costo de viaje y las componentes del tiempo de viaje, entre otras variables. Si se especifica como lineal, los coeficientes del costo y tiempo proveen información directa acerca de parámetros útiles para la aplicación del enfoque expuesto anteriormente. Sea  $\alpha_q$  el coeficiente del tiempo y  $\beta_q$  el del costo; entonces, el valor subjetivo del tiempo  $VST_q$  y la utilidad marginal del ingreso  $UMI_q$  están dadas por

$$VST_q = \frac{\alpha_q}{\beta_q} \quad y \quad UMI_q = \lambda_q = -\beta_q \quad (20)$$

En la primera igualdad, el VST es expresado como la tasa marginal de sustitución entre costo y tiempo para un nivel constante de utilidad. La segunda igualdad proviene de la naturaleza condicional de la utilidad de viajar, en la cual una variación en el costo de viaje es equivalente a una



variación en el ingreso disponible, como ha sido mostrado anteriormente por Vitor (1981) y Jara-Díaz y Farah (1988).

Como se dijo, el efecto de un proyecto sobre la utilidad individual puede ser medido en términos monetarios por la variación en el excedente del consumidor. Como el tiempo es un argumento en los modelos de elección de viaje, la variación de tiempo de viaje induce variaciones en las probabilidades de elección, que a su vez pueden ser calculadas como un beneficio individual por medio de la integral de línea generalizada que representa el equivalente en dinero. En resumen, siguiendo a Small y Rosen (1981),  $dB_q$  puede ser expresado como

$$dB_q = \frac{I}{\lambda_q} \sum_{i \in M_q} \int_{t_i^0}^{t_i^1} \pi_{iq} dt_i \quad (21)$$

donde  $t_i^j$  es el tiempo de viaje de la alternativa  $i$ , opción  $j$ ,  $\pi_{iq}$  es la probabilidad de que el individuo  $q$  elija la alternativa  $i$  y  $M_q$  es el conjunto de alternativas disponibles para dicho individuo. Nótese que  $\lambda_q$  debiera ser independiente del tiempo de viaje para que la ecuación (21) tenga validez.

La integral puede ser resuelta aproximadamente eligiendo una trayectoria lineal, suponiendo una variación lineal de las probabilidades con  $t$  y adoptando una forma lineal para la utilidad; el resultado para el caso en que sólo hay variaciones en el tiempo de viaje es (Jara-Díaz, 1990)

$$dB_q = VST_q \sum_i \frac{I}{2} (\pi_{iq}^0 + \pi_{iq}^1) (t_i^0 - t_i^1) \quad (22)$$

donde el lector puede reconocer una versión temporal de la bien conocida regla del medio.

Nótese que si la variación de las probabilidades es despreciable, la ecuación (22) colapsa al  $VST_q$  multiplicado por el tiempo de viaje ahorrado por el individuo  $q$ . Esto significa que el tratamiento del tiempo de viaje como una cantidad física con un precio es una interpretación de limitada validez. En cualquier caso, se definirá la medida relevante del tiempo de viaje ahorrado por el individuo  $q$ ,  $TTS_q$ , como

$$TTS_q = \sum_i \pi_{iq} (t_i^0 - t_i^1) \quad (23)$$

En este contexto, la medida políticamente neutra de beneficio social  $dB_s$  puede ser obtenida de las ecuaciones (12), (20), (22) y (23) como

$$dB_s = \sum_q \frac{\lambda_q}{\lambda_s} VST_q * TTS_q = \sum_q \frac{|\alpha_q|}{\lambda_s} TTS_q \quad (24)$$

lo cual indica que pueden existir valores sociales del tiempo diferentes para cada individuo, los cuales podrán ser además diferentes a los valores subjetivos correspondientes. Por otra parte, la medida regresiva  $dB_I$ , a partir de las ecuaciones (8), (20), (22) y (23), está dada por

$$dB_1 = \sum_q VST_q TTS_q = \sum_q \frac{|\alpha_q|}{\lambda_q} TTS_q \quad (25)$$

A partir de estos resultados, resulta claro que el uso de valores subjetivos del tiempo como valoraciones sociales de ahorros de tiempo individuales es una práctica que sólo puede ser sustentada por el enfoque regresivo. Por otra parte, si la utilidad marginal del tiempo (esto es, el valor **absoluto** de un minuto gastado en viajar) fuera igual entre individuos, entonces un valor único para el tiempo **podría** ser adoptado. Analíticamente, de la ecuación (24) se tiene

$$\alpha_q = \alpha \quad \forall q \Rightarrow dB_2 = \frac{|\alpha|}{\lambda_s} \sum_q TTS_q = VT \cdot TTS \quad (26)$$

donde  $VT$  es un valor social único del tiempo. Este es un resultado importante, pues el enfoque neutro, según el cual "cada individuo es igualmente considerado" **podría** traducirse en un precio único a ser multiplicado por los ahorros de tiempo totales. Pero esto debe ser dilucidado en forma **empírica** examinando la eventual igualdad de las valoraciones absolutas del tiempo entre individuos; en otras palabras, la pregunta es si los coeficientes del tiempo son iguales entre diferentes estratos de la población de viajeros.

Reiteremos que una visión equitativa del bienestar individual conduce a la medida de beneficios expresada en la ecuación (24). Esto puede o no implicar un valor único del tiempo para efectos de la evaluación social de proyectos. Cuando las utilidades marginales del tiempo difieren entre aquellos individuos que son afectados por el proyecto, entonces se debiera utilizar valores específicos de cada estrato, los cuales en general no corresponderán a las valoraciones subjetivas sino a valoraciones sociales  $VT_q$  dadas por

$$VT_q = \frac{|\alpha_q|}{\lambda_s} \quad (27)$$

La fuente de los  $\alpha_q$  son los coeficientes del tiempo en los modelos de elección de aquellos que viajan, en tanto que los  $\lambda_s$  provienen de los coeficientes del costo de quienes pagan impuestos (o quienes pagan la inversión, en su caso), más una tabla que indique la proporción aportada por cada estrato. Nótese que si un valor único  $VT$  fuera deseado por razones de simplicidad, éste debiera ser calculado resolviendo la ecuación

$$dB_2 = \frac{I}{\lambda_s} \sum_q |\alpha_q| TTS_q = VT \sum_q TTS_q \quad (28)$$

que entrega

$$VT = \frac{I}{\lambda_s} \sum_q PT_q |\alpha_q| \quad (29)$$



o

$$VT = \sum_q \frac{\lambda_q}{\lambda_s} PT_q \cdot VST_q \quad (30)$$

donde  $PT_q$  es la proporción del tiempo ahorrado por el individuo o estrato  $q$  con respecto al total. La ecuación (29) muestra los datos necesarios para calcular  $VT$ , en tanto que la ecuación (30) enlaza  $VT$  con las valoraciones subjetivas individuales.

Finalmente, dado que la ecuación (22) puede ser extendida fácilmente de modo de abarcar todas las componentes del tiempo de viaje (y también otras componentes de la calidad de viaje), como fue demostrado por Jara-Díaz (1990), los resultados obtenidos pueden ser extrapolados fácilmente para generar valoraciones **sociales** diferentes para, por ejemplo, el tiempo a bordo del vehículo, el tiempo de espera y el tiempo de caminata.

#### 4. UN EJEMPLO NUMERICO.

En esta sección se presenta un ejemplo relativamente simple orientado a ilustrar el funcionamiento del enfoque presentado. Se supondrá que hay dos proyectos alternativos: un mejoramiento general de cierta vía (proyecto A), y uno que da mayor prioridad al transporte público (proyecto B). Se debe calcular los beneficios derivados de ahorros de tiempo de viaje para cada proyecto con respecto a cierta situación de referencia. Por simplicidad se supondrá que ambos proyectos tienen un efecto despreciable sobre los flujos, y que sólo existen dos tipos de vehículo (autos y buses). Está también disponible un modelo de elección entre auto y bus, para tres estratos de ingreso, que es función del tiempo y costo de viaje. Los datos de flujos, ahorros de tiempo y segmentación de pasajeros se presentan en el Cuadro 1; el modelo de elección se presenta en el Cuadro 2, incluyendo los VST por estrato de ingreso.

**Cuadro 1. Datos para el Ejemplo Numérico**

	Flujo (veh/día)	Tasa de Ocupación (pax/veh)	Ahorros de tiempo (veh-horas/día)		Pasajeros por estratos de ingreso (%)		
			Proy.A	Proy.B	bajo	medio	alto
Autos	1.200	2	200	100	10	30	60
Buses	900	30	15	30	60	30	10

Debe notarse que el proyecto A evidentemente favorece al estrato de alto ingreso, mientras el proyecto B es ventajoso para los pobres. La utilidad marginal del ingreso en el modelo de elección disminuye con el ingreso, como es de esperar; por lo tanto, el parámetro común para el tiempo produce VST que aumentan con el ingreso.



En este contexto, los ahorros de tiempo debidos a cada proyecto pueden ser fácilmente calculados para cada estrato de ingreso a partir de los datos del Cuadro 1. Los resultados en pasajeros-hora son presentados en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Modelo de Elección

Variable	Parámetro	t estadístico	VST (\$/min)
Tiempo	- 1.17	5.9	
Costo ingreso	bajo	- 0.1334	12.4
	medio	- 0.0305	10.4
	alto	- 0.0141	3.8
			8.77
			38.36
			82.98

Valores obtenidos de CITRA (1994).

Cuadro 3. Ahorros de tiempo (pasajeros-hora) por estrato de ingreso para cada proyecto

Estrato de ingreso	Bajo	Medio	Alto	Total
Proyecto A	310	255	285	850
Proyecto B	560	330	210	1100

El ejemplo ha sido construido de tal modo que la medida políticamente neutra de beneficio social ( $dB_2$  en la ecuación 24) puede ser calculada directamente de la ecuación 26, que requiere una estimación de un valor social único para el tiempo como la razón entre el coeficiente del tiempo en el Cuadro 2 (en valor absoluto) y la utilidad social del dinero,  $\lambda_s$  en la ecuación 16. El cálculo de  $\lambda_s$  requiere información sobre la distribución de la carga tributaria  $TB_q$  entre los estratos de ingreso; se supondrá, para fines de este ejemplo, que ésta corresponde a 5%, 30% y 65% para los estratos de ingreso bajo, medio y alto, respectivamente. Se obtiene así

$$\lambda_s \sum_{q=1}^3 \lambda_q \cdot TB_q = 0.02499 \quad y \quad 17 = \frac{1.17}{0.02499} = 46.828 \text{ min} \quad (31)$$

y la medida políticamente neutra de beneficio social es \$2,388,240 para el proyecto A y \$3,090,660 para el proyecto B. Nótese que si las utilidades marginales del tiempo hubieran sido diferentes para cada estrato, habría sido necesario calcular valores sociales del tiempo para cada estrato según la ecuación 24, como  $|\alpha_q|/\lambda_s$ .

Es interesante calcular también los beneficios sociales según la medida políticamente sesgada  $dB_1$ , la cual en el caso del ejemplo corresponde a sumar sobre los tres estratos de ingreso los productos de sus ahorros de tiempo de viaje por los correspondientes VST (ecuación 25). De los Cuadros 2 y 3 obtenemos beneficios de \$2,169,000 para el proyecto A y de \$2,099,760 para el proyecto B. Una síntesis es presentada en el Cuadro 4, en el cual los beneficios han sido desagregados por estrato de ingreso.



Cuadro 4. Beneficios Sociales por ahorros de tiempo (Miles \$/día)

Enfoque	Proyecto A				Proyecto B			
	Estrato de Ingreso			Total	Estrato de Ingreso			Total
	Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto	
Políticamente neutro	871	716	801	2388	1573	927	590	3091
Políticamente sesgado	163	587	1419	2169	295	760	1046	2100

Esta síntesis confirma lo que había sido mostrado como un resultado general en la ecuación 18, esto es, que el enfoque políticamente sesgado subestima los beneficios en comparación al enfoque neutro, cuando los ricos pagan impuestos y los pobres son favorecidos. Pese a que el ejemplo presentado es menos extremo que dicho caso teórico, los resultados muestran obvias variaciones por estrato de ingreso. De lo presentado en el Cuadro 4 se desprende además que si los costos de ambos proyectos fueran similares y no hubiera otras fuentes de beneficios, la decisión que sería adoptada diferiría según cuál criterio político fuera adoptado: el enfoque neutro indicaría que el proyecto B es mejor, en tanto que el enfoque sesgado favorecería la ejecución del proyecto A.

## 5. COMENTARIOS FINALES.

Se ha derivado un método bien fundamentado para computar el valor social de los ahorros de tiempo de los usuarios como consecuencia de la ejecución de un proyecto de transporte. Este método está ligado a tres factores principales: la valoración subjetiva de los ahorros de tiempo por parte de los usuarios, la valoración subjetiva del dinero por parte de los contribuyentes, y un juicio de valor acerca de los beneficios individuales hecho por la autoridad política.

Los autores esperan que el método propuesto ponga término a la vieja discusión entre el uso de valores subjetivos del tiempo o valores de equidad para la evaluación de proyectos. Por otra parte, el método aisla lo que es realmente una decisión política (la valoración social del bienestar individual) de lo que es un asunto técnico (la medición de valoraciones subjetivas).

Las aplicaciones del método no se limitan a ahorros de tiempo. De hecho, el mismo enfoque puede ser usado para calcular valoraciones sociales para otras componentes de la función de utilidad indirecta condicional, tales como la calidad del viaje. En términos aún más generales, el enfoque puede ser extendido a cualquier problema de evaluación social de proyectos en el cual el comportamiento de los usuarios o beneficiarios pueda ser representado mediante modelos de elección.

Finalmente, cabe señalar que no corresponde aplicar este marco conceptual al caso de quienes viajan como parte de su trabajo, con los costos de viaje pagados por la empresa o institución para la cual prestan servicios, así como al caso del transporte de carga. Es probable que en estos casos la disposición a pagar por parte de los reales usuarios (esto es, quienes financian los costos del viaje o embarque) podría ser una buena aproximación al valor social de ahorros de tiempo de viaje. Sin embargo, ello está aún por demostrar.



## AGRADECIMIENTOS

Lo esencial de este enfoque fue presentado en el Taller sobre Valor del Tiempo en la Séptima Conferencia Internacional sobre Comportamiento de Viajeros, realizada en Valle Nevado, Chile, en Junio de 1994. Los autores agradecen los valiosos y estimulantes comentarios de David Hensher, John Bates, Mark Bradley y Juan de Dios Ortúzar. Esta investigación fue parcialmente financiada por FONDECYT, Chile.

## REFERENCIAS

- Bates, J.(1987) Measuring travel time values with a discrete choice model: a note. **The Economic Journal**. 97, 493-498.
- Bates, J.y M. Roberts (1986) Value of time research: summary of methodology and findings. **PTRC Summer Annual Meeting**.
- Becker, G. (1965) A theory of the allocation of time. **The Economic Journal** 75, 493-517.
- CITRA (1994) **Estudio Estratégico del Transporte de Pasajeros en la Empresa de los Ferrocarriles del Estado**. Informe de Consultoría para la Empresa de los Ferrocarriles del Estado, CITRA Ltda., Santiago.
- DeSerpa, A. (1971) A theory of the economics of time. **The Economic Journal** 81, 828-846.
- Evans, A. (1972) On the theory of the valuation and allocation of time. **Scottish Journal of Political Economy**, February, 1-17.
- Jara-Díaz, S.R. (1990) Consumer's surplus and the value of travel time savings. **Transportation Research** 24B, 73-77.
- Jara-Díaz, S.R. (1994) A general micro-model of users' behavior: the basic issues. **Seventh International Conference on Travel Behaviour**, Conference Preprints, 91-103.
- Jara-Díaz, S.R. y M. Farah (1987) Transport demand and user's benefits with fixed income: the goods/leisure trade-off revisited. **Transportation Research** 21B, 165-170.
- Jara-Díaz, S.R. y M. Farah (1988) Valuation of user's benefits in transport system. **Transport Reviews** 8, 197-218.
- Small, K.A. y H.S. Rosen (1981) Applied welfare economics with discrete choice models. **Econometrica**, 49, 105-129.
- Strobl, E., T. Gálvez y J. de D. Ortúzar (1994) **Manual de Evaluación Social de Proyectos de Inversión en Infraestructura Aeroportuaria**. Informe preparado para el Ministerio de Planificación y Cooperación por el consorcio CADE-CITRA-DICTUC, Santiago.



- Train, K. y D. McFadden (1978) The goods / leisure trade-off and disaggregate work trip mode choice models. **Transportation Research** 12, 349-353.
- Truong, P. y D. Hensher (1985) Measurement of travel time values and opportunity cost from a discrete-choice model. **The Economic Journal** 95, 438-451.
- Viton, P. (1985) On the interpretation of income variables in discrete choice models. **Economic Letters** 17, 203-206.