



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
**CIENCIAS
ECONÓMICAS**

C I // E
CENTRO DE INVESTIGACIÓN
Y VINCULACIÓN ECONÓMICA

INFORME METODOLÓGICO

EL VALOR SOCIAL DEL TIEMPO



Índice

Introducción	4
I Marco Teórico	5
II La medición del valor social del tiempo	6
II.1. El valor social del tiempo en general	8
A. Costo de oportunidad o valoración objetiva	8
B. Valoración contingente o valoración subjetiva	10
II.2. El valor social del tiempo de viaje	12
A. Formas de segmentación	13
B. Metodologías para el cálculo del valor social del tiempo de viaje por propósitos laborales	13
B.1. Enfoque de ahorro de costos	14
B.2. La ecuación de Hensher	14
B.3. Disposición a pagar	17
B.4. Costo de oportunidad	19
B.5. Consideraciones adicionales	20
II.3. La medición de valor social del tiempo en países seleccionados	20
A. Estimaciones del VST	20
A.1. México	20
A.2. Uruguay	21
A.3. Colombia	21
B. Estimaciones del VSTV	22
B.1. Países desarrollados	22
B.2. Argentina	23
B.3. Chile	25
B.4. Colombia	29
B.5. Perú	29
III Bases de datos disponibles e información a utilizar	30
IV Propuesta para el cálculo del Valor Social del Tiempo	33
V Estrategias de estimación del valor social del tiempo y supuestos utilizados	35
V.1. Valor social del tiempo de trabajo y valor social del tiempo de ocio	36
V.2. Horas trabajadas	37
V.3. Parámetros	37
VI Estimación del Valor Social del Tiempo y de los factores de corrección	38
VI.1. Estimación preliminar del Valor Social del Tiempo para la provincia Mendoza.	38



VI.2.	Comparación del Valor Social del Tiempo para la provincia Mendoza con valores del tiempo calculados para otros aglomerados	38
VI.3.	Cálculo de los factores de corrección (<i>FCT</i>)	39
VI.4.	Análisis de sensibilidad	43
VI.5.	Limitaciones	44
VII	Actualización de Valor Social del Tiempo	44
VIII	Consideraciones finales	45
	Referencias Bibliográficas	46
	Anexo A: Modelos teóricos utilizados para determinar el valor del tiempo	52
	A.1. El modelo de Becker	52
	A.2. El modelo de Johnson	54
	A.3. El modelo de Oort	55
	A.4. El modelo de DeSerpa	58
	A.5. El modelo de Evans	62
	A.6. Síntesis	64
	Anexo B: Formas de segmentación del valor del tiempo de viaje	67
	B.1. Propósito del viaje	67
	B.2. Modo	68
	B.3. Distancia y territorial	69
	B.4. Ingreso	69

Introducción

Los proyectos de inversión afectan el uso del tiempo, ya sea liberándolo (ahorrando) o utilizándolo (gastando). Desde la óptica de la inversión, para lograr una adecuada asignación de los recursos, resulta indispensable valorar este cambio en el uso del tiempo.

A los efectos de este trabajo se va a entender el valor del tiempo (VT) como la valoración del incremento o disminución marginal del tiempo ($\$/unidad$ de tiempo) producto de la realización de un proyecto. Este es un concepto relevante en el caso de las evaluaciones privadas, donde interesa determinar el efecto sobre el bienestar de un agente o conjunto de agentes (homogéneos) que generaría la ejecución del proyecto. El valor social del tiempo (VST) es la valoración que hace la sociedad en su conjunto, del ahorro o desahorro de esa unidad de tiempo ($\$/unidad$ temporal) producto de la realización de un proyecto. Este es el concepto relevante en el caso de la evaluación social o socioeconómica, en la que importa determinar el efecto sobre el bienestar de la comunidad que produciría la ejecución de un proyecto.

Así, la mayoría de los problemas que se plantean en evaluación de proyectos en relación al tiempo se refieren a **cambios** en su uso. Es decir, se busca estimar cuanto se valora, por ejemplo, una reducción en los tiempos de espera para la atención en centros de salud, o en los tiempos para realizar trámites administrativos, o una reducción del tiempo de viaje. Esto significa valorar la tasa de cambio entre tiempo de ocio y tiempo de trabajo para un usuario representativo, es decir el precio del tiempo más que su valor absoluto (Ortegón et al., 2005).

Estimar el valor monetario de un cambio marginal en el tiempo es una tarea compleja, tanto desde el punto de vista conceptual como empírico. En el caso particular del tiempo, no es aplicable la metodología general de cálculo de precios sociales basada en distorsiones, ya que supone la existencia de un mercado en el que se transe el bien, en el que es posible observar los precios de oferta y demanda y estudiar las propiedades de las curvas respectivas.

Dado que en el caso del tiempo no existe un mercado, se han desarrollado modelos teóricos para determinar su valor. En economía, el tiempo aparece vinculado con la teoría del consumidor y a su asignación entre trabajo y ocio (Becker, 1965), o entre trabajo, otras actividades necesarias para producir bienes intermedios y ocio (DeSerpa, 1971; Evans, 1972; Johnson, 1966; Oort, 1969; entre otros). Bajo este esquema, el valor subjetivo del tiempo es la tasa marginal de sustitución entre dinero y tiempo: el cociente entre la utilidad marginal del tiempo y la utilidad marginal del dinero. Es decir, el valor del tiempo es el precio sombra del problema de maximización. Asumiendo que los individuos son idénticos, y ausencia de distorsiones, el valor social del tiempo coincidirá con el valor subjetivo del mismo.¹

Desde el punto de vista empírico, no hay forma precisa ni exenta de controversia para estimar el VT . Para determinar el valor de un bien para el que no existe un mercado, como el caso del tiempo, se han sugerido y aplicado diferentes metodologías, entre las que sobresalen la del costo de oportunidad y la valuación contingente.

¹ Esta identidad entre valores sociales y privados lleva implícito el enfoque de eficiencia, que en este caso significaría que el incremento en el bienestar social derivado del ahorro de tiempo entre los distintos individuos es siempre el mismo, sin consideraciones de tipo distributivo (Contreras, 2004).



A continuación, se resumirá el marco teórico para la medición del valor del tiempo, luego se detallarán las metodologías comúnmente utilizadas para calcular el VT . Para finalizar se resumirán las metodologías empleadas para la medición del VT en países seleccionados.

I Marco Teórico

El fundamento teórico de la medición del valor del tiempo se encuentra en el modelo de comportamiento del consumidor. En este modelo, el consumidor busca maximizar su bienestar asignando el tiempo disponible entre consumo y ocio, sujeto a una restricción presupuestaria y una temporal. Este tipo de modelos considera que el individuo maximiza utilidad decidiendo cuánto consumir y cuánto descansar. El consumo de bienes y de ocio está limitado por el ingreso disponible, que se obtiene destinando parte del tiempo a trabajar. El trabajo, el ocio y el tiempo dedicado a realizar otras actividades, compiten por ese tiempo limitado (se dispone solo de 24 horas al día). Además, el tiempo puede ser convertido en dinero reduciendo el consumo y asignando más horas al trabajo. También es posible extender las posibilidades de consumo del individuo si éste ahorra tiempo en la realización de una determinada actividad, ya sea para trabajar más y poder consumir más, o para descansar o disfrutar más.

Existen en la literatura diferentes modelos de asignación del tiempo, entre los que se destacan los modelos de Becker (1965), de Johnson (1966), de Oort (1969), DeSerpa (1971) y de Evans (1972).² Estos modelos, se sustentan en la teoría del consumidor y consideran al tiempo de distintas de distintas formas, ya sea como argumento de su función de utilidad, como restricción adicional o ambos.

El modelo de Becker (1965) permite concluir que el valor monetario del tiempo asignado a cualquier actividad no remunerada (cuidado de la salud, educación, ocio) es exactamente igual al salario que deja de percibirse. Este modelo asume que el tiempo de trabajo genera utilidad (o desutilidad) indirectamente, en la medida que permite un mayor acceso a bienes y una menor disponibilidad de tiempo para el consumo. Si una hora de trabajo adicional proporciona satisfacción (insatisfacción) independientemente del consumo de bienes, el costo percibido de aumentar el tiempo asignado a actividades no remuneradas sería mayor (menor) que el salario horario. El modelo que plantea Johnson (1966) incorpora este aspecto y concluye que el valor del tiempo es igual al salario más el valor subjetivo del trabajo expresado en términos monetarios: el cociente entre la desutilidad marginal del trabajo y la utilidad marginal del ingreso. Oort (1969) amplía el modelo anterior incorporando en la función de utilidad el tiempo destinado a otras actividades (que no son ni trabajo ni ocio) y concluye que el valor de una reducción en el tiempo destinado a estas actividades es igual al salario solo si el trabajo y dicha actividad en sí misma no afectan directamente la utilidad del individuo. DeSerpa (1971) perfecciona los modelos anteriores al definir tres conceptos del valor del tiempo. El valor del tiempo como recurso es el valor de extender el período de tiempo y equivale a la relación entre la utilidad marginal del tiempo y la utilidad marginal del ingreso. Es el valor de las actividades de ocio (costo de oportunidad). El valor del tiempo como mercancía es el valor del tiempo asignado a una determinada actividad y es la tasa marginal de sustitución entre el tiempo asignado a esa actividad y el ingreso en la función de utilidad. Este valor es igual al valor del tiempo como recurso solo si el individuo asigna más tiempo a una actividad que el mínimo requerido para realizarla. Por último, el valor del ahorro de tiempo, que solo es distinto de cero en actividades intermedias y es igual a la diferencia entre el valor del tiempo como recurso y el valor del tiempo como mercancía.

² Un análisis más detallado de estos modelos puede consultarse en el Anexo A.

En síntesis, dadas las restricciones (presupuestarias, temporales y técnicas), modificar marginalmente la decisión entre trabajo y ocio, o entre una combinación de trabajo y tiempo para producir bienes finales, implica asumir un costo de oportunidad en el uso del recurso tiempo: comprar ocio significa trabajar menos y renunciar a un ingreso monetario; comprar una unidad adicional del bien final significa aumentar el tiempo dedicado al consumo del mismo, reduciendo el tiempo dedicado a otros bienes, a trabajo y/o a ocio. Por ello, Jara-Díaz (2000) propone abordar el problema teniendo en cuenta tres aspectos importantes: el papel del tiempo en la función de utilidad, el tiempo como restricción, y las relaciones entre la asignación del tiempo y el consumo de bienes.

II La medición del valor social del tiempo

El marco teórico desarrollado precedentemente brinda una primera aproximación metodológica para el cálculo empírico del valor monetario de un cambio en el tiempo asignado a una determinada actividad (trabajo, ocio, actividades intermedias).

Los modelos teóricos ponen en evidencia que el tiempo tiene valor para los agentes económicos y que puede estimarse.

A partir del modelo de DeSerpa (1971) pueden definirse tres valores del tiempo:

- El valor del tiempo como recurso: es el valor de las actividades de ocio.
- El valor del tiempo como mercancía: es la tasa marginal de sustitución entre el tiempo asignado a esa actividad y el ingreso, es decir, el cociente entre la utilidad marginal del tiempo asignado a esa actividad y la utilidad marginal del ingreso.
- El valor del ahorro de tiempo: es igual a la diferencia entre el valor del tiempo como recurso y el valor del tiempo como mercancía.

Ahora bien, para todas aquellas actividades a las que el consumidor asigna más tiempo del estrictamente necesario (actividades relacionadas con el ocio) el valor del ahorro del tiempo es cero, y el valor del tiempo asignado a la actividad (como mercancía) es igual al valor del recurso. Para las actividades intermedias, aquellas a las que el consumidor quisiera dedicarle menos tiempo, una reducción (aumento) exógena en el tiempo mínimo necesario para realizar dicha actividad provoca cambios en la utilidad porque se pueden realizar más (menos) de otras actividades, generando cambios en el patrón de consumo, cambios en el programa de actividades, y cambios en el consumo (si el tiempo de trabajo remunerado aumenta/disminuye). Si la suma de todos estos efectos es positiva, entonces surge la disposición a pagar para disminuir el tiempo utilizado en dicha actividad.

El tiempo es un bien para el cual no existe un mercado formal, por lo que la determinación de su valor se realiza utilizando distintas estrategias.

En primer lugar, es importante reconocer, que el valor del tiempo es distinto según:

- Que la alternativa sea más trabajo, lo que permite obtener más ingreso (o renta) o más tiempo disponible para otras actividades o más ocio; y
- Que la alternativa sea o no predecible:
 - un ahorro de tiempo inesperado puede tener poco valor;
 - un ahorro regular puede ser incorporado por los individuos a sus planes habituales.



Ortegón et al. (2005) señalan que la mayoría de los problemas que plantea la evaluación socioeconómica de proyectos en relación al tiempo se refieren a cambios en su uso: requiere estimar, por ejemplo, cuánto valora la sociedad una reducción del tiempo necesario para realizar un trámite administrativo, o para realizar un traslado, o un aumento del tiempo de clase en establecimientos de educación primaria. Es decir, busca estimar la valoración de la tasa de cambio entre tiempo de ocio y tiempo de trabajo o, entre tiempo dedicado a dos actividades intermedias, para la sociedad en su conjunto.

Cuando la alternativa del tiempo ahorrado es más trabajo, el individuo puede generar más ingresos, por lo que la valoración del ahorro de tiempo es simple y se basa en la teoría económica que sostiene que el trabajador es retribuido de acuerdo al valor de su producto marginal. Sobre esta base, la retribución al trabajador debe ser suficiente para compensarlo por el tiempo marginal y la desutilidad asociada al trabajo.

Para la evaluación socioeconómica, lo relevante es el valor social del tiempo (*VST*), por lo que para su cálculo es necesario utilizar precios sociales. Así, a partir de las conclusiones básicas de los modelos teóricos, el *VST* ha sido aproximado de manera objetiva a través de alguna definición de precio social de la mano de obra que incluye el salario o precio de demanda (salario bruto más todos los adicionales que el empleador debe abonar -aportes jubilatorios, seguros por accidente, enfermedad, vacaciones). Esta estrategia consiste en considerar un único valor del tiempo, independientemente de quienes sean los beneficiarios de cada proyecto. La economía laboral provee los elementos necesarios para obtener el valor del tiempo ahorrado que se destina a trabajo.

Una alternativa, encuadrada en el enfoque de eficiencia, también conocido en la literatura como enfoque Harberger (1972), consiste en estimar el valor del tiempo como el promedio de los valores del tiempo de las personas afectadas por el proyecto. Es decir, reconoce que la valoración tiene un componente subjetivo que se ve influenciado por las características (edad, sexo, contexto socioeconómico, entre otros). Este enfoque es cuestionado debido a que introduce un sesgo hacia proyectos que favorecen a las personas de mayores ingresos.

Cuando la alternativa del tiempo ahorrado es más ocio, para obtener el valor social del ahorro de tiempo, se requiere la utilización de otras estrategias. Una de ellas consiste en suponer que el valor del tiempo no productivo es igual al valor del tiempo de trabajo. Otra alternativa es utilizar las metodologías de valoración contingente, ya sea a través de preferencias declaradas (*PD*) o de preferencias relevadas (*PR*). Estas metodologías son utilizadas para obtener estimaciones subjetivas del *VT* y buscan determinar lo que un individuo está dispuesto a pagar para reducir el tiempo dedicado a realizar una determinada actividad. Ahora bien, el valor relevante para la sociedad, de un ahorro de tiempo no es necesariamente el que está dispuesto a pagar el individuo para reducir el tiempo destinado a una determinada actividad, sino el que la sociedad estaría dispuesta a pagar.

Cualquier proyecto que produzca un ahorro de tiempo se traducirá en un incremento en el bienestar de los individuos y por lo tanto en el bienestar de la comunidad, ya sea que el tiempo ahorrado se destine a ocio o a la producción de otros bienes que aumenten las posibilidades de consumo. Así, el valor social del tiempo (*VST*) es el monto que la sociedad está dispuesta a pagar por reducir el tiempo dedicado a una determinada actividad.

A continuación, se detallarán las metodologías de medición que se describen en la literatura sobre esta temática. En primer lugar, se describirán las propuestas de distintos expertos para medir el valor social del tiempo, independientemente de la actividad de la cual se libera. En segundo lugar, se

describirán las metodologías utilizadas para el cálculo del valor social del ahorro de tiempo de viaje, por ser la temática más abordada en la literatura, particularmente en países en los que los tiempos involucrados en los traslados de los individuos representan una proporción importante del tiempo disponible.

II.1. El valor social del tiempo en general

A. Costo de oportunidad o valoración objetiva

Los modelos desarrollados ponen en evidencia que una reducción en el tiempo dedicado a realizar una determinada actividad no laboral implica un incremento de las posibilidades de consumo del individuo, ya que el tiempo ahorrado puede ser destinado a trabajo o a disfrutar de más tiempo de ocio.

Adicionalmente, Hernández Díaz (2019) asume que:

- el tiempo de trabajo (t_L) produce bienes que incrementan directamente el bienestar, lo cual otorga valor al tiempo ahorrado en otras actividades independientemente de las preferencias de los beneficiarios;
- el valor del tiempo varía entre individuos debido a que éstos tienen preferencias distintas;³
- las actividades (x_j) y el tiempo (t_{x_j}) son de consumo conjunto, por lo que el valor del tiempo se relacionará con la actividad con la cual está asociado; y
- el valor del tiempo no laboral está implícito en la elección del agente económico, por lo que debe ser evaluado.

Con base en lo expresado en los párrafos precedentes, Bonifaz Fernández (2000), Cervini & Ramírez (2008) y el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2012) proponen la siguiente ecuación para estimar el VST de un beneficiario promedio:

$$VST_i = \alpha_1 w_{c,i} + \alpha_2 w_{p,i} \quad (II.1-1)$$

siendo $w_{c,i}$ el valor del tiempo de trabajo que es calculado como el costo salarial (el salario promedio por hora con prestaciones sociales e impuestos); $w_{p,i}$ el valor del tiempo de ocio que es calculado como el salario promedio por hora sin prestaciones sociales e impuestos (salario neto).

Diferentes autores brindan distintas interpretaciones y valores a los coeficientes α_1 y α_2 . En general, dado un ahorro de tiempo, definen α_1 como la proporción de ese ahorro dedicada a actividades laborales y α_2 como la proporción del ahorro de tiempo dedicada a ocio, tal que $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$.

Este método de cálculo del VST ha sido adoptado por Perú (Bonifaz Fernández, 2000; Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, 2012), México (Cervini & Ramírez, 2008) y Colombia (Hernández Díaz, 2019).

Para Belli et al. (2001) los ahorros en tiempo laboral deben ser valorados al costo para el empleador porque desde la perspectiva de la evaluación socioeconómica, si el tiempo ahorrado es destinado a la producción de bienes y servicios, su valor es el salario más cualquier otro costo asociado

³ Para minimizar este problema sugiere agrupar a los individuos por categorías relativamente homogéneas: calificado/no calificado; urbano/rural; por tipo de actividad, entre otras.

con el empleo (prestaciones sociales e impuestos laborales). En este caso se está considerando solo el trabajo remunerado.⁴

A los efectos de considerar el costo salarial se han seguido distintas estrategias. En Chile, Bonifaz Fernández (2000) sugirió adicionar al salario neto una tasa del 25%. Cervini & Ramírez (2008) estimaron un 20% de ajuste adicional sobre el ingreso neto para el caso de México; sin embargo, adoptaron una tasa del 30% asumiendo que podían existir distorsiones entre sectores productivos que inducirían una subestimación del valor de las prestaciones sociales. El Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2012) utiliza la información sobre ingresos declarada en la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH). En Chile, para el cálculo del valor del tiempo de trabajo se utilizan los datos de ingreso autónomo por decil de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) (Mella, 2020).

La disposición a pagar por tiempo ahorrado en actividades no laborales debe ser inferida a partir del comportamiento del individuo y no derivarse directamente del salario.⁵ En ausencia de información específica, Belli et al. (2001) y Bonifaz Fernández (2000) sugieren adoptar, como regla general, la propuesta de Gwilliam (1996): valorar por igual todo el tiempo de ocio ahorrado en aproximadamente un 30% del salario horario. Al respecto Gwilliam argumenta que *“si el salario recompensa a las personas por el ocio que dejan, por el esfuerzo de la tarea que tienen que realizar y por las habilidades especiales que aportan al trabajo, entonces el valor del ocio difiere del salario por la suma de estos dos últimos elementos (y usualmente será menor que el salario)”* (Calmet & Capurro, 2011).⁶

Sin embargo, Calmet & Capurro (2011) sostienen que no hay indicios de que la propuesta de Gwilliam sea un valor adecuado para todos los casos y países, ni que sea un valor fijo, ya que a medida que el tiempo de ocio se hace escaso, su valor podría superar al salario. Más aún, en Perú, en el caso del cálculo del valor del ahorro de tiempo de viaje se observan variaciones por nivel socioeconómico: para los niveles socioeconómicos más altos $0,30w_p < w_c < w_p$, pero para los niveles socioeconómicos más bajos $w_c > w_p$.

Una forma alternativa de calcular el *VST* es la propuesta por el SNIP Uruguay (2014). En este caso se asume que el valor monetario del tiempo asignado a cualquier actividad no remunerada (cuidado de la salud, educación, ocio) es exactamente igual al salario que deja de percibirse. Así, el *VST* podría estimarse a partir de la siguiente formulación (Botteon, 2014; SNIP, 2014):

⁴ La CEPAL, a través de la Clasificación de Actividades de Uso del Tiempo para América Latina y el Caribe – CAUTAL- (CEPAL, 2016) clasifica el uso del tiempo en dos grandes conjuntos: las actividades productivas o vinculadas a la producción de bienes y servicios; y las actividades no productivas o personales. Dentro de las primeras se encuentran aquellas cuyos resultados en términos de bienes y servicios se consideran dentro de la frontera de la producción del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) en las mediciones del producto bruto interno (PBI), y que corresponde a trabajo remunerado; y las relacionadas con la producción de servicios que realizan los miembros de los hogares para sí mismos, que está excluida del SCN pero se encuentra dentro de la frontera general de producción, y que corresponden a trabajo no remunerado.

⁵ Las actividades no productivas o personales incluyen actividades sociales (de aprendizaje, convivencia social, culturales, de entretenimiento y deportivas) y de cuidados personales relacionadas con el uso del tiempo de ocio o tiempo libre, que se efectúan durante el tiempo en el que no se desarrollan actividades laborales (CEPAL, 2016).

⁶ Ortégón et al. (2005) sostienen que esto es relativo. Si, por ejemplo, el individuo tiene la posibilidad de trabajar los fines de semana o feriados cobrando un precio mayor, el costo de oportunidad del ocio en esos días sería mayor que el de cualquier otro día de la semana. Esto sería válido para los trabajadores por cuenta propia, mientras que no es tan claro para los asalariados, ya que la decisión de trabajar horas extras es del empleador y estaría contemplado en el costo salarial.

$$VST_i = w_i^* = w_{c,i} \times \gamma_i \quad (11.1-2)$$

siendo: $VST_i = w_i^*$ el valor social del tiempo de trabajo para mano de obra de calificación i (calificada, semicalificada y no calificada); $w_{c,i}$ es el costo salarial promedio para el empleador de la mano de obra de calificación i (incluye cargas sociales y otros costos laborales asociados); y γ_i es la razón de precio de cuenta o factor de corrección del precio de demanda de la mano de obra de calificación i .

El valor social del tiempo para la mano de obra, expresado en unidades monetarias por unidad temporal por individuo promedio (generalmente \$/hora – individuo) resulta:

$$VST = \delta \sum w_{c,i} \times \gamma_i \frac{N_i}{N} = \delta \sum w_i^* \frac{N_i}{N}, \quad (11.1-3)$$

siendo: δ la relación entre la población económicamente activa (PEA)⁷ y la población total de la zona de influencia del proyecto; N_i es la mano de obra ocupada de calificación i en la zona de influencia del proyecto; N es la mano de obra ocupada total en la zona de influencia del proyecto.

La aplicación de esta fórmula implica suponer que todo el tiempo ahorrado por los individuos pertenecientes a la PEA es destinado a trabajo, o alternatively que la utilidad marginal del tiempo es igual en todos sus usos debido a que tienen el mismo costo de oportunidad; y que el valor del tiempo ahorrado por la población no económicamente activa ($PNEA$)⁸ es nulo.

B. Valoración contingente o valoración subjetiva

La valoración contingente permite hallar una valoración subjetiva del tiempo que captura las diferencias en las preferencias de los individuos. La disposición a pagar (DP) es un concepto económico que representa la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar con el objeto de obtener un bien, *commodity*, o servicio. En este caso, interesa valorar el *commodity* tiempo.

En la literatura es posible encontrar dos tipos de enfoques que permitirían captar la DP : las preferencias relevadas (PR) y preferencias declaradas (PD).

El enfoque de las PR permite estimar el valor del tiempo a partir de las elecciones realizadas por el individuo, es decir a partir del comportamiento observado. El análisis de las PD invita al agente económico representativo a elegir entre alternativas hipotéticas.

Por lo tanto, el enfoque de la disposición a pagar (DP) se basa en la revelación/ declaración del agente económico representativo, de cuánto está dispuesto a pagar para ahorrar tiempo en la realización de una actividad. La disposición a pagar para disminuir los tiempos de realización de una determinada actividad puede obtenerse a partir de la relación entre los coeficientes relevantes de un modelo de elección discreta. Estos modelos tienen como sustento teórico la teoría de la utilidad esperada (Domencich & McFadden, 1975) y se basan en los siguientes supuestos generales:

- Existe un conjunto finito de alternativas de uso del tiempo, que son mutuamente excluyentes.
- Las preferencias individuales sobre las alternativas pueden representarse a través de una función de utilidad que depende de las características de las alternativas y del individuo que realiza la elección.

⁷ La población económicamente activa (PEA) es la población en edad de trabajar que efectivamente trabaja (ocupados) o que está dispuesta a trabajar, pero no encuentra empleo (desocupados).

⁸ La población no económicamente activa ($PNEA$) incluye el resto de la población que no es PEA .

- Cada individuo elige el uso del tiempo que le genera la mayor utilidad entre todos los usos disponibles en el conjunto de alternativas.
- Existen variables en la función de utilidad que no son observables. Así, dos individuos con el mismo conjunto de elección y las mismas características observables pueden elegir distintos usos del tiempo (variables latentes).
- Se asume que los componentes no observables de la utilidad individual son aleatorios o están distribuidos independiente y aleatoriamente en la población.

La teoría de la utilidad aleatoria implica definir una función de utilidad para cada alternativa x_j para el individuo i , $U_i(x_{ij}, t_{x_{ij}}, s_i)$, siendo x_j el vector de características de la actividad j , t_{x_j} es el tiempo asociado a la actividad j , y s_i es el vector de características del individuo i . Se asume que el individuo elige la alternativa j sí y solo si, $U_{x_j} \geq U_{x_k}, \forall j \neq k$ en el conjunto de actividades disponibles.

En estos casos, no se observa la utilidad del individuo sino solo su elección, algunos atributos de las alternativas que éste enfrenta ($x_{ij} \forall j$), el tiempo asociado a esa actividad ($t_{x_{ij}}$), y algunas características del decisor (s_i). A partir de esta información es posible especificar una función que relaciona estos elementos observados con la utilidad que percibe el individuo: $V_{ix_j} = V(x_{ij}, t_{x_{ij}}, s_i, e_{ij}) \forall i$, que suele denominarse utilidad representativa o utilidad indirecta. En general, $U_{ix_j} \neq V_{ix_j}$ debido a que hay características de las alternativas y/o del individuo que no pueden observarse. Es posible, entonces, descomponer la utilidad como $U_{ix_j} = V_{ix_j} + \varepsilon_{ij}$, siendo ε_{ij} una variable aleatoria que captura todos aquellos factores que afectan la utilidad y que no están incluidos en V_{ix_j} y cuya distribución se desconoce a priori.⁹

Habitualmente, se asume que la parte observable de la utilidad es una función lineal de las características de la actividad y del individuo, y cuya estimación permite analizar la elección del consumidor entre alternativas, a partir de la elección observada. Si se supone que las preferencias del consumidor pueden representarse mediante una función de utilidad indirecta de la forma:

$$V(p, t_x, m) = \theta p_{x_i} + P t_{x_i} + \varepsilon_i \quad (11.1-4)$$

siendo p el costo asociado a una alternativa particular, t_x el tiempo relacionado con dicha alternativa, m el ingreso; los coeficientes θ y P son los parámetros desconocidos a estimar. En particular, θ es la utilidad marginal del ingreso y P es la utilidad marginal del tiempo. Estos coeficientes, describen el

⁹ Así, los modelos de elección discreta son modelos probabilísticos, en los que la probabilidad P_{ij} es:

$$\begin{aligned} P_{ij} &= \text{Prob}(U_{x_j} \geq U_{x_k}, \forall j \neq k) = \text{Prob}(V_{ix_j} + \varepsilon_{ij} \geq V_{ix_k} + \varepsilon_{ik}, \forall j \neq k) \\ &= \text{Prob}(\varepsilon_{ik} - \varepsilon_{ij} \leq V_{ix_j} - V_{ix_k}, \forall j \neq k) \end{aligned}$$

Esta probabilidad es una distribución acumulada, es decir, la probabilidad de que cada término aleatorio $\varepsilon_{ik} - \varepsilon_{ij}$ esté por debajo de los valores observados $V_{ix_j} - V_{ix_k}$. Teniendo en cuenta que $f(\varepsilon_i)$ es la función de densidad de probabilidad conjunta del vector de variables aleatorias, es posible escribir:

$$P_{ij} = \int I(\varepsilon_{ik} - \varepsilon_{ij} \leq V_{ix_j} - V_{ix_k}, \forall j \neq k) f(\varepsilon_i) d\varepsilon_i$$

siendo $I(\cdot)$ la función indicadora, que toma el valor 1 cuando la expresión entre paréntesis es verdadera y 0 en caso contrario. Esta expresión es una integral multidimensional sobre la densidad de probabilidad de la parte no observada de la utilidad $f(\varepsilon_i)$. A partir de diferentes supuestos acerca de cómo se distribuye la densidad de probabilidad de la parte no observada de la utilidad se obtienen diferentes modelos de elección discreta.

peso que un consumidor representativo atribuye a cada una la actividad x_i en relación con su utilidad total, de manera que el cociente entre un coeficiente y otro mide la relación marginal de sustitución entre una característica y otra.

La estimación de la función de utilidad (II.1-4) puede utilizarse para obtener una aproximación monetaria al valor subjetivo del tiempo. Por ejemplo, el cociente entre el coeficiente estimado del tiempo t_{x_i} ($\hat{\beta}$) y el del precio ($\hat{\theta}$) indica la relación de intercambio para el consumidor entre estas dos variables. Así, por ejemplo, si $\hat{\beta}/\hat{\theta} = 0,5$, indicaría que el valor monetario del tiempo de t_{x_i} para un consumidor promedio sería aproximadamente igual a 0,5 unidades monetarias por unidad temporal (por ejemplo, minutos), equivalente a 30 unidades monetarias por hora. Este valor podría compararse con el salario horario promedio para obtener una medida relativa de la importancia de la valoración subjetiva en términos de salario. Esta estrategia es la que utiliza Chile (Mella, 2020).

Si bien la metodología general es clara, la dificultad se encuentra en especificar la forma funcional de la parte observable de la utilidad que represente adecuadamente las preferencias del consumidor y la distribución de probabilidad que represente adecuadamente el componente no observable o aleatorio de la utilidad.

Respecto a la especificación de la forma funcional de la parte observable de la utilidad se pueden utilizar funciones lineales y no lineales. Respecto de la función de probabilidad que se asume para el componente aleatorio, pueden utilizarse una distribución valor externo tipo II que resulta en probabilidades de elección tipo logit, o bien utilizar logit jerárquicos. Otra alternativa es asumir que la distribución de los componentes aleatorios es una normal multivariada. También se han utilizado modelos con error compuesto, modelos logit mixtos o con parámetros aleatorios. Para reducir los sesgos por mala especificación asociados a la elección de cualquiera de los modelos anteriores, hay autores que sugieren el uso de métodos de estimación semi-paramétricos que no asumen ninguna función de distribución específica para el componente aleatorio de la utilidad (EBC Ingeniería Ltda, 2012).

II.2. El valor social del tiempo de viaje

De acuerdo al informe de *Victoria Transport Policy Institute* (Litman, 2020), después de dormir y trabajar, las personas destinan una gran parte de su tiempo al transporte, por lo que existe abundante literatura que aborda el tema del valor del tiempo de viaje tanto desde el punto de vista teórico (Bonifaz Fernández, 2000; Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, 2012; Cervini & Ramírez, 2008; de Rus et al., 2003; DeSerpa, 1971; Fowkes et al., 1986; Hensher, 1977; Jara-Díaz, 2000; Johnson, 1966; Mackie, Wardman, et al., 2003; Oort, 1969; Wardman, 2004; Wardman et al., 2013, entre otros) como empírico (Abrantes & Wardman, 2011; Batley, 2015; Börjesson & Eliasson, 2017; Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, 2012; Fowkes et al., 1986; Gunn et al., 1999; Hague Consulting Group, 1990, 1998; Kato, 2013; Kouwenhoven et al., 2014; Mella, 2020; Meunier, 2021; Odgaard et al., 2006; Parras & Gómez, 2015; Pérez et al., 2003; Wardman et al., 2013, 2015, 2018; Wardman & Batley, 2014, entre otros).

Hay metodologías específicas para estimar el valor del tiempo de viaje en general y el valor del tiempo de viaje laboral, en particular. Estas metodologías son empleadas por distintos países para calcular el valor del ahorro de tiempo asociado a proyectos de transporte. En estas metodologías, el concepto de valor social hace referencia a que el factor trabajo es retribuido en función de su valor producto marginal, en ausencia de distorsiones (mercados laborales y de bienes competitivos; ausencia de indivisibilidad en el uso del tiempo para producción; todo el tiempo liberado se destina a

actividades productivas; el tiempo de viaje no es tiempo productivo; y la desutilidad de viajar del empleado durante el tiempo de trabajo es igual a su desutilidad de trabajar).

A. Formas de segmentación

En la valoración del tiempo de viaje se suelen utilizar distintos criterios de segmentación, entre ellos el propósito del viaje, el modo, la distancia y alguna característica territorial.¹⁰

El valor del tiempo de viaje según propósito es la segmentación más utilizada internacionalmente (Mella, 2020). Habitualmente se distingue entre viajes por motivos laborales (V_L), viajes *in itinere* o *commute* (V_C), y viajes por otros motivos personales (V_{Ot}), como vacaciones, deportes, paseos.

La segmentación por modo busca captar las diferencias de valoración que hacen los usuarios de los distintos modos de transporte, siendo los principales modos el terrestre (automóvil, ómnibus, tren, bicicleta) y el aéreo. También se suele agrupar el tren y el avión en modos rápidos, con valoraciones distintas y el resto en modos lentos.

Algunos países, como Reino Unido, Noruega, Suecia, Alemania y Francia segmentan por bandas de distancia, mientras que otros, como Estados Unidos, Chile, Colombia y Perú emplean diferenciación territorial (urbano/interurbano o urbano/rural).

La siguiente tabla resume las principales variables utilizadas para diferenciar el tiempo de viaje para países de referencia:

Tabla II.2-1 Principales variables utilizadas para diferenciar el valor del tiempo de viaje

País/Variable	Propósito del viaje	Modo de transporte	Distancia	Territorial (ciudad, región)	Ingreso
Reino Unido	Sí	Sí	Sí	No	No
Noruega	Sí	Sí	Sí	No	No
Suecia	Sí	Sí	Sí	No	No
Holanda	Sí	Sí	No	No	No
Dinamarca	Sí	No	No	No	No
Alemania	Sí	Sí	Sí	No	No
Francia	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Estados Unidos	Sí	Sí	No	Sí	No
Australia	Sí	Sí	No	No	No
Chile	No	Sí	No	Sí	No
Colombia	Si	No	No	Sí	No
Perú	Sí	Sí	No	Sí	Sí

Fuente: elaboración propia.

B. Metodologías para el cálculo del valor social del tiempo de viaje por propósitos laborales

El valor del ahorro de tiempo de viaje por motivos laborales ($VSTV_L$) es uno de los parámetros más importantes en la planificación del transporte. Los viajes por motivos laborales incluyen aquellos que se efectúan para realizar transacciones comerciales, así como el trabajo realizado por conductores profesionales de automóviles, taxis, autobuses, vehículos comerciales y trenes.

¹⁰ Para mayores detalles puede consultarse el Anexo A.

De acuerdo a la teoría tradicional, el ahorro en tiempo de viaje por motivos laborales genera beneficios tanto para el empleador como para el empleado. Desde el punto de vista del empleador el ahorro de tiempo puede ser utilizado para realizar más trabajo productivo en el hogar o en el lugar de trabajo. Desde el punto de vista del empleado, el ahorro de tiempo puede ser destinado a ocio; a trabajo adicional en el lugar de trabajo; o también puede posibilitar salir más tarde hacia el trabajo, o un arribo más temprano al hogar, hechos que podrían generar un impacto positivo sobre la salud del trabajador al reducir su cansancio (Wardman et al., 2013).

Las metodologías más utilizadas para el cálculo del $VSTV_L$ son el **enfoque del ahorro de costos**¹¹ (*EAC*) y el **enfoque de Hensher** (*EH*). El *EAC* es el enfoque más utilizado en la $VSTV_L$ (Odgaard et al., 2006; Wardman, 2014), no obstante, algunos países utilizan el enfoque de Hensher (1977).

B.1. Enfoque de ahorro de costos

El *EAC* se centra en el $VSTV_L$ como beneficio adicional para la firma en cuyo nombre se está realizando el viaje. Se basa en los siguientes supuestos: mercados laborales y de bienes competitivos; ausencia de indivisibilidad en el uso del tiempo para producción; todo el tiempo liberado se destina a actividades productivas; el tiempo de viaje no es tiempo productivo; y la desutilidad de viajar del empleado durante el tiempo de trabajo es igual a su desutilidad de trabajar (Mackie, Jara-Díaz, et al., 2003; Wardman et al., 2013).

Si se verifican estos supuestos, entonces los ahorros de costos surgen de la compensación/recompensa directa al trabajador más cualquier costo adicional de contratar personal. Sobre esta base, el *EAC* formaliza el $VSTV_L$ como:

$$VSTV_L^{EAC} = w + c, \quad (II.2-1)$$

siendo w el salario bruto y c otros costos no salariales como el pago de pensiones, licencias anuales, por maternidad, entre otras. En otras palabras, el valor del ahorro de tiempo es igual al costo marginal bruto del trabajo, incluidos los gastos generales relacionados con la mano de obra.

El *EAC* ha dominado la estimación del VTV_L en la práctica (Wardman et al., 2015). Es un enfoque relativamente simple en comparación con las complejidades y los costos de obtener información de los enfoques alternativos.

No obstante, según Wardman et al. (2015) se observan en los mercados tres tendencias que ponen en duda la sostenibilidad de este enfoque en el futuro. En primer lugar, las comunicaciones digitales y móviles facilitan usar el tiempo de viaje para trabajar. En segundo lugar, los cambios en la estructura económica y en los mercados laborales han promovido la llamada “economía del conocimiento”, aumentando la proporción de viajeros por motivos laborales que pueden hacer uso productivo del tiempo de viaje. En tercer lugar, hay una marcada tendencia a flexibilizar los contratos laborales, de manera que el trabajo puede realizarse dentro o fuera del lugar de trabajo, y no necesariamente están vinculados a una jornada laboral fija.

B.2. La ecuación de Hensher

A diferencia del *EAC*, el enfoque de Hensher (1977) tiene en cuenta los beneficios del ahorro del tiempo de viaje tanto para el empleador como para el trabajador, la productividad del tiempo de viaje y la asignación del tiempo ahorrado a trabajo u ocio.

¹¹ Este enfoque se conoce en la literatura como *Cost Saving Approach* (CSA).

Este enfoque fue desarrollado inicialmente por Hensher (1977) aunque Fowkes et al. (1986) propusieron una formulación alternativa que es ahora la representación formal de la ecuación de Hensher (*EH*):

$$VSTV_L^{EH} = [(1 - r - \xi q)PMg_L + PMg_F] + [(1 - \epsilon)V_L^e + rV_O^e], \quad (II.2-2)$$

siendo ϵ la proporción del tiempo de viaje ahorrado que es destinada a ocio; ξ es la proporción de tiempo ahorrado debido al trabajo hecho mientras se viaja; q es la productividad relativa del trabajo realizado mientras se viaja en relación a la productividad en el trabajo; PMg_L es la productividad marginal del trabajo¹²; PMg_F es el producto adicional debido a la reducción del cansancio asociado al tiempo de viaje; V_L^e es el valor para el trabajador del tiempo laboral en el lugar de trabajo en relación al tiempo de viaje; V_O^e es el valor para el trabajador del tiempo de ocio relativo al tiempo de viaje. Así, en primer corchete a la derecha del signo igual es la valoración del ahorro del tiempo de viaje asociada al empleador mientras que el segundo corchete es la valoración del ahorro del tiempo de viaje asociada al trabajador.

La PMg_L es clave para la $VSTV_L$, ya sea que se utilice el *EAC* o la *EH*. Generalmente se asume que la productividad laboral es equivalente al salario más los otros costos no salariales, esto es, $PMg_L = w + c$. No obstante, Wardman et al. (2015) señalan, que en la literatura existen al menos tres argumentos en contra de la utilización de esta aproximación: competencia imperfecta en los mercados laborales y en los mercados de productos; especificación errónea de los otros costos no salariales, y elevado producto total del trabajo en el destino.¹³

Batley (2015) y Wardman et al. (2013) derivan la ecuación (II.2-2) a partir de una maximización del bienestar sujeta a una restricción temporal y demuestran que el *EAC* es un caso especial de la *EH* si se asume que $\xi = \epsilon = 0$ y $V_L^e = 0$. En contraste con los procesos de optimización propuestos por Becker (1965), Johnson (1966), Oort (1969), DeSerpa (1971) y de Rus et al. (2003), la *EH* omite la restricción presupuestaria. Por lo tanto, asume que empleador y empleado tienen la misma utilidad marginal de ingreso; que los costos laborales incurridos por el empleador durante el proceso de producción son trasladados directamente al salario; y que el ingreso no laboral del trabajador es cero. En este sentido, Wardman et al. (2013) concluyen que este enfoque es particularmente aplicable a los

¹² Wardman et al. (2013) sugieren interpretarla como el ingreso marginal producto del trabajo.

¹³ La competencia imperfecta en los mercados laborales y de producto, da lugar en divergencias entre el valor de la productividad marginal y los salarios, $VPMg > w$. Sin embargo, si la fuerza laboral es relativamente móvil, esto es pueden cambiar de trabajo para maximizar su salario, entonces se reduce la capacidad de los empleadores de pagar salarios inferiores a la productividad marginal. Wardman et al. (2015) plantean esta posibilidad para la fracción de la fuerza laboral con ingresos superiores a la media.

Generalmente, los costos no salariales se obtienen a partir de encuestas a los hogares e incluye costos y beneficios no salariales tales como la licencia anual, la licencia por maternidad, las pensiones. No tienen en cuenta los costos de mantenimiento de oficinas y/o espacios físicos en los que se realiza el trabajo ni los costos asociados al personal de apoyo, por lo que se trata de costos de corto plazo (esto es, consideran dados los costos de capital y de otros factores relacionados).

Por último, Wardman et al. (2015) esperan que, dados los costos y el esfuerzo requerido para viajar, el producto total del trabajo en el destino para recorridos largos sea mayor que para recorridos cortos. No obstante, desde el punto de vista de la valoración el foco no está puesto en el producto total del trabajo en el destino sino en los usos alternativos que se le daría al trabajo en caso de que el tiempo de viaje fuese menor. Bajo condiciones de competencia perfecta, el valor de los usos alternativos del trabajo podría ser valuado a su valor producto marginal.

Que estas situaciones se verifiquen depende de la estructura económica bajo análisis.

trabajadores por cuenta propia, y que la EH también podría ser apropiada para representar algunas formas de economía cooperativa o de trueque, pero es menos apropiada para economías que incorporan algún grado de comportamiento competitivo entre empleador y empleado.

Este enfoque es conceptualmente atractivo pero su implementación práctica es difícil. En este sentido, Mackie et al. (2003) señalan que PMg_F y V_L^e son difíciles de estimar, por lo que suelen no tomarse en consideración. Por su parte, Wardman et al. (2013), entre otros, sugieren aproximar V_O^e utilizando el $VSTV_P$. Wardman et al. (2015) resumen tres versiones restringidas de la EH más utilizadas.

La primera versión $VSTV_L^{EH1}$ fue utilizada durante un tiempo en Noruega y asume que los viajeros son, en promedio, indiferentes entre viajar durante el horario laboral y trabajar en el lugar de trabajo, de manera que $V_L^e = 0$, de manera que:

$$VSTV_L^{EH1} = [(1 - r - \xi q)PMg_L + PMg_F] + \epsilon V_O^e \quad (11.2-3)$$

Otra posibilidad es asumir, además que $\epsilon = 0$. Esta forma de estimación del VTV_L sería aplicable cuando la mayoría de la fuerza laboral tiene contratos laborales con horario de trabajo predeterminado y con pago de horas extra o trabajo a tiempo flexible¹⁴. También sería aplicable cuando la mayoría de los viajes se realicen durante la jornada laboral estándar, independientemente de la forma de contrato laboral. Wardman et al. (2015) señalan que aún, cuando estas condiciones se apliquen en el corto plazo, todo el ahorro de tiempo se acumula para el empleador ya que los contratos laborales futuros reconocerán la necesidad de menos viajes en horas laborales. Estos argumentos proporcionan la forma reducida de la EH en la que se sustentan las recomendaciones oficiales para la estimación de la valoración del ahorro de tiempo en proyectos de ferrocarril en Suecia:

$$VSTV_L^{EH2} = (1 - \xi q)PMg_L \quad (11.2-4)$$

La otra forma restringida supone que la valoración del tiempo ahorrado por el trabajador es la misma, independientemente de si este tiempo es usado para trabajo o para ocio. Esto es, asume que $V_L^e = V_O^e = VSTV_P$:

$$VSTV_L^{EH3} = (1 - \epsilon - \xi q)PMg_L + VT_{VP} \quad (11.2-5)$$

Esta formulación se ha utilizado en Países Bajos (Hague Consulting Group, 1990; Kouwenhoven et al., 2014), Suecia (Algers et al., 1995) y Dinamarca (Wardman et al., 2015).

La alternativa más común al EAC para estimar el VTV_L es la EH . Si bien es conceptualmente atractiva, su implementación empírica es difícil. Muchos de los parámetros de la EH son específicos del viaje particular que se está realizando. Wardman et al. (2015) esperan que, en el caso de viajes particularmente onerosos, los valores de PMg_L , V_L^e y V_O^e sean relativamente altos. Adicionalmente, los parámetros ξ , q y ϵ pueden variar con las características del viaje.

Wardman et al. (2015) resumen lo que ellos consideran que explica el poco uso de este enfoque:

- La dificultad práctica de estimar los parámetros ξ y ϵ .
- La incertidumbre acerca si hay que diferenciar entre V_L^e y V_O^e y cómo hacerlo.
- La falta de consenso en relación al soporte teórico de la EH y la incertidumbre acerca de su aplicabilidad en diferentes contextos.
- La inercia política, que tiende a inclinarse por el uso del EAC .

¹⁴ En este caso el trabajador recibe tiempo libre en lugar de un pago por horas extra.

- El resultado de $VSTV_L^{EH}$ suele ser bajo, al menos cuando se lo compara con $VSTV_L^{EAC}$.

Diferentes versiones de la *EH* han sido utilizadas para estimar ya sea el VTV_L o el V_j^e en Australia (Hensher, 1977), Reino Unido (Fowkes et al., 1986), Suecia (Algers et al., 1995), Países Bajos (Hague Consulting Group, 1990, 1998; Significance et al., 2013; Kouwenhoven et al., 2014), Noruega (Ramjerdi et al., 1997), Reino Unido (Fickling et al., 2009; Hague Consulting Group, 1999), Nueva Zelanda (Beca Carter, 2002).

B.3. Disposición a pagar

En este caso, interesa valorar el *commodity* tiempo de viaje. El enfoque de las *PR* permite estimar el valor del tiempo a partir del comportamiento observado del individuo. El análisis de las *PD* invita al agente económico representativo (empleador/trabajador) a elegir entre alternativas hipotéticas. En la literatura, esta valoración se conoce como valoración subjetiva del ahorro de tiempo.

Si los mercados laborales son competitivos, los cambios en la desutilidad de viaje del trabajador se verán compensados, en promedio, por los cambios en la remuneración, justificando el foco en la disposición a pagar del empleador. Sin embargo, si existen rezagos en el proceso de ajuste, a corto plazo, los beneficios pueden ser apropiados solo por el trabajador, por lo que éste podría estar dispuesto a pagar por el ahorro en tiempo. Así, *DP* del empleador será menor. Esto tiene importancia práctica si los métodos de relevamiento inducen respuestas de corto plazo y no de largo plazo (Wardman et al., 2015).

El enfoque de la *DP* es intuitivamente sencillo. En principio capta todos beneficios relevantes del ahorro en tiempo y evita las complicaciones implícitas en la estimación de los parámetros de la *EH* y los supuestos en relación a la PMg_L .

Desde el punto de vista empírico, lo ideal sería obtener la *DP* del empleador y no del trabajador. Sin embargo, la identificación de la persona apropiada dentro de la organización no suele ser una tarea sencilla y el relevamiento de la información tiene elevados costos. Wardman et al. (2015) sugieren, como alternativa, aproximar la *DP* del empleador mediante encuestas a empleados, ya sea en un contexto de preferencias reveladas (*PR*) en torno a contextos de compensación adecuados en los que las opciones han sido aprobadas por la empresa; o de preferencias declaradas (*PD*), en las que el foco está en lo que la empresa permitiría. Ambos casos entrañan importantes desafíos a la hora de obtener la verdadera *DP*.

Si los mercados laborales son competitivos, los cambios en la desutilidad del tiempo de viaje del trabajador serán compensados, en promedio, por cambios en la remuneración, justificando el foco en la disposición a pagar del empleador como método de estimación del VTV_L .

El enfoque de la *DP* ha sido ampliamente utilizado para estimar el VTV_p , menor evidencia hay de su utilización para estimar el VTV_L . La investigación llevada adelante por ARUP et al. (2015) utiliza este enfoque para calcular ambos conceptos, combinando *PR* y *PD*. Wardman et al. (2015) señalan que Fowkes et al. (1986) utilizan el enfoque de *PR* del trabajador y *PD* del empleador, mientras que Hensher (2001) considera las *PD* del empleador y Algers et al. (1995) utiliza el enfoque de las *PD* del trabajador.

Siguiendo a de Rus et al. (2003), supóngase que las preferencias del consumidor pueden representarse mediante una función de utilidad indirecta de la forma:

$$V(p, t_v, t_e, t_a) = \theta p + Pt_v + \delta t_e + \gamma t_a \quad (11.2-6)$$

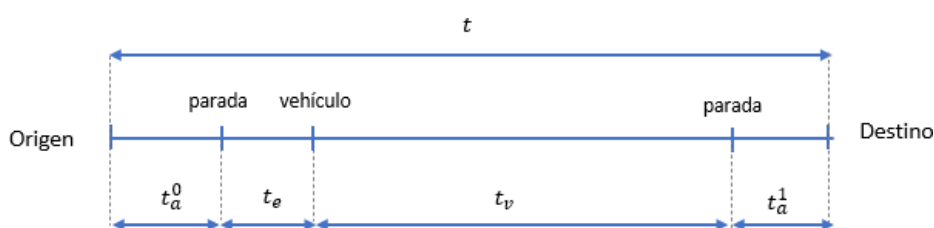
siendo p el costo asociado a una alternativa particular, t_v el tiempo de viaje relacionado con dicha alternativa, t_e el tiempo de espera y t_a los tiempos de acceso, asociados ambos a la misma alternativa; los coeficientes θ , P , δ y γ son los parámetros desconocidos a estimar. Estos coeficientes, describen el peso que un viajero medio atribuye a cada una de las características del transporte en relación con su utilidad total, de manera que el cociente entre un coeficiente y otro mide la relación marginal de sustitución entre una característica y otra.

Tradicionalmente, el tiempo total invertido en cualquier desplazamiento puede descomponerse de acuerdo con las diferentes fases o etapas del viaje. Si bien existen clasificaciones alternativas suelen distinguirse al menos tres componentes¹⁵:

$$t = t_v + t_e + t_a^0 + t_a^1, \quad (II.2-7)$$

El t_v incluye el tiempo transcurrido desde que el pasajero sube al vehículo hasta que lo abandona, y el tiempo que media entre la recepción y la entrega en el caso de las mercancías.¹⁶

Figura II.2-1: Componentes del tiempo total de viaje



El tiempo de circulación depende de la velocidad del vehículo y de la distancia existente entre paradas. La velocidad puede verse afectada por las características técnicas del vehículo (la potencia del motor), por razones económicas (a mayor velocidad, mayor consumo de combustible), por la regulación (límites de velocidad legales y/o propios del conductor) o por las condiciones del tráfico (congestión o libre circulación). En el transporte regular de pasajeros (autobuses, metrotranvías, trenes) las empresas prestadoras del servicio utilizan estos factores para estimar los tiempos de funcionamiento y los horarios de cada ruta. Si las estimaciones se verifican, el viaje se realiza con puntualidad, en caso contrario aparecen demoras o adelantos sobre el tiempo previsto.

Los tiempos de parada también deben ser incluidos en las estimaciones anteriores (generalmente se incluye en t_v). Dependen del número de viajeros o del volumen de carga, o de las características de ambos (edad y movilidad, fragilidad y peligrosidad), y de la mayor o menor facilidad de acceso a los vehículos. En el transporte de carga, los tiempos de carga y descarga se ven afectados por la cantidad y calidad de los recursos utilizados para dicha labor (número de montacargas, grúas, etc.).

El tiempo de espera (t_e) en un viaje incluye el período que transcurre desde que el pasajero o los bienes están dispuestos a abordar el vehículo hasta que efectivamente lo hacen. De Rus et al. (2003)

¹⁵ En la definición del tiempo total de viaje, Wardman et al., (2016) distinguen el tiempo en el vehículo, el tiempo de caminata, el tiempo de búsqueda de estacionamiento, los cambios en las horas de salida, el tiempo pasado en condiciones de tráfico congestionado.

¹⁶ Si el vehículo realiza paradas o escalas antes de llegar al destino final, el t_v puede descomponerse en varios subperíodos de funcionamiento y parada.

consideran que el tiempo de espera se reserva para actividades complementarias al propio acto de transporte (adquisición de billetes en boleterías, carga de tarjetas de transporte, la espera en paradas, andenes y terminales, etc.). Estas actividades tienen lugar antes de acceder al vehículo y, en algunos casos, dentro del vehículo (como el electrónico o manual del pasaje) o después (como el caso de recogida de equipaje o los trámites administrativos tras la descarga de bienes).

La duración de los tiempos de espera puede deberse a factores aleatorios (demoras o adelantos no previstos sobre el tiempo estimado) o la duración mínima de ciertas actividades obligatorias (por ejemplo, el recorrido entre paradas), que dependen de la propia configuración de la red de transporte. En el transporte regular, los tiempos de espera pueden ajustarse cambiando las frecuencias del servicio.¹⁷

Los tiempos de acceso, t_a^0 y t_a^1 , incluyen lo que se tarda desde el punto exacto del origen hasta que comienza el tiempo de espera, y desde que termina el tiempo en el vehículo hasta el punto exacto de destino. La diversidad de orígenes y destinos entre distintos usuarios hace que muchas veces no se computen estos tiempos como parte integrante del viaje, tomando como referencias, un origen y un destino genérico. Sin embargo, de Rus et al. (2003) afirman que cuando las distancias totales recorridas son relativamente cortas, los tiempos de acceso tienen un peso relativo muy alto, resultando fundamental al momento de valorar el tiempo.

Asúmase que los individuos tienen $k = 1, 2$, modalidades de transporte para ir a su trabajo y que cada uno de estos modos de transporte está caracterizado por cuatro atributos diferentes: los componentes del tiempo total t^k definidos en la expresión (II.2-7) y el costo monetario p^k . Así, las condiciones que determinan la elección entre modos pueden resumirse en el siguiente vector de características por modo: $(t_v^k, t_e^k, t_a^k, p^k)$ para $k = 1, 2$.

La estimación de la función de utilidad (II.2-6) se utiliza para obtener una aproximación monetaria al valor del tiempo, tal como se explicitó en la sección II.1.B. El cociente entre el coeficiente estimado del precio ($\hat{\theta}$) y el del tiempo de viaje (\hat{P}) indica la relación de intercambio para el consumidor entre estas dos variables. Este valor podría compararse con el salario horario promedio para obtener una medida relativa de la importancia que los usuarios asignan al tiempo pasado en el vehículo.

B.4. Costo de oportunidad

Bonifaz Fernández (2000) y el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2012) proponen calcular el $VSTV$ de un usuario promedio utilizando una ecuación similar a la ecuación (II.1-1) por tipo de modo:

$$VSTV_i = \beta_1 w_{c,i} + \beta_2 w_{p,i} \quad (II.2-8)$$

siendo $w_{c,i}$ el valor del tiempo de trabajo que es calculado como el costo salarial (el salario promedio por hora con prestaciones sociales e impuestos); $w_{p,i}$ el valor del tiempo de ocio que es calculado como el salario promedio por hora sin prestaciones sociales e impuestos (salario neto).

¹⁷ de Rus et al. (2003) destacan que, en el transporte regular, al incrementarse el número de pasajeros transportados, las empresas tienen incentivos a introducir más frecuencias, lo que tiende a reducir los tiempos de espera de los usuarios y a lograr un mejor ajuste de la oferta a la demanda. Este efecto se denomina **efecto Mohring** (Mohring, 1972).

La diferencia entre esta ecuación y la ecuación (II.1-1) se encuentra la interpretación de los parámetros: β_1 es el porcentaje de viajes de trabajo del usuario i y β_2 es el porcentaje de viajes de ocio del usuario i , tal que $\beta_1 + \beta_2 = 1$.

Según la información disponible, se han utilizado distintas estrategias en relación a los parámetros y a la forma de considerar el valor del trabajo y el valor de ocio. Este tema se abordará en el siguiente apartado.

B.5. Consideraciones adicionales

Las nuevas tecnologías (teléfonos inteligentes, *tablets*, *notebooks*) y las conexiones a internet inalámbrico están cambiando la experiencia de viaje: un individuo con un teléfono inteligente en un viaje en transporte público o como acompañante en un automóvil puede trabajar, realizar trámites personales, estudiar, o realizar actividades de ocio, como leer, ver películas, jugar. Esto debería disminuir el costo del viaje (de Jong & Kouwenhoven, 2019; DICTUC, 2021; Wardman et al., 2015).

Wang & Hensher (2015) sostienen que, si la posibilidad de hacer un uso productivo y/o placentero del tiempo de viaje reduce el valor del tiempo de viaje, entonces el valor social de los proyectos que generan ahorros de tiempo de viaje (particularmente los asociados a actividades laborales o de negocios) disminuirá. Además, si el transporte público permite un mejor aprovechamiento del tiempo de viaje que el automóvil privado, el uso de las nuevas tecnologías incrementarán la rentabilidad de invertir en proyectos que mejoren el transporte público, ya que el costo del tiempo será menor, y por lo tanto tenderán a ser relativamente más preferidos por los usuarios.

II.3. La medición de valor social del tiempo en países seleccionados

El valor del tiempo es estudiado y estimado en numerosos países. En algunos casos los valores surgen de estudios nacionales financiados por alguna autoridad oficial, en otros los valores surgen de investigaciones más acotadas que generalmente adoptan recomendaciones y valores a partir de datos preexistentes, o aplican metodologías específicas a muestras acotadas a los efectos de actualizar, sensibilizar o analizar la robustez de las estimaciones previas, o ajustar los valores a contextos específicos.

A continuación, se resumen las metodologías y resultados de las estimaciones del valor social del tiempo en general y del valor social del tiempo de viaje en particular para países seleccionados.

A. Estimaciones del *VST*

A.1. México

Cervini & Ramírez (2008) estiman el *VST* para México en forma directa a partir de la estimación de la ecuación (II.1-1) en función de lo propuesto por Bonifaz Fernández (2000).

En este caso, el *VST* no se ha desagregado siguiendo las categorías tradicionales, sino que se estima un valor a nivel individuo y otro a nivel del hogar para distintas categorías ocupacionales.

Las estimaciones de ingresos son obtenidas a partir de información proveniente de dos encuestas: la Encuesta Nacional de Empleo (ENE) y la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). Para estimar el ingreso con prestaciones laborales e impuestos estiman un costo laboral no salarial promedio compuesto por las remuneraciones legales (aguinaldo y vacaciones),

obligaciones tributarias (contribuciones a la seguridad sociales) y obligaciones parafiscales (aportes para la capacitación laboral). Estos autores consideran apropiado utilizar un factor de corrección del 30% del ingreso neto y asumen que la proporción del tiempo dedicado a trabajo en ahorro de tiempo es 0,7 (α_1) y que la proporción del tiempo de ocio en ahorro de tiempo es 0,3 (α_2).

Tabla II.3-1: El valor social del tiempo por tipo de encuesta. México 2004

Nota: valores en \$AR/hora en moneda de diciembre de 2021.

Fuente: elaboración propia a partir de información de Cervini & Ramírez (2008).

A.2. Uruguay

En Uruguay, el *VST* para propósitos laborales se estima para tres tipos de mano de obra (calificada, semicalificada y no calificada) utilizando la ecuación (II.1-3).

La aplicación de esta fórmula implica suponer que todo el tiempo ahorrado por los usuarios ocupados es destinado a trabajo y el valor del tiempo ahorrado por la población económicamente inactiva¹⁸ es nulo.

En el caso de este país, el *VST* es expresado en unidades indexadas (*UI*) y se calcula por departamento (región geopolítica). El SNIP (2014) estimó, que el valor social del ahorro de tiempo a nivel país, es de 19,59 *UI* por hora (aproximadamente \$AR232,2 en moneda constante de diciembre de 2021).

A.3. Colombia

Hernández Díaz (2019) estima el *VST* para Colombia. El marco teórico es el modelo de Johnson (1966) y la estrategia empírica es una adaptación de la propuesta por el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2012), Cervini & Ramírez (2008) y Bonifaz Fernández (2000).

En particular, en el caso de Colombia, se calcula el valor del tiempo de viaje por trabajo, educación y salud, y valor del tiempo de espera en los servicios de salud.

El *VST* se obtiene a partir de la ecuación (II.1-1). Los datos de ingresos y horas trabajadas de asalariados provienen de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH). Los ingresos promedio por hora se incrementaron un 51,9% a los efectos de contemplar prestaciones sociales, contribuciones a la seguridad social, y parafiscales de acuerdo a la legislación laboral vigente en Colombia.

Para aproximar el valor del ocio, a diferencia de lo propuesto por el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2012), Cervini & Ramírez (2008) y Bonifaz Fernández (2000), Hernández Díaz (2019) construye una remuneración ponderada por las horas de dedicadas al trabajo doméstico y a cuidado no remunerado de acuerdo a su funcionalidad¹⁹ que ya incluye los costos salariales. La información sobre remuneración es obtenida de la cuenta satélite de Economía del Cuidado de las cuentas nacionales mientras que la correspondiente a las horas de trabajo doméstico y de cuidado no remunerado surge de la Encuesta Nacional de Uso del Tiempo (ENUT).

¹⁸ La población económicamente inactiva (*PEI*) incluye el resto de la población que no es *PEA*.

¹⁹ Las funciones son suministro de alimentos, mantenimiento de vestuario, limpieza y mantenimiento del hogar, compras y administración del hogar, cuidado y apoyo de personas, y voluntariado.

A partir de la ENUT obtiene la distribución del tiempo en un día promedio de la semana. Las horas trabajadas ocupan una tercera parte de un día promedio, un 41% del tiempo se dedica a las actividades de cuidado personal, un 20% a actividades culturales, un 4% del tiempo es dedicado al desplazamiento al lugar de trabajo, y el resto a otro tipo de actividades.

El cálculo del VST desagrega por región (urbano y rural) y por propósito (tiempo de viajes por trabajo, salud, educación y tiempo de espera en salud). En este apartado solo se hará referencia a la valoración social del tiempo de espera en salud.

Tabla II.3-2: El valor social del tiempo de espera en salud. Colombia 2016-2017.

	Tiempo de espera en
Nacional	115.7
Urbano	127.3
Rural	72.6

Nota: valores expresados en \$AR/hora en moneda constante de diciembre de 2021.

Fuente: elaboración propia con información de Hernández Díaz (2019).

La ganancia esperada de una reducción del tiempo de espera es mayor que la ganancia esperada de una reducción del tiempo de viaje independientemente de la segmentación territorial, y es mayor en el sector urbano en relación al sector rural.

B. Estimaciones del $VSTV$

B.1. Países desarrollados

Wardman et al. (2016) realizaron el último meta-análisis de valores de tiempo abarcando 3.109 valoraciones monetarias obtenidas a partir de 389 estudios realizados en 26 países europeos entre 1963 y 2011. Este estudio, tal como sostiene Mella (2020), tiene la virtud de permitir comparaciones monetarias válidas a pesar de la disparidad de ingresos, costos de vida, tipo de cambio y momento temporal de los estudios involucrados:

El Reino Unido, con más de 230 estudios sobre el valor el tiempo de viaje, es el país europeo que lidera el desarrollo de modelos teóricos y empíricos, seguido por Holanda con 24 y Suecia con 20 (Mella, 2020; Wardman et al., 2016).

Mella (2020)²⁰ resume de la siguiente forma las principales conclusiones a las que arriban tanto Wardman et al. (2016) como su propia investigación

- Más de la mitad de los estudios analizados estiman cinco o menos $VSTV$, siendo el propósito del viaje el factor de segmentación más común en la planificación del transporte.
- Solo el 14% de las investigaciones analizadas estudian la valoración social del viaje con propósito **trabajo**. Según estos autores, la explicación se encuentra en el uso generalizado de los enfoques basados en la tasa salarial que responde al enfoque de ahorro de costos para los viajes de negocios, equiparando la valoración de los ahorros de tiempo de viaje por trabajo a la tasa salarial bruta más los costos marginales del empleo (Wardman et al., 2016).
- La mayoría de los estudios utiliza el enfoque de las preferencias declaradas para obtener las valoraciones del tiempo. Solo el 18% de las investigaciones utiliza el enfoque de las preferencias reveladas.

²⁰ Mella (2020), págs. 6-8.

- Los resultados muestran que las valoraciones son mayores para viajes interurbanos de mayor distancia, particularmente para viajes por trabajo. Wardman et al. (2016) resumen en la siguiente tabla, el ratio de valores obtenidos para la relación del valor del tiempo de viaje interurbano/urbano²¹ discriminando por motivo y modo.

Tabla II.3-3: Ratio de valores monetarios del tiempo de viaje interurbano/urbano por tipo de viaje

Segmento	Ratio
<i>Motivo</i>	
Trabajo	1,96 (0,29)
No trabajo	1,43 (0,08)
<i>Modalidad</i>	
Automóvil	1,11 (0,06)
Ómnibus	1,50 (0,33)

Nota: desvío estándar entre paréntesis.

Fuente: Mella (2020).

B.2. Argentina

En Argentina no existen estudios nacionales que estimen el valor social del tiempo de viaje, aunque sí algunas investigaciones regionales que calculan ya sea el valor del tiempo o el valor subjetivo del tiempo utilizando diferentes metodologías.

Funes & Nicolini (1995) estimaron el valor de la hora de viaje entre Buenos Aires y Montevideo utilizando la siguiente formulación:

$$VTV = -\frac{\partial c}{\partial h} = -\varepsilon \frac{c}{h}, \quad (II.3-1)$$

siendo VTV el valor del tiempo del usuario i de un modo de transporte j ; $\frac{\partial c}{\partial h}$ es la expresión continua para infinitos modos de transporte de $\frac{c_j - c_k}{h_j - h_k}$; c_j es el costo o tarifa asociada al modo de transporte j ;

c_k es el costo o tarifa asociada al modo de transporte alternativo k ; h_j son las horas de viaje asociadas al modo de transporte j ; h_k son las horas de viaje asociadas al modo de transporte alternativo k ; y ε es la elasticidad tiempo del costo ($\varepsilon < 0$).²² Según estos autores, esta metodología tiene como ventajas la facilidad de aplicación y su independencia respecto a datos de ingreso y motivos de viaje. Sin embargo, no permite estimar el valor del tiempo en general.

Merino (1998) realizó un cálculo preliminar del VTV para el aglomerado urbano Gran Mendoza por modo de transporte utilizando información de la Encuesta Origen – Destino de 1986 e información de la Encuesta Permanente de Hogares. La metodología utilizada es la de costo de oportunidad, sin valorar el tiempo de ocio. Para medir este costo utiliza el salario horario ajustado por modo de transporte, obtenido de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) relevada por INDEC.

²¹ Wardman et al. (2016) define como viaje urbano los recorridos de hasta 30 km de distancia.

²² Estos autores postularon que, dadas las condiciones de oferta, la competencia entre modos de transporte los ordena entre un par de origen destino de acuerdo a la siguiente función: $C = \varphi h^s$, siendo φ una constante.

La siguiente tabla resume los valores obtenidos por modo de transporte.

Tabla II.3-4: El valor del tiempo de viaje. Mendoza 1996

Nota: el *VTV* se actualizó teniendo en cuenta los datos de inflación publicados por INDEC.

Fuente: elaboración propia a partir de Merino (1998).

Si bien las investigaciones llevadas adelante por Liendro (2013, 2014) no tienen por finalidad calcular el valor subjetivo del tiempo, la estimación de modelos logit permite calcular el valor monetario del ahorro de tiempo de viaje como el cociente entre el parámetro asociado al tiempo de viaje y el parámetro asociado al costo (o tarifa) del mismo (tasa marginal de sustitución). Utiliza la Encuesta de Transporte (EDT) 2010 en el caso de Salta y la Encuesta Origen Destino (EOD) 2010 de Tucumán. La Tabla II.3-5 resume los valores obtenidos en el caso de la elección entre transporte público y privado.

Tabla II.3-5: El valor subjetivo del tiempo de viaje. Salta y Tucumán 2010

	Valoración subjetiva	
	\$AR 2010/hora	\$AR 2021/hora
Salta	7.36	262.55
Tucumán	0.91	32.1

Nota: el valor subjetivo del tiempo de viaje se actualizó teniendo en cuenta los datos de inflación publicados por INDEC.

Fuente: elaboración propia a partir de Liendro (2013, 2014).

Del mismo modo es posible obtener una aproximación al valor subjetivo del ahorro de tiempo de viaje por modo de transporte para la ciudad de Buenos Aires a partir de las estimaciones de funciones de demanda de transporte realizadas por Apella & Bauer (2016). Estos autores utilizan la Encuesta de Movilidad Domiciliaria en el Área Metropolitana de Buenos Aires (ENMODO) 2010 y estiman un modelo logit multinomial siendo el ómnibus el modo de referencia.

Tabla II.3-6: El valor subjetivo del tiempo de viaje. Área metropolitana de Buenos Aires 2010

Valoración subjetiva	
	\$AR 2010/hora
automóvil	8.
taxi	
subte	
tren	

Nota: el valor subjetivo del tiempo de viaje se actualizó teniendo en cuenta los datos de inflación publicados por INDEC.

Fuente: elaboración propia a partir de Apella & Bauer (2016).

Por último, Sartori & Oviedo (2012) y Sartori & Romano (2019) estiman las valoraciones subjetivas de los ahorros de tiempo de viaje y tiempo de espera considerando viajes del hogar al trabajo en la ciudad de Córdoba, y en la ciudad de Villa Carlos Paz utilizando la metodología de valoración contingente.

La Tabla II.3-7 contiene los valores obtenidos por Sartori & Oviedo (2012) para el caso de la ciudad de Córdoba. Estimaron un modelo logit multinomial con información de una encuesta ad-hoc de preferencias declaradas.

Tabla II.3-7: El valor subjetivo de los ahorros de tiempo. Ciudad de Córdoba 2011

Valoración subjetiva de los ahorros		
	\$AR 2011/hora	\$AR 2021/hora
Tiempo de viaje	19.52	455.21
Tiempo de espera	13.52	315.29

Nota: la valoración subjetiva se actualizó teniendo en cuenta los datos de inflación publicados por INDEC.

Fuente: elaboración propia a partir de Sartori & Oviedo (2012).

Sartori & Romano (2019) estiman la valoración subjetiva de los ahorros de tiempo de viaje, tiempo de espera y cuerdas caminadas en origen y destino al usar colectivos de usuarios de transporte de la ciudad de Villa Carlos Paz, Córdoba. Utilizan un modelo logit multinomial y un modelo logit multinomial mixto con parámetros aleatorios de elección de modo de transporte para viajar al lugar de trabajo con datos de preferencias declaradas. La Tabla II.3-8 resume sus hallazgos.

Tabla II.3-8: El valor subjetivo de los ahorros de tiempo. Ciudad de Villa Carlos Paz 2016

	Valoración subjetiva de los ahorros			
	coeficientes no aleatorios		coeficientes aleatorios	
	\$AR 2016/minuto	\$AR 2021/hora	\$AR 2016/minuto	\$AR 2021/hora
Tiempo de viaje	1.86	646.05	2.56	889.18
Tiempo de espera	0.93	323.02	0.85	295.23
Tiempo de caminata	3.63	1260.83	3.23	1121.9

Nota: la valoración subjetiva se actualizó teniendo en cuenta los datos de inflación publicados por INDEC.

Fuente: elaboración propia a partir de Pompilio Sartori & Romano (2019).

B.3. Chile

Chile utiliza un enfoque de **productividad** para los viajes con motivo **por trabajo**, y un enfoque de **disposición a pagar** para los viajes que reconocen motivos distintos a los laborales (vacaciones,

viajes al y desde el trabajo – *in itinere o commute*-, entre otros). La metodología distingue por tipo de vehículo (terrestre y aéreo) y por ámbito (urbano e interurbano). El primer estudio se realizó en el 2012, el segundo en el 2015. En el 2019 se hizo una revisión metodológica (Mella, 2020). En todos los casos, para el cálculo del $VSTV$ se utiliza la metodología de costo de oportunidad representada por la ecuación (II.2-8).

En el primer estudio (EBC Ingeniería Ltda, 2012) el cálculo del valor del tiempo de trabajo (w_1) se realiza utilizando el ingreso medio familiar de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) corregido por número de trabajadores del hogar, por el impuesto a la renta y leyes sociales (previsión y salud). El valor del tiempo de ocio (valor del tiempo subjetivo), w_2 se obtiene a partir de los coeficientes de los modelos de elección discreta estimados utilizando un modelo logit. Los ponderadores β_1 y β_2 se obtienen de Encuestas de Origen – Destino.

En el estudio del 2015 (SECTRA, 2015), el valor del tiempo de trabajo y el salario bruto se obtuvieron de la publicación Remuneraciones y Costos Laborales Medios por Hora Pagada Nominal General, elaborada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Chile. Para el primer caso se utilizó el costo de la mano de obra por hora total; mientras que para el salario bruto se utilizó la remuneración ordinaria por hora ordinaria.²³ El valor del tiempo de ocio se estimó como el 39,08% del salario horario bruto ($w_2 = 0,3908w_1$). Este valor se obtuvo mediante la calibración de modelos logit, estimados a partir de información de la Encuesta de Preferencias Declaradas relativas a las Encuestas Origen – Destino de seis ciudades: Arica, Iquique, Antofagasta, Calama, Santiago y Valdivia. Los ponderadores β_1 y β_2 son 3% y 97% respectivamente, de acuerdo a la Encuesta Origen – Destino elaborada por SECTRA.

En la revisión realizada en el 2020 (Mella, 2020) se distingue por ámbito (urbano e interurbano), por propósito (laboral y viajes por otro motivo) y por modo (solo en el caso de viajes interurbanos).

La formulación del tiempo de ahorro de viaje urbano ($VSTV_{urb}$) es:

$$VSTV_{Urb,i} = (\beta_1 w_c + \beta_2 w_p) \theta_{s,i} \quad (II.3-2)$$

Como en el caso anterior w_c considera el costo de la mano de obra y el salario bruto obtenido a partir de información del INE, y el valor del tiempo de ocio (w_p) es obtenido a partir de los resultados del estudio Estimación del valor del tiempo urbano mediante preferencias declaradas (SECTRA, 2015). El parámetro θ_s es un ponderador que diferencia las distintas etapas del viaje, siendo $\theta_v = 1$ para el tiempo de viaje, $\theta_c = 2,08$ para el tiempo de caminata y, $\theta_e = 2,08$ para el tiempo de espera. Al igual que en el estudio del 2015, β_1 y β_2 son 3% y 97% respectivamente.

La estimación del tiempo de ahorro de viaje interurbano ($VSTV_{inter}$) utiliza una formulación similar a la del $VSTV_{urb}$ pero distingue por modo, tasa de ocupación y tipo de pasajero:

$$VSTV_{inter,k} = \sum_{j=1}^n (\beta_{1,k,j} w_{c,k,j} + \beta_{2,k,j} w_{p,k,j}) O_{i,j} \quad (II.3-3)$$

siendo k el modo de transporte (automóvil, camioneta, ómnibus interurbano); j es el tipo de pasajero (chofer, auxiliar, pasajero); $w_{c,k,j}$ el valor del tiempo de trabajo para viajes del pasajero j en el vehículo

²³ El costo de la mano de obra por hora total incluye remuneraciones y otros costos del empleador (colación, movilización, capacitación, servicios de bienestar, entre otros).

k ; $w_{p,k,j}$ el valor del tiempo de ocio del pasajero j en el vehículo k ; $\beta_{1,k,j}$ es el porcentaje de viajes realizados durante la jornada laboral del pasajero j en el vehículo k ; $\beta_{2,k,j}$ es el porcentaje de viajes realizados hacia el trabajo por el pasajero j en el vehículo k ; y O_k es la tasa de ocupación del vehículo k .

En el caso del $VSTV_{inter}$, para el cálculo del $w_{p,k,j}$ se utilizó el sueldo promedio del empleado adulto, diferenciando por modo, obteniéndose la información a partir de los datos de ingreso por decil de la CASEN. Para ponderar el ingreso de cada decil se consideró la distribución porcentual de uso por modo para cada decil de ingreso bruto obtenida a partir de las encuestas de SECTRA. Mella (2020) justifica utilizar distintas fuentes para estimar el valor del tiempo de trabajo dado que asume que la elección del modo no es independiente del nivel de ingreso.

El valor del tiempo de ocio proviene de la calibración de un modelo logit²⁴, de manera tal que:

$$w_p = m_f \frac{\delta_1}{\delta_2} \tag{11.3-4}$$

Actualmente, el valor social del tiempo de ahorro de viaje urbano ($VSTV_{urb}$) se calcula a partir de la siguiente formulación (SNI, 2021):

$$VSTV_{Urb,i} = \beta_1 w_c + \beta_2 w'_c + \beta_3 w''_c, \tag{11.3-5}$$

siendo $VSTV_{Urb,i}$ el valor social del tiempo para viajes urbanos, por pasajero i ; w_c es el valor del tiempo de trabajo; w'_c es el valor del tiempo para viajes por motivos “commute”; w''_c es el valor del tiempo para viajes con otros propósitos; β_1 porcentaje de viajes realizados durante la jornada laboral; β_2 es el porcentaje de viajes realizados del hogar al trabajo y desde el trabajo al hogar; β_3 es el porcentaje de viajes realizados con otros propósitos (hacer trámites, ir de compras, etc.).

Para todos los modos, excepto camión, $\beta_1 = 3,4\%$; $\beta_2 = 27,2\%$, y $\beta_3 = 69,4\%$. Estos ponderadores fueron estimados como promedio ponderado entre la población y los viajes según propósito, obtenidos de las últimas trece encuestas Origen Destino, posteriores al 2010, elaboradas por la SECTRA.

Para la valoración social del tiempo de viaje de trabajo (w_c) se utiliza el costo de la mano de obra por hora total (incluye remuneraciones y costos para el empleador por concepto de gastos del trabajador: colación, movilización, capacitación y servicios de bienestar, entre otros), obtenidos a partir de la publicación “Remuneraciones y Costos Laborales Medios por Horas Pagadas Nominal General” del INE.

El valor del tiempo para viajes con otros propósitos (w_c) se estimó a partir de un meta-análisis como el 50% de w_c : $w'_c = 0,50w_c$.

El valor del tiempo para viajes con otros propósitos (w''_c) se obtiene a partir de los resultados del estudio “Estimación del Valor del Tiempo de Viaje Urbano mediante preferencias declaradas” (SECTRA, 2015). Como se mencionó precedentemente, a partir de este trabajo se estimó que la

²⁴ La especificación utilizada es:

$$V_i = \delta_0 + \delta_1 t_i + \delta_2 \frac{c}{m_f} + \delta_3 Tr,$$

siendo t_i el tiempo de viaje, c el costo asociado, m_f el ingreso familiar, Tr el trasbordo, y δ_i los coeficientes a estimar utilizando un modelo logit.

relación entre el salario bruto (w) y el valor del tiempo para viajes con otros propósitos es: $w_c'' = 0,3908w$.

La siguiente tabla resume los valores vigentes durante el año 2021.

Tabla II.3-9: El valor social del tiempo de viaje. Chile 2021

Viajes urbanos	Factor de ponderación	VSTV	
		\$CH 2021/hora- pasajero	\$AR 2021/hora- pasajero
Todos los vehículos excepto camión			
Viaje		2434	295
Solo usuarios de transporte público			
Viaje	1	2434	295
Espera	2	4867	588
Caminata	2	4867	588
Viajes interurbanos		\$CH	\$AR
		2021/hora- vehículo	2021/hora- vehículo
Automóvil		15830	1914
Camioneta		15830	1914
Bus rural		189891	22957
Bus interurbano		171919	20784
Bus		174884	21142

Fuente: elaboración propia con información de SNI (2021) y Banco de la Nación Argentina.

Para la valoración social del tiempo de viaje interurbano se utiliza la misma metodología desarrollada en los párrafos precedentes, pero distinguiendo por tipo de vehículo. La fórmula de cálculo resulta:

$$VSTV_{Inter,k} = \beta_1 w_{c,k} + \beta_3 w_{c,k}'', \quad (II.3-6)$$

siendo $VSTV_{inter,k}$ el valor social del tiempo en viajes interurbanos para el vehículo k ; w_c es el valor del tiempo de trabajo en viajes interurbanos para el pasajero del vehículo k ; $w_{c,k}''$ es el valor del tiempo de viajes interurbanos con otros propósitos para el pasajero del vehículo k ; β_1 porcentaje de viajes realizados durante la jornada laboral del pasajero del vehículo k ; β_3 es el porcentaje de viajes realizados con otros propósitos (hacer trámites, ir de compras, etc.) del pasajero del vehículo k .

Los ponderadores β_1 y β_3 , en este caso, se obtuvieron a partir del estudio Estimación de Valores Sociales del Tiempo de Viaje de Pasajeros Interurbanos Utilizando Nuevas Formulaciones de Modelos de Demanda (SECTRA, 2012), siendo $\beta_1 = 0,3972$ y $\beta_3 = 0,6028$. El valor de $w_{p,i}$ se obtiene de la misma fuente que en el caso de viajes urbanos. El valor de $w_{p,i}''$ se obtuvo a partir de la calibración de los modelos del estudio de SECTRA (2012) y fue actualizado utilizando la tasa de crecimiento anual del costo promedio de la mano de obra.

Para el cálculo del valor social del tiempo de viaje para la realización de actividades deportivas o recreativas se utiliza la fórmula (II.3-5), asumiendo que $\beta_1 = \beta_2 = 0$. Al igual que en el caso urbano se supone que $w_c'' = 0,3908w$

B.4. Colombia

Como se explicó precedentemente, Hernández Díaz (2019) estima el VST de viaje según propósito (trabajo, educación y salud) para Colombia adaptando la propuesta del Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2012), Cervini & Ramírez (2008) y Bonifaz Fernández (2000).

Para el cálculo del $VSTV$ utiliza la ecuación (II.1-1) y la información relevante es obtenida de diferentes fuentes (GEIH, ENUT, cuentas nacionales).

El cálculo del $VSTV$ se desagrega por región (urbano y rural) y por propósito (tiempo de viajes por trabajo, salud, educación y tiempo de espera en salud). La distribución del tiempo según propósito se obtiene de la ENUT.

Tabla II.3-10: El valor social del tiempo de viaje según propósito. Colombia 2016-2017.

	VSTV		
	Trabajo	Educación	Salud
Nacional	110.4	109.4	106.2
Urbano	122.0	121.0	117.8
Rural	65.2	68.4	63.1

Nota: valores expresados en \$AR/hora en moneda constante de diciembre de 2021.

Fuente: elaboración propia con información de Hernández Díaz (2019).

El $VSTV$ resulta similar para los tres propósitos, pero se observan diferencias significativas en la segmentación territorial: el $VSTV$ urbano es caso el doble del $VSTV$ rural.

B.5. Perú

Bonifaz Fernández (2000) propuso estimar el $VSTV$ aplicando la ecuación (II.1-1). Para el valor del tiempo de trabajo $w_{1,i}$ considera el 100% del sueldo bruto obtenido a partir de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) y para el valor social del tiempo de ocio ($w_{2,i}$) adhiere a la propuesta de Gwilliam (1996) y Belli et al. (2001) al considerarlo equivalente al 30% del ingreso horario. El escenario base para el número de horas es de 176 horas laborables al mes (8 horas/días en 22 días laborales/mes)

Este autor segmenta el $VSTV$ por nivel socioeconómico²⁵, por región²⁶ y a nivel nacional y por modo²⁷, y por propósito²⁸

Calmet & Capurro (2011) presentan dos estimaciones del $VSTV$ de los usuarios de transporte urbano en Lima Metropolitana a partir de la propuesta de Bonifaz Fernández (2000) representada por la ecuación (II.1-1): una estimación directa utilizando el salario horario y una subjetiva a partir de preferencias declaradas.

Para la estimación directa consideran que $w_{1,i}$ está adecuadamente representado por el ingreso por hora trabajada obtenido a partir de la ENAH. Para el valor social del tiempo de ocio ($w_{2,i}$)

²⁵ Considera cinco niveles socioeconómicos A, B, C, D y E cuyos umbrales de ingresos están basados en estudios que anualmente realiza la empresa IPSOS Apoyo Opinión y Mercado SA.

²⁶ Bonifaz Hernández calcula el $VSTV$ para las siguientes regiones: Lima Metropolitana, Costa Urbana y Costa Rural, Sierra Urbana y Sierra Rural, Selva Urbana y Selva Rural.

²⁷ Los modos que considera son aéreo nacional e internacional, urbano colectivo y carretero interurbano.

²⁸ Los propósitos considerados fueron: trabajo, estudio, negocio, enfermedad, turismo y otros motivos.



adhieren a la propuesta de Gwilliam (1996), Belli et al. (2001) y Bonifaz Fernández (2000) de considerarlo equivalente al 30% del ingreso horario.

La estimación del $VSTV$ a partir de la metodología de preferencias declaradas requirió la estimación de dos modelos de elección discreta: uno para estimar la probabilidad de utilizar una determinada modalidad de transporte urbano para dirigirse hacia el lugar de trabajo; y otro para estimar la probabilidad de escoger entre modalidades de transporte urbano para viajar por motivos de ocio. El primer modelo permite obtener el valor $w_{1,i}$ y el segundo $w_{2,i}$, en ambos casos como cociente entre los parámetros correspondientes, tal como se explicó en el apartado correspondiente.

Para determinar cómo los individuos distribuyen su tiempo entre viajes por trabajo y viajes relacionados a actividades de ocio se utilizaron datos provenientes de encuestas diseñadas *ad-hoc*.

A partir de la metodología de las preferencias declaradas, estos autores encuentran que, en el caso de Perú, el valor del tiempo de ocio ($w_{2,i}$) está lejos de la propuesta de Gwilliam (1996), Belli et al. (2001) y Bonifaz Fernández (2000). En particular, en el caso de Perú, al segmentar el $VSTV$ por estrato socioeconómico observan que para los estratos más altos (A y B), $w_{2,i} < w_{1,i}$ (en particular, $w_{2,A} = 0,7w_{1,A}$, $w_{2,B} = 0,8w_{1,B}$), mientras que en los segmentos C, D, y E la relación se invierte ($w_{2,C} = 1,16w_{1,C}$, $w_{2,D} = 1,23w_{1,D}$, y $w_{2,E} = 1,55w_{1,E}$). Respecto a estos resultados consideran que los individuos pertenecientes a los estratos más bajos (C, D, y E) necesitan trabajar más horas para poder tener un ingreso que cubra las necesidades básicas, por lo que el tiempo que tienen disponible para ocio se reduce con relación al de trabajo y se les tendría que remunerar con un salario horario mayor al salario promedio. Por el contrario, los individuos pertenecientes a los estratos A y B podrían percibir un ingreso suficiente para cubrir sus necesidades básicas trabajando menos horas a la semana, lo que daría lugar a una menor escasez relativa del tiempo de ocio (Calmet & Capurro, 2011).

A partir del estudio realizado por el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2012), el Ministerio de Economía y Finanzas de Perú adopta la metodología propuesta por Bonifaz Fernández (2000). La determinación del $VSTV$ se realiza en base a la estimación directa de la ecuación (II.1-1) para diferentes categorías según propósito (trabajo, ocio), modo (transporte público, privado, urbano e interurbano; aéreo y carga), tipo, región geográfica y nivel socioeconómico de los individuos. Se calcula un $VSTV$ por tipo de transporte, región y nivel socioeconómico y un $VSTV$ único o ponderado por nivel socioeconómico por cada nivel de categoría que considera la composición de la muestra utilizada. El valor del tiempo de ocio es calculado como el ingreso promedio por hora sin prestaciones sociales ni impuestos y es equivalente al 30% del valor del tiempo de trabajo (Belli et al., 2001; Bonifaz Fernández, 2000; Gwilliam, 1996). En relación a los ponderadores, proponen dos alternativas. En primer lugar, consideran como valor referencial o teórico, 176 horas laborables al mes (8 horas/días en 22 días laborales/mes). En segundo lugar, utilizan la cantidad de horas trabajadas declaradas por los usuarios en las encuestas utilizadas (ENAHO y Encuesta de Preferencias Declaradas de la Línea I del Metro de Lima -EPD-).

III Bases de datos disponibles e información a utilizar

Sobre la base de lo desarrollado en la sección II.1.A, para calcular el valor social del tiempo se requiere información sobre las siguientes variables:

- Valor social del tiempo de trabajo, el que se supone equivalente al precio social de la mano de obra ocupada.

- Valor social del tiempo de ocio, el que puede aproximarse a partir del salario neto.
- Porcentaje del total del tiempo ahorrado que corresponde a trabajo.
- Porcentaje del total del tiempo ahorrado que corresponde a ocio.

La Tabla III-1, muestra de manera resumida las variables necesarias que se encuentran disponibles para el cálculo de los precios sociales, la fuente o el organismo responsable de proporcionar la información y algunas observaciones técnicas de la misma.

Tabla III-1: Información requerida y disponible para el cálculo del *VST*

Variable requerida	¿Disponible? ¿Fuente?	Observaciones
Valor social tiempo de trabajo	Precio social de la mano de obra	Encuesta permanente de Hogares (EPH), INDEC Disponible en: https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-BasesDeDatos
Valor social del tiempo de ocio	No hay información sobre estadísticas de uso del tiempo en la provincia. Ni encuestas en las que se indague la disposición a pagar	
Porcentaje del total del tiempo ahorrado que corresponde a trabajo	No hay información sobre estadísticas de uso del tiempo en la provincia	
Porcentaje del total del tiempo ahorrado que corresponde a ocio	No hay información sobre estadísticas de uso del tiempo en la provincia	

En consecuencia, con la información disponible es posible aproximar el *VST* aplicando las metodologías propuestas tanto Bonifaz Fernández (2000) como por el SNIP Uruguay (2014). En el primer caso, resulta razonable y factible hacer una estimación basada en una combinación de información disponible y supuestos sobre los valores de algunos parámetros basados en la revisión de la bibliografía internacional.

La metodología propuesta requiere la siguiente información:

Tabla III-2: Variables a utilizar para el cálculo del *VST*

Variable requerida	Clasificación	Fuente
Salario horario	Total, calificado, semicalificado, no calificado	Encuesta permanente de Hogares (EPH), INDEC Disponible en: https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-BasesDeDatos
Población	Total, económicamente activa, ocupada según calificación (calificado, semicalificado, no calificado)	Encuesta permanente de Hogares (EPH), INDEC Disponible en: https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-BasesDeDatos
Tasas de descuentos tributarios y previsionales		Base de datos para el cálculo del <i>PSMO</i>
Factor de corrección	Mano de obra calificada, no calificada y semicalificada	Base de datos para el cálculo del <i>PSMO</i>
Proporción de tiempo de trabajo en el ahorro de tiempo (parámetro α).		Estudios internacionales ((Bonifaz Fernández, 2000; Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, 2012)

Para calcular el *VSTV*, como costo de oportunidad, utilizando la metodología desarrollada en la sección **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se requiere información sobre las siguientes variables:

- Valor social del tiempo de trabajo, el que se supone equivalente al precio social de la mano de obra según propósito/modo.
- Valor social del tiempo de ocio, el que se obtiene a partir de modelos de demanda de transporte (modelo de elección discreta).
- Porcentaje del total de viajes que corresponde a viajes de ocio (no trabajo) y a viajes de trabajo, lo cual habitualmente se obtiene a partir de información de encuestas origen destino (EOD).
- Participación del medio de transporte utilizado por nivel de ingreso, lo cual habitualmente se obtiene a partir de información de encuestas origen destino (EOD).

La Tabla III-3 muestra de manera resumida las variables necesarias que se encuentran disponibles para el cálculo de los precios sociales, la fuente o el organismo responsable de proporcionar la información y algunas observaciones técnicas de la misma.

Tabla III.3: Información requerida y disponible para el cálculo del *VSTV*

Variable requerida	¿Disponible? ¿Fuente?	Observaciones
Valor social tiempo de trabajo	Precio social de la mano de obra	Encuesta permanente de Hogares (EPH), INDEC Disponible en: https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-BasesDeDatos
Valor social del tiempo de ocio	Se ha podido acceder a las bases de datos de la EOD 2010. La EOD 2021 no se encuentra todavía disponible. Para poder estimar el valor del tiempo de ocio se requiere estimar el valor monetario del viaje por modo.	
Porcentaje de viajes de Ocio y de Trabajo	Se ha podido acceder a las bases de datos de la EOD 2010. La EOD 2021 no se encuentra todavía disponible.	
Participación del medio de transporte utilizado por nivel de ingreso	Se ha podido acceder a las bases de datos de la EOD 2010. La EOD 2021 no se encuentra todavía disponible.	

Con la información disponible no es posible realizar, por el momento un cálculo robusto en términos técnicos del valor social del tiempo de viaje por modo y/o propósito. Por lo tanto, en esta oportunidad no se calculará el *VSTV*.

IV Propuesta para el cálculo del Valor Social del Tiempo

Los proyectos de inversión modifican de alguna manera el uso del tiempo de la población afectada. Para su evaluación socioeconómica se deber utilizar el valor social del tiempo, ya sea para computar correctamente los beneficios, cuando se trata de tiempo liberado, o los costos cuando se trata de utilización adicional de tiempo.

El *VST* ha sido estimado según propósito (laboral o no laboral) y según ámbito geográfico (urbano o rural). Generalmente el tiempo liberado para propósitos laborales es valorado en mayor cuantía que si el tiempo se dedicara a propósito no laboral (Cervini & Ramírez, 2008; Hernández Díaz, 2019). Y al tiempo liberado en el área urbana se le asigna un valor mayor que al liberado en el área rural (Hernández Díaz, 2019).

Para el cálculo del *VST* en el caso de la provincia de Mendoza se propone utilizar una combinación de las metodologías propuestas por Bonifaz Fernández (2000), Cervini & Ramírez (2008), el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2012) y por el SNIP Uruguay (2014). Esta decisión se basa principalmente en: (i) el tipo de proyectos relevantes para la provincia de Mendoza; (ii) en el fundamento teórico y la sencillez de la metodología; (iii) la amplia utilización de esta metodología en países latinoamericanos, lo que facilitaría la evaluación socioeconómica proyectos conjuntos; (iv) la disponibilidad de información sobre precios sociales de la mano de obra, y (v) en la información existente.

Se propondrá primero una formulación general, y luego dos particulares, dependiendo de las características de la población afectada por el proyecto.

En primer lugar, se asume que el proyecto libera/insume tiempo a toda la población en la zona de influencia. Si es así, se propone la siguiente ecuación para el cálculo del *VST*:

$$VST = \delta_1(\alpha_1 w_{j/h}^* + \alpha_2 w_{p/h}^*) + \delta_2 w_{p/h}^{*PNEA} \quad (IV-1)$$

siendo $w_{j/h}^*$ el valor social del tiempo de trabajo (\$/hora), calculado como el promedio ponderado de los precios sociales de la mano de obra según calificación y j el escenario de comportamiento considerado para el mercado laboral (pleno empleo, desempleo o bajo desempleo y alta subocupación e informalidad); $w_{p/h}^*$ el valor social del tiempo de ocio (\$/hora), calculado como el promedio ponderado de los precios de oferta de la mano de obra según calificación. Los coeficientes δ_1 y δ_2 son, respectivamente, la relación entre la población económicamente activa (PEA)²⁹ y la población total de la zona de influencia del proyecto, y entre la población no económicamente activa ($PNEA$)³⁰ y la población total de la zona de influencia del proyecto, siendo $\delta_1 + \delta_2 = 1$. Los coeficientes α_1 y α_2 representan el peso relativo del tiempo de trabajo y del tiempo de ocio en el tiempo neto disponible, de manera que también $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$. El tiempo neto alude al tiempo disponible para realizar actividades laborales y de ocio luego que se ha descontado el tiempo utilizado para actividades fisiológicas y de cuidado personal; asume como unidad básica de medida el día de 24 horas y no admite la realización de actividades simultáneas.

El valor social del tiempo de trabajo ($w_{j/h}^*$) es el promedio ponderado del precio social horario de la mano de obra calculado de la siguiente forma:

$$w_{j/h}^* = \sum \frac{w_{j,i}^* N_i}{h_i N}, \quad (IV-2)$$

siendo: $w_{j,i}^*$ el precio social de la mano de obra de calificación i estimado para la provincia de Mendoza para el escenario j de comportamiento del mercado laboral; h_i es la cantidad de horas trabajadas en el período de referencia; N_i es la mano de obra ocupada de calificación i en la zona de influencia del proyecto; N es la mano de obra ocupada total en la zona de influencia del proyecto.

Para calcular el valor social del tiempo de ocio, se diferencia entre población económicamente activa y población económicamente no activa. El valor social del tiempo de ocio de la población económicamente activa ($w_{p/h}^*$) es el promedio ponderado del precio social de oferta de la mano de obra de calificación i para el escenario j de comportamiento del mercado laboral, calculado de la siguiente forma:

$$w_{p/h}^* = \sum \frac{P_{j,i}^p N_i}{h_i N}, \quad (IV-3)$$

siendo: $P_{j,i}^p$ el salario declarado (percibido) por la mano de obra de calificación i en el escenario j de comportamiento del mercado laboral (salario neto promedio EPH), más la valoración que la misma realiza de sus aportes a obra social y jubilación, estimado para la provincia de Mendoza.

De manera similar, el valor social del tiempo de ocio de la población no económicamente activa ($w_{p/h}^{*PNEA}$) es el promedio ponderado del precio de oferta de la mano de obra de calificación i para el escenario j de comportamiento del mercado laboral, calculado de la siguiente forma:

²⁹ La población económicamente activa (PEA) o fuerza de trabajo es la población de 10 años y más que efectivamente trabaja (ocupados) o que está dispuesta a trabajar, pero no encuentra empleo (desocupados) (INDEC, 2011).

³⁰ La población no económicamente activa ($PNEA$) comprende a todas las personas, sin consideración de edad, que no son "económicamente activas", según la definición arriba detallada. Se incluyen también dentro de este grupo a los menores de 10 años.

$$w_{p/h}^{*PNEA} = \sum \frac{P_{i,i}^P PNEA_i}{h_i PNEA} \quad (IV-4)$$

siendo: $P_{j,i}^P$ el salario declarado (percibido) por la mano de obra de calificación i en el escenario j de comportamiento del mercado laboral (salario neto promedio EPH), más la valoración que la misma realiza de sus aportes a obra social y jubilación, estimado para la provincia de Mendoza; $PNEA_i$ es la población no económicamente activa de calificación i en la zona de influencia del proyecto; $PNEA$ es la población no económicamente activa total en la zona de influencia del proyecto.

De esta forma, la ecuación (IV-1) puede expresarse:

$$VST = \delta_1 \left(\sum \alpha_{1,i} \frac{w_{j,i}^* N_i}{h_i N} + \sum \alpha_{2,i} \frac{P_{j,i}^P N_i}{h_i N} \right) + \delta_2 \sum \frac{P_{j,i}^P PNEA_i}{h_i PNEA} \quad (IV-5)$$

La metodología propuesta para el cálculo del VST , permite obtener este valor para la población ocupada por tipo de calificación, para la PEA , para la $PNEA$ y para la población total, según sea el estado de actividad de la población afectada por el proyecto.

Así, si el proyecto solo liberara tiempo de población económicamente activa $\delta_2 = 0$, el VST debería calcularse como:

$$VST = \delta_1 (\alpha_1 w_{j/h}^* + \alpha_2 w_{p/h}^*) \quad (IV-6)$$

Por último, en el caso de un proyecto que solo liberara/consumiera tiempo de población económicamente inactiva, $\delta_1 = 0$, el VST debería calcularse como:

$$VST = \delta_2 w_{p/h}^{*PNEA} \quad (IV-7)$$

V Estrategias de estimación del valor social del tiempo y supuestos utilizados

La metodología propuesta para obtener el VST , es una adaptación de las propuestas de Bonifaz Fernández (2000), Cervini & Ramírez (2008), Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2012) y SNIP (2014); y se sintetiza en la estimación de la siguiente función:

$$VST = \delta_1 (\alpha_1 w_{j/h}^* + \alpha_2 w_{p/h}^*) + \delta_2 w_{p/h}^{*PNEA} \quad (V-1)$$

siendo $w_{j/h}^*$ el valor social del tiempo de trabajo (\$/hora), calculado como el promedio ponderado de los precios sociales de la mano de obra según calificación y j el escenario de comportamiento considerado para el mercado laboral (pleno empleo, desempleo o bajo desempleo y alta subocupación e informalidad); $w_{p/h}^*$ el valor social del tiempo de ocio (\$/hora), calculado como el promedio ponderado de los precios de oferta de la mano de obra según calificación. Los coeficientes δ_1 y δ_2 son, respectivamente, la relación entre la población económicamente activa (PEA)³¹ y la población total de la zona de influencia del proyecto, y entre la población no económicamente activa ($PNEA$)³² y la población total de la zona de influencia del proyecto, siendo $\delta_1 + \delta_2 = 1$. Los coeficientes α_1 y α_2 representan el peso relativo del tiempo de trabajo y del tiempo de ocio en el tiempo neto disponible,

³¹ La población económicamente activa (PEA) o fuerza de trabajo es la población de 10 años y más que efectivamente trabaja (ocupados) o que está dispuesta a trabajar, pero no encuentra empleo (desocupados) (INDEC, 2011).

³² La población no económicamente activa ($PNEA$) comprende a todas las personas, sin consideración de edad, que no son "económicamente activas", según la definición arriba detallada. Se incluyen también dentro de este grupo a los menores de 10 años.

de manera que también $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$. El tiempo neto alude al tiempo disponible para realizar actividades laborales y de ocio luego que se ha descontado el tiempo utilizado para actividades fisiológicas y de cuidado personal; asume como unidad básica de medida el día de 24 horas y no admite la realización de actividades simultáneas.

Cabe destacar, que las estimaciones son preliminares. Las mismas están sujetas a modificaciones en las estimaciones del precio social de la mano de obra y a ajustes en los valores de los parámetros utilizados.

V.1. Valor social del tiempo de trabajo y valor social del tiempo de ocio

Para el cálculo del VST se utiliza el precio social de la mano de obra y el precio de oferta de la misma, estimados para la provincia de Mendoza. Ambos valores están expresados en pesos/mes.

El VST suele expresarse en pesos/hora, por lo cual es necesario re-escalar el precio social de la mano de obra. En segundo lugar, es necesario calcular valores promedios ponderados tanto del valor social del tiempo de trabajo (precio social de la mano de obra) como del valor social del tiempo de ocio (precio de oferta), dado que la estrategia de cálculo de éstos es por tipo de calificación de la mano de obra.

Así, el valor social del tiempo de trabajo ($w_{j/h}^*$) es el promedio ponderado del precio social horario de la mano de obra calculado de la siguiente forma:

$$w_{j/h}^* = \sum \frac{w_{j,i}^* N_i}{h_i N}, \quad (V-2)$$

siendo: $w_{j,i}^*$ el precio social de la mano de obra de calificación i estimado para la provincia de Mendoza para el escenario j de comportamiento del mercado laboral; h_i es la cantidad de horas trabajadas en el período de referencia; N_i es la mano de obra ocupada de calificación i en la zona de influencia del proyecto; N es la mano de obra ocupada total en la zona de influencia del proyecto.

Para calcular el valor social del tiempo de ocio, se diferencia entre población económicamente activa y población económicamente no activa. El valor social del tiempo de ocio de la población económicamente activa ($w_{p/h}^*$) es el promedio ponderado del precio social de oferta de la mano de obra de calificación i para el escenario j de comportamiento del mercado laboral, calculado de la siguiente forma:

$$w_{p/h}^* = \sum \frac{P_{j,i}^p N_i}{h_i N}, \quad (V-3)$$

siendo: $P_{j,i}^p$ el salario declarado (percibido) por la mano de obra de calificación i en el escenario j de comportamiento del mercado laboral (salario neto promedio EPH), más la valoración que la misma realiza de sus aportes a obra social y jubilación, estimado para la provincia de Mendoza.

De manera similar, el valor social del tiempo de ocio de la población no económicamente activa ($w_{p/h}^{*PNEA}$) es el promedio ponderado del precio de oferta de la mano de obra de calificación i para el escenario j de comportamiento del mercado laboral, calculado de la siguiente forma:

$$w_{p/h}^{*PNEA} = \sum \frac{P_{j,i}^p PNEA_i}{h_i PNEA}, \quad (V-4)$$

siendo: $P_{j,i}^p$ el salario declarado (percibido) por la mano de obra de calificación i en el escenario j de comportamiento del mercado laboral (salario neto promedio EPH), más la valoración que la misma

realiza de sus aportes a obra social y jubilación, estimado para la provincia de Mendoza; $PNEA_i$ es la población no económicamente activa de calificación i en la zona de influencia del proyecto; $PNEA$ es la población no económicamente activa total en la zona de influencia del proyecto.

De esta forma, la ecuación (V-1) puede expresarse:

$$VST = \delta_1 \left(\sum_{1,i} \alpha_{1,i} \frac{w_{1,i}^* N_i}{h_i N} + \sum_{2,i} \alpha_{2,i} \frac{P_{1,i}^r N_i}{h_i N} \right) + \delta_2 \frac{\sum_{1,i} P_{1,i}^r PNEA_i}{h_i PNEA}, \quad (V-5)$$

La metodología propuesta para el cálculo del VST , permite obtener este valor para la población ocupada por tipo de calificación, para la PEA , para la $PNEA$ y para la población total, según sea el estado de actividad de la población afectada por el proyecto.

V.2. Horas trabajadas

Para poder calcular valores sociales de la mano de obra por hora, se propone utilizar la información de horas trabajadas en la semana de referencia relevada por la EPH (INDEC). Una estrategia similar sigue Cervini & Ramírez (2008) y el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2012).

De acuerdo con la información disponible, el promedio de obras trabajadas es menor al correspondiente a la jornada laboral completa, siendo de casi 5,9 horas/día para el trabajador calificado, 6,9 para el trabajador semicalificado y 5,1 para el trabajador no calificado, asumiendo en todos los casos 22 días laborables al mes.

V.3. Parámetros

Para el cálculo del VST en función de la metodología propuesta, es necesario definir los valores que asumirán los parámetros δ_1 , δ_2 , $\alpha_{1,i}$ y $\alpha_{2,i}$, siendo i el grado de calificación de la mano de obra.

Si se asume que el proyecto libera/insume tiempo a toda la población en la zona de influencia, afectará tanto a la población económicamente activa como a la población económicamente no activa. En el caso de la población económicamente activa, el ponderador del tiempo liberado es: $\delta_1 = \frac{PEA}{PT}$ mientras que en el caso de la población no económicamente activa el ponderador será: $\delta_2 = \frac{PNEA}{PT}$.

La metodología propuesta permite utilizar como ponderadores las relaciones entre las diferentes categorías ocupacionales y la población total en la zona de influencia del proyecto. No obstante, para el cálculo del VST para la provincia de Mendoza se utilizará la información sobre población ocupada según calificación i , PEA , $PNEA$ y población total que surge de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH, INDEC).

En el caso de la PEA , se asume que el tiempo liberado/insumido puede utilizarse para trabajo y para ocio. Se supone que la proporción del tiempo liberado destinado a trabajo, $\alpha_{1,i}$, es igual al cociente entre la cantidad de horas destinadas al trabajo remunerado por la mano de obra de calificación i y el total de tiempo disponible neto del tiempo destinado al cuidado personal y actividades fisiológicas. A partir de información de la Encuesta de Uso del Tiempo de Ciudad Autónoma de Buenos Aires, relevada en 2016, se asume que, en promedio, los individuos destinan 10,5 horas de tiempo por día sin simultaneidad a actividades de cuidado personal y fisiológicas, por lo tanto, disponen de 13,5 horas al día para dedicar a actividades laborales y de ocio. Así, los parámetros α_i se modificarán según el individuo trabaje jornada completa o no.

En el caso de la $PNEA$ se asume que todo el tiempo liberado es destinado a ocio.

VI Estimación del Valor Social del Tiempo y de los factores de corrección

En este apartado se presentan los VST por categoría ocupacional y para la población total para el IV Trimestre de 2021 en cada uno de los escenarios de comportamiento del mercado de trabajo de Mendoza y los factores de corrección (FCT) propuestos para cada categoría ocupacional y escenario.

VI.1. Estimación preliminar del Valor Social del Tiempo para la provincia Mendoza.

Para el cálculo del VST se utiliza la información provista por la EPH (INDEC), tanto en lo que se refiere a salario declarado (neto promedio), horas trabajadas como a composición de la población. A los efectos de obtener el precio social de la mano de obra, se emplean los factores de corrección del precio de demanda de la mano de obra de calificación i correspondientes al escenario j de comportamiento del mercado laboral.

El VST calculado aplicando la ecuación (V-5) se detalla en la Tabla VI-1:

Tabla VI-1: Valor Social del Tiempo para la provincia de Mendoza, IV Trimestre 2021.

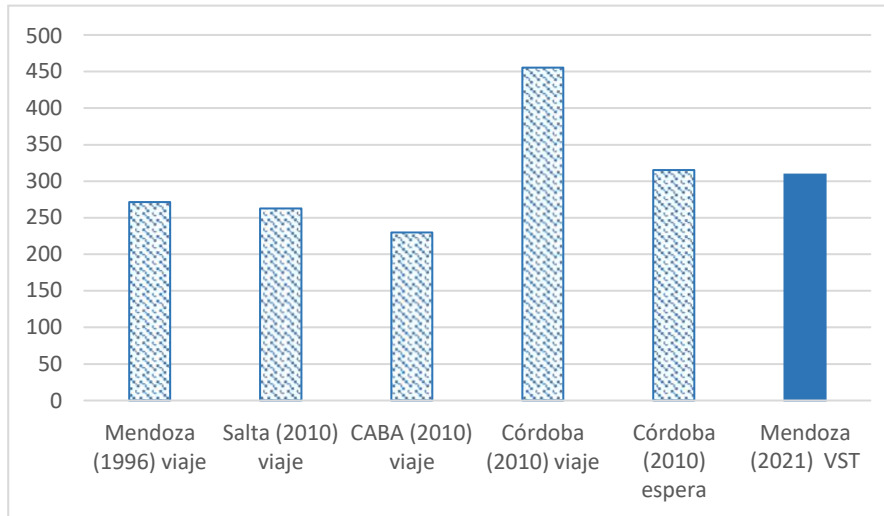
Población	Valor Social del Tiempo (\$/hora)				
	Escenario 1	Escenario 2		Escenario 3	
	Pleno empleo (o bajo desempleo)	Desempleo y alta subocupación	Desempleo, alta subocupación e informalidad	Bajo desempleo, alta subocupación	Bajo desempleo, alta subocupación e informalidad
Ocupada					
Calificados	615,20	465,98	465,98	586,22	574,19
Semicalificados	302,24	219,49	218,50	279,11	264,41
No calificados	205,71	172,82	183,78	196,83	194,56
PEA	371,14	274,85	274,53	347,19	333,57
PNEA	248,60	248,60	248,60	248,60	248,60
Total	309,51	261,65	261,49	297,60	290,83

VI.2. Comparación del Valor Social del Tiempo para la provincia Mendoza con valores del tiempo calculados para otros aglomerados

Diversos autores, entre ellos, Merino (1998), Liendro (2013, 2014), Apella & Bauer (2016) y Sartori & Oviedo (2012) han estimado el valor del tiempo de viaje y de espera para distintos aglomerados urbanos, en distintos momentos en el tiempo. Estos valores no son directamente comparables con el VST estimado en este trabajo debido a diferencias metodológicas y de información, sin embargo, su cotejo puede dar una idea de la validez de los resultados obtenidos.

En la Figura VI-1, se comparan los valores del tiempo de viaje estimados por los investigadores mencionados para distintas ciudades argentinas (todos expresados en pesos de diciembre de 2021), con el VST estimado para la provincia de Mendoza para el escenario de economía en pleno empleo (o bajo desempleo).

Figura VI-1: Valor Social del Tiempo y Valor del Tiempo de Viaje/Espera. Ciudades seleccionadas. Valores a diciembre de 2021



VI.3. Cálculo de los factores de corrección (FCT)

El cálculo del *VST* aplicando la ecuación (V-5) es intensivo en información y manejo de bases de datos. Adicionalmente, el proceso inflacionario que enfrenta el país, dificulta su actualización. Para simplificar el proceso de estimación del *VST* liberado/insumido por un proyecto, se propone la utilización de factores de corrección (*FCT*) que puedan ser fácilmente aplicables a información habitualmente disponible y que aproximen el verdadero valor social del tiempo.

Para calcular los factores de corrección se procede de la siguiente manera. Primero, se estima el *VST* aplicando la metodología propuesta (ecuación (V-5)) a la información provista por la EPH (INDEC) para el período comprendido entre el III trimestre de 2003 y el IV trimestre 2021, asumiendo los factores de corrección del precio social de la mano de obra de calificación *i* correspondientes a un escenario de economía en pleno empleo (o bajo desempleo). Luego se determina la relación entre el *VST* estimado y el salario declarado o neto promedio (mensual u horario) en cada trimestre:

$$FCT_{j,i,t} = \frac{VSI_{j,i,t}}{w_t}, \quad (VI-6)$$

siendo $FCT_{j,i,t}$ el factor de corrección para el cálculo del valor social del tiempo correspondiente a la mano de obra de calificación *i* en el escenario *j* de comportamiento del mercado laboral en el momento *t*; $VSI_{j,i,t}$ es el *VST* de la mano de obra de calificación *i* en el escenario *j* de comportamiento del mercado laboral en el momento *t*; y w_t es el salario declarado o neto promedio (mensual u horario) en el momento *t*, obtenido de la información relevada por la EPH (INDEC).

Obtenidos estos coeficientes, es posible adoptar distintos criterios para definir diferentes factores de corrección:

- Considerar como *FCT* para el cálculo del *VST*, el coeficiente correspondiente al IV Trimestre del 2021;
- Considera como *FCT* el promedio de los coeficientes correspondientes a los cuatro trimestres del 2021;

- Considerar como *FCT* el promedio de los coeficientes correspondientes al período comprendido entre el III trimestre del 2003 y el IV trimestre del 2021;
- Finalmente, el último criterio adopta como *FCT*, el coeficiente que resulta de la estimación de una regresión lineal entre el *VST* estimado y el salario declarado o neto promedio (mensual u horario).

A su vez, estos *FCT* son diferentes según se apliquen al salario mensual declarado (neto promedio) o al salario horario declarado (neto promedio) y según el escenario de comportamiento del mercado laboral que se asuma.

Las Tabla VI-2, Tabla VI-3 y Tabla VI-4 resumen los *FCT* obtenidos según los cuatro criterios de definidos, asociados a la mano de obra ocupada según nivel de calificación, a la *PEA*, a la *PNEA* y a la población total, y que deberían aplicarse al salario mensual promedio declarado o al salario horario promedio declarado en función del escenario de comportamiento del mercado laboral de Mendoza que se asuma.

Tabla VI-2: Factores de corrección para el cálculo del Valor Social del Tiempo según información salarial disponible. Mendoza. Escenario 1: pleno empleo (o bajo desempleo)

	Factores de corrección					
	Ocupados			PEA	PNEA	Población Total
	Calificados	Semicalificados	No calificados			
Salario mensual promedio declarado						
IV Trim 2021	0.014	0.007	0.005	0.009	0.006	0.007
Promedio 2021	0.014	0.007	0.005	0.009	0.006	0.007
Promedio 2003/2021	0.013	0.007	0.004	0.008	0.005	0.007
Coef. regresión lineal	0.015	0.007	0.005	0.009	0.006	0.008
Salario horario promedio declarado						
IV Trim 2021	0.492	0.242	0.165	0.297	0.199	0.248
Promedio 2021	0.471	0.244	0.150	0.295	0.192	0.244
Promedio 2003/2021	0.479	0.252	0.150	0.298	0.188	0.237
Coef. regresión lineal	0.466	0.242	0.144	0.296	0.190	0.242

Tabla VI-41: Factores de corrección para el cálculo del Valor Social del Tiempo según información salarial disponible. Mendoza. Escenario 2: desempleo, subocupación e informalidad

	Factores de corrección					
	Ocupados			PEA	PNEA	Población Total
	Calificados	Semicalificados	No calificados			
a. Desempleo y alta subocupación						
Salario mensual promedio declarado						
IV Trim 2021	0.011	0.005	0.004	0.006	0.006	0.006
Promedio 2021	0.011	0.005	0.004	0.007	0.006	0.006
Promedio 2003/2021	0.010	0.005	0.003	0.006	0.005	0.006
Coef. regresión lineal	0.011	0.006	0.004	0.007	0.006	0.006
Salario horario promedio declarado						
IV Trim 2021	0.373	0.176	0.138	0.220	0.199	0.209
Promedio 2021	0.361	0.179	0.122	0.221	0.192	0.207
Promedio 2003/2021	0.359	0.179	0.120	0.217	0.188	0.201
Coef. regresión lineal	0.359	0.180	0.117	0.224	0.190	0.206
b. Desempleo y alta subocupación e informalidad						
Salario mensual promedio declarado						
IV Trim 2021	0.011	0.005	0.004	0.006	0.006	0.006
Promedio 2021	0.011	0.005	0.004	0.007	0.006	0.006
Promedio 2003/2021	0.010	0.005	0.004	0.006	0.005	0.006
Coef. regresión lineal	0.011	0.006	0.004	0.007	0.006	0.006
Salario horario promedio declarado						
IV Trim 2021	0.373	0.175	0.147	0.220	0.199	0.209
Promedio 2021	0.361	0.179	0.131	0.221	0.192	0.207
Promedio 2003/2021	0.362	0.179	0.130	0.218	0.188	0.201
Coef. regresión lineal	0.359	0.179	0.126	0.223	0.190	0.206

Tabla VI-42: Factores de corrección para el cálculo del Valor Social del Tiempo según información salarial disponible. Mendoza. Escenario 3: bajo desempleo, subocupación e informalidad

	Factores de corrección					
	Ocupados			PEA	PNEA	Población Total
	Calificados	Semicalificados	No calificados			
a. Bajo desempleo y alta subocupación						
Salario mensual promedio declarado						
IV Trim 2021	0.014	0.007	0.005	0.008	0.006	0.007
Promedio 2021	0.014	0.007	0.004	0.008	0.006	0.007
Promedio 2003/2021	0.013	0.006	0.004	0.008	0.005	0.006
Coef. regresión lineal	0.014	0.007	0.004	0.009	0.006	0.007
Salario horario promedio declarado						
IV Trim 2021	0.469	0.223	0.157	0.278	0.199	0.238
Promedio 2021	0.449	0.226	0.142	0.277	0.192	0.235
Promedio 2003/2021	0.459	0.232	0.142	0.279	0.188	0.228
Coef. regresión lineal	0.445	0.224	0.137	0.278	0.190	0.233
b. Bajo desempleo y alta subocupación e informalidad						
Salario mensual promedio declarado						
IV Trim 2021	0.013	0.006	0.005	0.008	0.006	0.007
Promedio 2021	0.013	0.006	0.004	0.008	0.006	0.007
Promedio 2003/2021	0.012	0.006	0.004	0.007	0.005	0.006
Coef. regresión lineal	0.014	0.007	0.004	0.008	0.006	0.007
Salario horario promedio declarado						
IV Trim 2021	0.459	0.211	0.156	0.267	0.199	0.233
Promedio 2021	0.440	0.214	0.140	0.266	0.192	0.230
Promedio 2003/2021	0.450	0.219	0.140	0.267	0.188	0.223
Coef. regresión lineal	0.436	0.213	0.135	0.268	0.190	0.228

El siguiente ejercicio tiene por finalidad brindar información adicional para seleccionar un *FCT* entre los propuestos. Para cada escenario y criterio de definición de factor de corrección se calculó la diferencia porcentual promedio entre el *VST* calculado según metodología (VST_M) y el *VST* calculado aplicando el *FCT* (VST_{FC}) correspondiente. La Tabla VI-5 resume los resultados promedios obtenidos:

Tabla VI-5: Diferencias porcentuales entre el Valor Social del Tiempo calculado según metodología y el Valor Social del Tiempo calculado aplicando factores de corrección. Población Total. Mendoza. IV Trimestre 2021

Factores de corrección	Salario mensual declarado	Diferencias en VST	
		promedio	Salario horario promedio declarado
Escenario 1: Pleno empleo (o bajo desempleo)			
Promedio 2021	0.59%		-2.95%
Promedio 2003/2021	-8.81%		-2.76%
Coef. regresión lineal	4.05%		-4.11%
Escenario 2a: Desempleo y alta subocupación			
Promedio 2021	-1.40%		0.03%
Promedio 2003/2021	1.20%		-2.82%
Coef. regresión lineal	-9.91%		-4.27%
Escenario 2b: Desempleo y alta subocupación e informalidad			
Promedio 2021	-0.93%		-3.19%
Promedio 2003/2021	-1.55%		-3.50%
Coef. regresión lineal	3.45%		-1.68%
Escenario 3a: Bajo desempleo y alta subocupación			
Promedio 2021	-0.29%		-2.96%
Promedio 2003/2021	-9.32%		-2.87%
Coef. regresión lineal	1.76%		-4.03%
Escenario 3b: Bajo desempleo y alta subocupación e informalidad			
Promedio 2021	2.01%		0.04%
Promedio 2003/2021	-1.65%		-2.99%
Coef. regresión lineal	-10.34%		-3.00%

Se observa que las diferencias promedio entre el VST_M y los VST_{FC} son menores cuando se utilizan los FCT calculados como promedio de los últimos cuatro trimestres del 2021.

VI.4. Análisis de sensibilidad

Se recalcularon los VST y los FTC para los distintos escenarios de comportamiento del mercado laboral, siguiendo el mismo criterio utilizado para hacer el análisis de sensibilidad del precio social de la mano de obra ($PSMO$), esto es, asumiendo que los trabajadores consideran como impuesto el 100% de lo que se les descuenta en concepto de jubilación y aporte a la obra social y jubilación. En otras palabras, la valoración que hacen de estos aportes es nula.

En la Tabla VI-6 se observan los VST obtenidos bajo estos nuevos supuestos:

Tabla VI-6: Valor Social del Tiempo para la provincia de Mendoza asumiendo valoración nula de aportes, IV Trimestre 2021.

Población	Valor Social del Tiempo (\$/hora)				
	Escenario 1	Escenario 2		Escenario 3	
	Pleno empleo (o bajo desempleo)	Desempleo y alta subocupación	Desempleo, alta subocupación e informalidad	Bajo desempleo, alta subocupación	Bajo desempleo, alta subocupación e informalidad
Ocupada					
Calificados	542.84	409.97	409.97	516.94	524.96
Semicalificados	286.22	206.61	205.62	298.61	267.23
No calificados	205.71	172.82	183.78	196.83	194.56
PEA	342.67	252.46	252.14	345.40	324.23
PNEA	233.77	233.77	233.77	233.77	233.77
Total	287.90	243.06	242.90	289.26	278.73

Bajo estos nuevos supuestos, el *VST* calculado para cada categoría ocupacional y para cada escenario resulta menor que el obtenido en el apartado II. La diferencia promedio, en el caso del *VST* de la mano de obra calificada es del 11% y en el caso de la semicalificada es del 2%. Los *VST* de la *PEA*, de la *PNEA* y de la población resultan, en promedio, un 5,5%, un 6,0% y un 5,6% menores que los obtenidos bajo los supuestos originales.

VI.5. Limitaciones

La información de base utilizada es la relevada por la EPH (INDEC), por lo que los valores estimados son representativos del valor social del tiempo de la población urbana del Gran Mendoza. Adicionalmente, son válidas todas las limitaciones propias de la EPH (INDEC), incluida la no disponibilidad de información en algunos períodos.

Los valores obtenidos están sujetos a las limitaciones y supuestos del cálculo del precio social de la mano de obra y del precio de oferta por tipo de calificación.

Se asume, que los factores de corrección para obtener el precio social de la mano de obra no se modifican en todo el período analizado.

La información sobre la cantidad horas/día destinadas a las actividades de cuidado personal es representativa de la población de la Ciudad Autónoma del Buenos Aires de 2016.

VII Actualización de Valor Social del Tiempo

Dada la metodología propuesta para el cálculo del *VST* se sugiere reestimar los *FCT* con la misma periodicidad con la que se actualiza el *PSMO*, es decir, cada 12 meses.

Ajustado el *PSMO*, para el cálculo del nuevo *VST* deberán actualizarse los ponderadores. Para ello, es necesario reconsiderar:

- la cantidad de horas trabajadas declaradas por tipo de calificación;

- la composición de la población (ocupados, subocupados, desocupados, PEA, PNEA, y población total y por calificación, según corresponda);
- la distribución del tiempo entre actividades laborales, actividades de ocio o recreación y actividades de cuidado personal y fisiológicas.

Una vez obtenido el *VST* por categoría, podrán recalcularse los *FCT* que regirán hasta la próxima revisión o actualización.

Adicionalmente, podrá revisarse la metodología propuesta e incorporar información adicional que esté disponible y que permita ajustar el cálculo del valor social del tiempo.

Para la estimación del *VST* para los períodos comprendidos entre estas actualizaciones se propone proceder de la siguiente forma:

1. Elegir uno de los criterios de cálculo del *FCT* propuesto en el apartado precedente.
2. Aplicar el *FCT* al salario mensual promedio declarado o al salario horario promedio declarado que surja de la información que brinda la EPH (INDEC) en la onda correspondiente para el Aglomerado Gran Mendoza.

La actualización asume que, en períodos de tiempo menores a los 12 meses, se mantienen las condiciones y supuestos de cálculo del *PSMO* y de cálculo del *FCT*.

VIII Consideraciones finales

El *VST* estimado está sujeto a todos los supuestos y limitaciones reseñados en el apartado VI.

Toda vez que se modifique los supuestos de cálculo del *PSMO* deberá ajustarse el cálculo de los *FCT* y por lo tanto del *VST*. Para un análisis detallado de estos aspectos se sugiere consultar el informe que describe la metodología de cálculo de este precio social.

En lo que respecta específicamente al cálculo del *VST*, la Encuesta Nacional de Uso del Tiempo 2021 (ENUT 2021), cuyos datos definitivos no están disponibles al momento de presentación de este informe, permitirá adoptar una distribución del tiempo entre actividades de ocio y de cuidado personal que represente adecuadamente las preferencias de la población mendocina. Por lo tanto, será necesario un nuevo cálculo del *VST* y de los *FCT*.

Tal como se desprende de los apartados anteriores, el valor del tiempo de ocio podría estimarse utilizando la metodología de valuación contingente. Para ello es indispensable diseñar y relevar encuestas específicas que permitan captar la disposición a pagar de la población por el ahorro de tiempo.

Finalmente, el cálculo de *VST* utiliza información provista por la EPH (INDEC), por lo tanto, es representativa del Aglomerado Urbano Gran Mendoza. En la medida que ésta u otra encuesta amplíe el rango de cobertura al resto de la provincia, podrá obtenerse valores sociales del tiempo que efectivamente representen a toda la población, pudiendo estimar valores sociales para distintas zonas geográficas dentro de los límites provinciales y/o distinguir entre el *VST* urbano y rural.



Referencias Bibliográficas

- Abrantes, P. A. L., & Wardman, M. R. (2011). Meta-analysis of UK values of travel time: An update. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(1), 1–17. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2010.08.003>
- Algers, S., Dillén, J. L., & Wildert, S. (1995). The National Swedish value of time study. *Annual Transport Conference at Aalborg University*, 1–17. <https://www.trafikdage.dk/td/papers/papers95/metode/algers/algers.pdf>
- Apella, I., & Bauer, S. (2016, November). Estimación de la Función de Demanda de Medios de Transporte en la Ciudad de Buenos Aires. *LI Reunión Anual de La Asociación Argentina de Economía Política*. <https://aaep.org.ar/anales/works/works2016/apella.pdf>
- ARUP, ITS, & Accent. (2015). *Provision of market research for value of travel time savings and reliability: Non-Technical Summary Report*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/470229/vtts-phase-2-report-non-technical-summary-issue-august-2015.pdf
- Batley, R. (2015). The Hensher equation: derivation, interpretation and implications for practical implementation. *Transportation*, 42(2), 257–275. <https://doi.org/10.1007/s11116-014-9536-3>
- Beca Carter. (2002). *Project Evaluation Benefit Parameter Values*.
- Becker, G. S. (1965). A Theory of the Allocation of Time. *The Economic Journal*, 75(299), 493. <https://doi.org/10.2307/2228949>
- Belli, P., Anderson, J. R., Barnum, H. N., Dixon, J. A., & Tan, J.-P. (2001). *Economic Analysis of Investment Operations: Analytical Tools and Practical Applications* (World Bank Institute, Ed.). <https://documents1.worldbank.org/curated/en/792771468323717830/pdf/298210REPLACEMENT.pdf>
- Biddle, J. E., & Hamermesh, D. S. (1990). Sleep and the Allocation of Time. *Journal of Political Economy*, 98(5), 922–943.
- Bonifaz Fernández, J. L. (2000). *Cálculo de precios sociales: el valor social del tiempo*. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/estudios_documentos/estudios/ValorSocialTiempo.pdf
- Börjesson, M., & Eliasson, J. (2012). *Experiences from Swedish Value of Time study* (CTS Working Paper 2012:8). <https://www.transportportal.se/SWoPEc/CTS2012-8.pdf>
- Börjesson, M., & Eliasson, J. (2014). Experiences from the Swedish Value of Time study. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 59, 144–158. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2013.10.022>
- Börjesson, M., & Eliasson, J. (2017). *Should values of time be differentiated?* (CTS Working Paper 2017:4). <https://www.transportportal.se/swopec/CTS2017-4.pdf>
- Botteon, C. (2014). *Ejemplos de aplicación de los precios de cuenta disponibles en Uruguay*.
- Calmet, D., & Capurro, J. M. (2011). El tiempo es dinero: Cálculo del valor social del tiempo en Lima Metropolitana para usuarios de transporte urbano. *Revista Estudios Económicos*, 20, 73–86. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Estudios-Economicos/20/ree-20-calmet-capurro.pdf>



- Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. (2012). *Estimación del valor social del tiempo*.
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/parametros_evaluacion_social/Valor_Social_Tiempo.pdf
- CEPAL. (2016). *Clasificación de Actividades de Uso del Tiempo para América Latina y el Caribe (CAUTAL)*.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39624/S1600508_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Cervini, H. I., & Ramírez, L. (2008). Valor social del tiempo en México. *Análisis Económico*, 23(54), 175–202. <https://www.redalyc.org/pdf/413/41311483009.pdf>
- Contreras, E. (2004). *Evaluación social de inversiones públicas: enfoques alternativos y su aplicabilidad para Latinoamérica*.
https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/5603/S0410804_es.pdf
- de Donnea, F. X. (1972). Consumer behaviour, transport mode choice and value of time: some micro-economic models. *Regional and Urban Economics*, 1(4), 355–382.
- de Jong, G., & Kouwenhoven, M. (2019). Time use and values of time and reality in The Netherlands. In OCDE (Ed.), *International Transport Forum Discussion Papers*. OCDE Publishing.
https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/values-time-reliability-netherlands_1.pdf
- de Rus, G., Campos, J., & Nombela, G. (2003). *Economía del transporte*. Antoni Bosch.
- DeSerpa, A. C. (1971). A Theory of the Economics of Time. *The Economic Journal*, 81(324), 828.
<https://doi.org/10.2307/2230320>
- DICTUC. (2021). *Estudio Valor Social del Tiempo de Viaje en el Contexto del Sistema Nacional de Inversiones. Marco Metodológico*.
- Domencich, T., & McFadden, D. L. (1975). *Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis*. North-Holland Publishing Co. <https://eml.berkeley.edu/~mcfadden/travel.html>
- EBC Ingeniería Ltda. (2012). *Estimación de valores sociales del tiempo de viaje de pasajeros interurbanos utilizando nuevas formulaciones de modelos de demanda*.
<http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/detalle1.asp?mfn=3065>
- Evans, A. W. (1972). ON THE THEORY OF THE VALUATION AND ALLOCATION OF TIME*. *Scottish Journal of Political Economy*, 19(1), 1–17. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9485.1972.tb00504.x>
- Fickling, R., Gunn, H., Kirby, H. R., Bradley, M., & Heywood, C. (2009). *Productive Use of Travel Time and Working Time Savings for Rail Business Travellers. Final Report*.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/4003/productive-use-of-travel-time.pdf
- Fosgerau, M. (2007). Using nonparametrics to specify a model to measure the value of travel time. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(9), 842–856.
<https://doi.org/10.1016/J.TRA.2006.10.004>
- Fosgerau, M., Hjorth, K., & Vincent Lyk-Jensen, S. (2007). *The Danish Value of Time Study. Final report*.
- Fowkes, A. S., Marks, P., & Nash, C. A. (1986). *The value of business travel time savings* (No. 214).
https://eprints.whiterose.ac.uk/2338/1/ITS_WP214_uploadable.pdf

- Funes, P., & Nicolini, J. L. (1995). El valor del tiempo de viaje entre Montevideo y Buenos Aires. In Universidad Nacional de Río Cuarto (Ed.), *XXX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política*. Universidad Nacional de Río Cuarto, AAEP.
- Gronau, R. (1986). *Chapter 4 Home production — A survey* (pp. 273–304). [https://doi.org/10.1016/S1573-4463\(86\)01007-6](https://doi.org/10.1016/S1573-4463(86)01007-6)
- Gunn, H. F., Tuinenga, J. G., Cheung, Y. H. F., & Kleijn, H. J. (1999). Value of Dutch travel time savings in 1997. *World Transport Research: Selected Proceedings of the 8th World Conference on Transport Research*, 3. https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_53341_31/
- Gwilliam, K. M. (1996). *The Value of Time In Economic Evaluation of Transport Projects. Lessons from Recent Research*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/759371468153286766/pdf/816020BRI0Infr00B0x379840B00PUBLIC0.pdf>
- Hague Consulting Group. (1990). *The Netherlands' Value of Time Study: Final Report*. https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_77555_31/
- Hague Consulting Group. (1998). *Hague Consulting Group, (1998)e. Value of Dutch Travel Time Savings in 1997. Final Report*. https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_53341_31/
- Hague Consulting Group. (1999). *The Value of Travel Time on UK Roads*.
- Harberger, A. (1972). On Measuring the Social Opportunity Cost of Public Funds. In *Project Evaluation- Collected Papers*. The University of Chicago Press.
- Hensher, D. A. (1977). *Value of Business Travel Time*. Pergamon Press.
- Hensher, D. A. (2001). Measurement of the Valuation of Travel Time Savings. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 35(1), 71–98.
- Hernández Díaz, G. A. (2019). *El valor social del tiempo en Colombia*. https://www.researchgate.net/publication/334899408_El_valor_social_del_tiempo_en_Colombia
- INDEC. (2011). *Encuesta Permanente de Hogares Conceptos de Condición de Actividad, Subocupación Horaria y Categoría Ocupacional*. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/menusuperior/eph/EPH_Conceptos.pdf
- Jara-Díaz, S. (1999). Alienación y el valor del tiempo. In *Anales de la Universidad Nacional de Chile* (Vol. 6, Issue 9). Universidad Nacional de Chile. <http://web.uchile.cl/publicaciones/anales/9/estudios2.html>
- Jara-Díaz, S. (2000). Allocation and valuation of travel time savings. In *Handbook of Transport: Transport modelling* (Vol. 1, pp. 303–319). Pergamon Press. https://www.researchgate.net/publication/230663714_Allocation_and_valuation_of_travel_time_savings
- Jara-Díaz, S. (2007). *Transport Economic Theory*. Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/9780080548999>
- Johnson, M. B. (1966). Travel time and the price of leisure. *Western Economic Journal*, 4(2). <https://www.proquest.com/openview/30100d677e501e5a82f1d85cd9c3118c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1821025>



- Kato, H. (2013). On the Value of Business Travel Time Savings. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2343(1), 34–42. <https://doi.org/10.3141/2343-05>
- Kouwenhoven, M., de Jong, G. C., Koster, P., van den Berg, V. A. C., Verhoef, E. T., Bates, J., & Warffemius, P. M. J. (2014). New values of time and reliability in passenger transport in The Netherlands. *Research in Transportation Economics*, 47(1), 37–49. <https://doi.org/10.1016/J.RETREC.2014.09.017>
- Liendro, N. (2013, November). Determinantes de la demanda de transporte. Una comparación entre Salta y Posadas. *XLVIII Reunión Anual de La Asociación Argentina de Economía Política*. <https://aaep.org.ar/anales/works/works2013/liendro.pdf>
- Liendro, N. (2014, November). Modelando elecciones de transporte. El caso de Salta, Posadas y Tucumán. *XLIX Reunión Anual de La Asociación Argentina de Economía Política*. <https://aaep.org.ar/anales/works/works2014/liendro.pdf>
- Litman, T. A. (2020). *Transportation Cost and Benefit Analysis Techniques, Estimates and Implications - Travel Time Costs*. <https://www.vtpi.org/tca/tca0502.pdf>
- Mackie, P. J., Jara-Díaz, S., & Fowkes, A. S. (2003). *The value of travel time savings in evaluation*. <https://www.cec.uchile.cl/~dicedet/sjara/The%20Value%20of.pdf>
- Mackie, P. J., Wardman, M., Fowkes, A. S., Whelan, G., Nellthorp, J., & Bates, J. (2003). *Values of Travel Time Savings UK*. https://eprints.whiterose.ac.uk/2079/2/Value_of_travel_time_savings_in_the_UK_protected.pdf
- Mella, C. (2020). *Revisión a la formulación, actualización y uso del Valor Social del Tiempo de Viaje*. http://sni.gob.cl/storage/docs/Revision_Valor_Social_del_Tiempo_de_Viaje.pdf
- Merino, J. (1998). *La seguridad vial en Mendoza*. Consejo Empresario Mendocino.
- Meunier, D. (2021). Mobility Practices, Value of Time and Transport Appraisal. *International Transport Forum Discussion Papers 2020/01-En*, 1–20. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/6915d856-en.pdf?expires=1646180336&id=id&accname=guest&checksum=7F23383FEB5A73B128D3C22D66DB8590>
- Michael, R. T., & Becker, G. S. (1973). On the new theory of consumer behavior. *The Swedish Journal of Economics*, 75(4), 378–396.
- Mohring, H. (1972). Optimization and Scale Economies in Urban Bus Transportation. *The American Economic Review*, 62(4), 591–604. <https://www.jstor.org/stable/1806101>
- Mouter, N. (2016). Value of Travel Time: To Differentiate or Not to Differentiate? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2597(1), 82–89. <https://doi.org/10.3141/2597-11>
- Odgaard, T., Kelly, C., & Laird, J. (2006). *Current practice in project appraisal in Europe*. https://eprints.whiterose.ac.uk/2502/1/Current_practice_in_project_appraisal_uploadable.pdf
- Oort, C. J. (1969). The evaluation of traveling time. *Journal of Transport Economics and Policy*, 3(3), 279–286. <https://www.jstor.org/stable/20052155>



- Ortegon, E., Pacheco, J. F., & Roura, H. (2005). *Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública* (CEPAL, Ed.). Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES Área de proyectos y programación de inversiones. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5608-metodologia-general-identificacion-preparacion-evaluacion-proyectos-inversion>
- Parras, M. A., & Gómez, E. L. (2015). Tiempo de viaje en transporte público. Aproximación conceptual y metodológica para su medición en la ciudad de Resistencia. *Revista Transporte y Territorio*, 13, 66–79.
- Pérez, P. E., Martínez, F. J., & Ortúzar, J. de D. (2003). Microeconomic Formulation and Estimation of a Residential Location Choice Model: Implications for the Value of Time. *Journal of Regional Science*, 43(4), 771–789. <https://doi.org/10.1111/j.0022-4146.2003.00320.x>
- Pollak, R. A., & Watcher, M. L. (1975). The Relevance of the Household Production Function and Its Implications for the Allocation of Time. *The Journal of Political Economy*, 83(2), 255–278.
- Ramjerdi, F., Rand, L., Sætermo, I.-A. F., & Sælensminde, K. (1997). *The Norwegian Value of Time Study Part I and Part II*. <https://www.toi.no/publications/the-norwegian-value-of-time-study-part-i-and-part-ii-article18334-29.html>
- Sartori, J. J., & Oviedo, J. M. (2012, November). Estimación de la valoración subjetiva de los ahorros de tiempo de viaje y espera en la Ciudad de Córdoba (Argentina). *XLVII Reunión Anual de La Asociación Argentina de Economía Política*. <https://aaep.org.ar/anales/works/works2012/Sartori.pdf>
- Sartori, J. J., & Romano, W. (2019, November). Estimación y Pronóstico de Demanda de Transporte Urbano en la Ciudad de Villa Carlos Paz, Aplicando el Modelo Logit Multinomial Mixto. *LIV Reunión Anual de La Asociación Argentina de Economía Política*. <https://aaep.org.ar/anales/works/works2019/sartori.pdf>
- SECTRA. (2012). *Estimación de Valores Sociales del Tiempo de Viaje de Pasajeros Interurbanos Utilizando Nuevas Formulaciones de Modelos de Demanda* (SECTRA, 2012). <http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/detalle1.asp?mfn=3065>
- SECTRA. (2015). *Estimación del Valor del Tiempo de Viaje Urbano Mediante Preferencias Declaradas*.
- Significance, VU University Amsterdam, & John Bates. (2013). *Values of time and reliability in passenger and freight transport in The Netherlands*. [file:///C:/Users/MARIA/Documents/UNCuyo/Investigaci%C3%B3n/CIVE/Precios%20sociales/Bibliograf%C3%ADa/bijlage-value-of-time-and-reliability-in-passenger-and-freight-transport-in-the-netherlands-reprint%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/MARIA/Documents/UNCuyo/Investigaci%C3%B3n/CIVE/Precios%20sociales/Bibliograf%C3%ADa/bijlage-value-of-time-and-reliability-in-passenger-and-freight-transport-in-the-netherlands-reprint%20(1).pdf)
- SNI. (2021). *Precios Sociales 2021*. <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/precios-sociales-vigentes/?wpdmdl=2392>
- SNIP. (2014). *Precios Sociales y pautas técnicas para la evaluación socioeconómica*.
- TAG. (n.d.). *Transport analysis guidance (TAG)*.
- VTPI. (n.d.). *Victoria Policy Institute*. Retrieved March 2, 2022, from <https://www.vtpi.org/>
- Wang, B., & Hensher, D. (2015). *Working while travelling: what are implications for the value of travel time savings in the economic appraisal of transport projects?* (ITLS-WP_15-24).



<https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/handle/2123/19142/ITLS-WP-15-24.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Wardman, M. (2004). Public transport values of time. *Transport Policy*, 11(4), 363–377. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2004.05.001>
- Wardman, M. (2014). Price Elasticities of Surface Travel Demand: A Meta-analysis of UK Evidence. *Journal of Transport Economics and Policy*, 48(3), 367–384. <https://www.jstor.org/stable/24396293>
- Wardman, M., & Batley, R. (2014). Travel time reliability: a review of late time valuations, elasticities and demand impacts in the passenger rail market in Great Britain. *Transportation*, 41(5), 1041–1069. <https://doi.org/10.1007/s11116-014-9526-5>
- Wardman, M., Batley, R., Laird, J., Mackie, P., & Bates, J. (2015). How should business travel time savings be valued? *Economics of Transportation*, 4(4), 200–214. <https://doi.org/10.1016/J.ECOTRA.2015.08.003>
- Wardman, M., Batley, R., Laird, J., Mackie, P., Fowkes, T., Lyons, G., Bates, J., & Eliasson, J. (2013). *Valuation of travel time savings for business travellers. Annexes to main report*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/251998/annexes-for-main-report-dft-005.pdf
- Wardman, M., Chintakayala, V. P. K., & de Jong, G. (2016). Values of travel time in Europe: Review and meta-analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 93–111. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2016.08.019>
- Wardman, M., Toner, J., Fearnley, N., Flügel, S., & Killi, M. (2018). Review and meta-analysis of inter-modal cross-elasticity evidence. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 118, 662–681. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2018.10.002>

Anexo A: Modelos teóricos utilizados para determinar el valor del tiempo

Sin pretender hacer un análisis exhaustivo, a continuación, se resumen las características de los modelos de Becker (1965), de Johnson (1966), de Oort (1969), DeSerpa (1971) y de Evans (1972) por ser los más representativos.³³ Todos estos son modelos que abordan el problema desde la óptica de un agente económico representativo.

A.1. El modelo de Becker

Becker (1965) fue el primero en plantear formalmente el problema de asignación del tiempo en los modelos económicos. Postuló que el consumidor i deriva utilidad o satisfacción a partir del consumo de **bienes finales** o **bienes del hogar**, como la salud o la lectura de un libro (z_j), para los cuales utiliza como insumos bienes de mercado, como la consulta médica, el libro, o el *e-book* (x_j); y tiempo (t_{x_j}) para realizar esas actividades. Asume así, que el consumidor maximiza una función de utilidad ordinal que reconoce como argumento el consumo de bienes de mercado, x_j y el tiempo utilizado en el consumo del bien j , t_{x_j} .

Formalmente, el problema que enfrenta el consumidor i se plantea como:

$$\text{Max } U_i(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}; t_{x_{i1}}, t_{x_{i2}}, \dots, t_{x_{in}}), \quad (\text{AVI.5-1})$$

sujeta a la restricción presupuestaria:

$$\sum_{j=1}^n p_j x_{ij} = w_i t_{iL} + m_{i0} = m_i \quad (\text{VI.5-2})$$

siendo p_j el precio del bien de consumo j ; w_i es el salario del individuo i por unidad de tiempo; t_{iL} el tiempo asignado a actividades laborales para trabajar; m_{i0} el ingreso o renta no laboral; y m_i el ingreso o la renta total del consumidor i . Esto implica que el ingreso monetario está determinado por la asignación del tiempo, dado que los ingresos laborales dependen del tiempo asignado al trabajo remunerado.

La restricción temporal del consumidor i es:

$$t_i = \sum_{j=1}^n t_{x_{ij}} + t_{iL} \quad (\text{VI.5-3})$$

siendo t_i el tiempo total disponible del consumidor i y t_j el tiempo destinado al consumo del bien j .

La cantidad de bienes a adquirir está limitada por la capacidad de compra (o restricción presupuestaria) y por la restricción temporal (los tiempos de consumo y de trabajo se encuentran limitados por los ciclos biológicos). En el modelo de Becker estas dos restricciones se encuentran relacionadas a través del tiempo de trabajo remunerado: dado el salario horario, a mayor cantidad de horas de trabajo, mayor poder adquisitivo pero menor disponibilidad de tiempo para otros consumos. Así, ambas restricciones configuran una única restricción, dado que existe un máximo ingreso laboral (todo el tiempo disponible se dedica al trabajo) y un ingreso laboral nulo si todo el tiempo se destina a ocio. De esta forma el gasto en bienes de consumo tendría dos componentes: el gasto en bienes de

³³ Otros autores que también han abordado el tema del valor del tiempo a partir de modelos microeconómicos son, entre otros de Donnea (1972), Michael & Becker (1973), Pollak & Watcher (1975), Gronau (1986), Biddle & Hamermesh (1990) y Jara-Díaz (2007).

mercado y el salario que se deja de percibir al sustituir trabajo por tiempo de consumo (Jara-Díaz, 1999). Surge así, una noción muy concreta del valor del tiempo: dado que una hora asignada a consumo tiene como contrapartida una disminución de una hora del tiempo de trabajo, tiene asociado un costo igual al salario horario.

Es posible resumir las ecuaciones (VI.5-2) y (VI.5-3) en una única restricción:

$$\sum_{j=1}^n p_j x_{ij} = m_i = w_i t_{iL} + m_{i0} = w_i (t_i - \sum_{j=1}^n t_{x_{ij}}) + m_{i0}. \quad (VI.5-4)$$

El lagrangiano del problema es:

$$f(x, t, \lambda) = U_i(x_{i1}, \dots, x_{in}; t_{x_{i1}}, \dots, t_{x_{in}}) - \lambda [\sum_{j=1}^n p_j x_{ij} - w_i (t_i - \sum_{j=1}^n t_{x_{ij}}) - m_{i0}] \quad (VI.5-5)$$

siendo λ el multiplicador de Lagrange asociado a la restricción presupuestaria, que mide el cambio en la utilidad cuando cambia en una unidad el consumo (ingreso), por lo tanto, se interpreta como la utilidad marginal del ingreso.

Las condiciones de primer orden son:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial x_{ij}} = \frac{\partial U}{\partial x_{ij}} - \lambda p_j = 0 &\rightarrow \frac{\partial U}{\partial x_{ij}} = \lambda p_j \\ \frac{\partial f}{\partial t_{x_{ij}}} = \frac{\partial U}{\partial t_{x_{ij}}} - \lambda w_i = 0 &\rightarrow \frac{\partial U}{\partial t_{x_{ij}}} = \lambda w_i \end{aligned}$$

A partir de estas condiciones se obtiene la condición de óptimo para maximizar la utilidad:

$$-\frac{dt_{x_{ik}}}{dt_{x_{ij}}} = \frac{\frac{\partial U}{\partial t_{x_{ij}}}}{\frac{\partial U}{\partial t_{x_{ik}}}} = 1; \quad j \neq k \quad (VI.5-6)$$

$$-\frac{dx_{ik}}{dt_{x_{iK}}} = \frac{\frac{\partial U}{\partial t_{x_{ik}}}}{\frac{\partial U}{\partial x_{ik}}} = \frac{w_i}{p_j}; \quad j \neq k \quad (VI.5-7)$$

La ecuación (VI.5-6) indica que la utilidad marginal del tiempo es igual en todos sus usos debido a que tienen el mismo costo de oportunidad (w). La ecuación (VI.5-7) indica que el consumidor típico distribuye su tiempo entre consumos de manera que se iguale al salario real, siendo el deflactor el precio del bien de referencia.

El valor monetario del tiempo puede obtenerse a partir de la segunda condición de primer orden:

$$\frac{\frac{\partial U}{\partial t_{x_{ij}}}}{\lambda} = w_i \quad (VI.5-8)$$

En otras palabras, en el modelo de Becker, el valor monetario equivalente del tiempo asignado a cualquier actividad no remunerada (cuidado de la salud, educación, ocio) es exactamente igual al salario que deja de percibirse.

A.2. El modelo de Johnson

El modelo de Becker asume que el tiempo de trabajo no genera utilidad (o desutilidad) en sí mismo, sino solo indirectamente, en la medida que permite un mayor acceso a bienes y una menor disponibilidad de tiempo para el consumo. Si una hora de trabajo adicional proporciona satisfacción (insatisfacción) independientemente del consumo de bienes, el costo percibido de aumentar el tiempo asignado a actividades no remuneradas sería mayor (menor) que el salario horario.

Para captar este hecho, Johnson (1966) incorpora explícitamente el tiempo de trabajo como argumento de la función de utilidad. El problema que ahora enfrenta el agente económico típico i queda definido por:

$$\text{Max } U_i(m_i, t_{i,O}, t_{i,L}), \quad (\text{VI.5-9})$$

siendo U la función de utilidad, m el ingreso o renta, t_o el tiempo dedicado a ocio y t_L el tiempo destinado a actividades laborales.

Las restricciones relevantes son la presupuestaria,

$$m_i = w_i t_{i,L}, \quad (\text{VI.5-10})$$

y la temporal:

$$t_i = t_{i,L} + t_{i,O} \quad (\text{VI.5-11})$$

siendo t el tiempo total disponible.

El lagrangiano del problema queda definido como:

$$f(m, t_o, t_L, \lambda, \mu) = U_i(m_i, t_{i,O}, t_{i,L}) + \lambda(w_i t_{i,L} - m_i) + \mu(t_i - t_{i,L} - t_{i,O}), \quad (\text{VI.5-12})$$

siendo μ el multiplicador de Lagrange asociado a la restricción temporal. Mide el cambio en el nivel de utilidad cuando cambia el tiempo dedicado al ocio, y se interpreta como la utilidad marginal del ocio.

A partir de las condiciones de primer orden se obtiene la condición de óptimo que establece:³⁴

$$-\frac{dm_i}{dt_{i,O}} = \frac{\mu}{\lambda} = w_i + \frac{\partial U}{\partial t_{i,L}} \quad (\text{VI.5-13})$$

La derivada $\frac{\partial U}{\partial t_{i,L}}$ indica el cambio en la utilidad ante una variación en la cantidad de tiempo dedicado a trabajo, es decir, la desutilidad³⁵ del trabajo.

³⁴ Las condiciones de primer orden de este problema son:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial m_i} = \frac{\partial U}{\partial m_i} - \lambda = 0 &\rightarrow \frac{\partial U}{\partial m_i} = \lambda \\ \frac{\partial f}{\partial t_{i,O}} = \frac{\partial U}{\partial t_{i,O}} - \mu = 0 &\rightarrow \frac{\partial U}{\partial t_{i,O}} = \mu \\ \frac{\partial f}{\partial t_{i,L}} = \frac{\partial U}{\partial t_{i,L}} + \lambda w_i - \mu = 0 &\rightarrow \frac{\partial U}{\partial t_{i,L}} = \mu - \lambda w_i \end{aligned}$$

³⁵ Cervini & Ramírez (2008) señalan que la utilidad marginal del trabajo no necesariamente es negativa, puesto que hay agentes económicos que derivan satisfacción por su trabajo, independientemente del tiempo trabajado.

Si se define el VT como la cantidad de dinero por la que el agente económico típico está dispuesto a renunciar a una unidad temporal del ocio, es decir, la tasa marginal de sustitución entre ocio e ingreso, que no es otra cosa que el cociente entre la utilidad marginal del ocio ($\partial U/\partial t_o$) y la utilidad marginal del ingreso ($\partial U/\partial m$), entonces:

$$-\frac{dm_i}{dt_{i,o}} = \frac{\frac{\partial U}{\partial t_{i,o}}}{\frac{\partial U}{\partial m_i}} = \frac{\mu}{\lambda} = w_i + \frac{\frac{\partial U}{\partial t_{i,L}}}{\lambda} = \frac{\partial U}{\partial t_{i,o}} \quad (VI.5-14)$$

Esta expresión señala que el valor del tiempo es igual al salario más el valor subjetivo del trabajo expresado en términos monetarios: el cociente entre la desutilidad marginal del trabajo ($\frac{\partial U}{\partial t_{i,L}}$) y la utilidad marginal del ingreso ($\frac{\partial U}{\partial m_i}$).

Johnson consideró que la expresión (VI.5-14) representa el valor del ocio, el cual a su vez es igual al valor del tiempo utilizado para realizar una determinada actividad³⁶. Debido a que una reducción en el tiempo de realización de una determinada actividad puede ser utilizada para ocio, trabajo o para ambos, dichos valores deben ajustarse para lograr la igualdad a través de la variación en las horas de trabajo.

A partir de las condiciones de primer orden, puede observarse que sí y solo sí la desutilidad del trabajo es igual a cero ($\frac{\partial U}{\partial t_{i,L}} = 0$), $\frac{\partial U}{\partial t_{i,o}} = \lambda w_i$: el valor monetario del ocio es igual al salario. Considerar que la utilidad marginal del trabajo es cero, supuesto implícito en el modelo tradicional, implica asumir que el agente económico típico no experimenta pérdida de bienestar al trabajar (Cervini & Ramírez, 2008).

A.3. El modelo de Oort

En el marco de economía del transporte, Oort (1969) amplía el modelo anterior incorporando en la función de utilidad el tiempo de viaje, el cual puede fácilmente generalizarse al tiempo utilizado para realizar cualquier actividad distinta a trabajar (excluido el ocio). De esta forma, se puede explicitar la valoración directa del tiempo de realización de cualquier otra actividad distinta a trabajar (t_x). Una reducción exógena en t_x , no solo aumenta la posibilidad de asignar más tiempo a ocio y a trabajo, sino también puede aumentar el bienestar del individuo si el tiempo utilizado en esa actividad en sí mismo representa un costo (por ejemplo, el tiempo de espera para la atención en un centro de salud, en la cola de un banco, el tiempo de espera por un ómnibus).

Este autor divide su análisis en dos etapas. En la primera supone que cada individuo puede ajustar el tiempo total de su jornada laboral para maximizar su utilidad, y que una reducción de t_x es equivalente a un aumento igual en el tiempo efectivo disponible para ocio o trabajo. En la segunda etapa considera las consecuencias de jornadas laborales rígidas y la posibilidad de que t_x pueda en sí mismo, generar satisfacción o insatisfacción.

El planteo inicial de Oort coincide con el de Johnson (1966) y queda definido por la maximización de utilidad:

³⁶ Para Cervini & Ramírez (2008) esta actividad sería viajar.

$$\text{Max } U_i(m_i, t_{i,O}, t_{i,L}, t_{i,x}), \quad (\text{VI.5-15})$$

siendo U la función de utilidad, m_i el ingreso o renta, $t_{i,O}$ el tiempo dedicado a ocio y $t_{i,L}$ el tiempo destinado a actividades laborales, y t_x el tiempo destinado a otras actividades.

Las restricciones relevantes son la presupuestaria, representada por la ecuación (VI.5-10) y la temporal:

$$t_i = t_{i,L} + t_{i,O} + t_{i,x}. \quad (\text{VI.5-16})$$

El lagrangiano del problema queda definido como:

$$\begin{aligned} f(m, t_O, t_L, t_x, \lambda, \mu) \\ = U_i(m_i, t_{i,O}, t_{i,L}, t_{i,x}) + \lambda(w_i t_{i,L} - m_i) + \mu(t_i - t_{i,L} - t_{i,O} - t_{i,x}), \end{aligned} \quad (\text{VI.5-17})$$

La condición de óptimo relevante está representada por la expresión:

$$\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\frac{\partial U}{\partial t_{i,O}}}{\frac{\partial U}{\partial m_i}} = w_i + \frac{\frac{\partial U}{\partial t_{i,L}}}{\lambda}, \quad (\text{VI.5-18})$$

y,

$$-\frac{dU}{dt_{i,x}} = w + \frac{\partial U}{\partial t_{i,L}} - \frac{\partial U}{\partial t_{i,x}}, \quad (\text{VI.5-19})$$

siendo $dU/dt_{i,x}$ el efecto total sobre la utilidad de un cambio exógeno en el tiempo de la actividad x .

La ecuación (VI.5-18) indica que el valor monetario del ocio iguala al salario más el valor monetario del tiempo laboral (la utilidad marginal de pasar tiempo trabajando expresada en dinero). La ecuación (VI.5-19) evidencia que el valor de una reducción en el tiempo mínimo necesario para realizar la actividad x es igual al valor marginal del ocio menos el valor monetario del cambio en t_x en la utilidad. Jara-Díaz (2007) sostiene que el principal corolario de este modelo es que el valor de una reducción exógena en t_x será igual al salario solo si los cambios en t_L y t_x no afectan directamente a la utilidad, o se cancelan entre sí.

Cervini & Ramírez (2008) sostienen que Oort amplía la discusión sobre el significado de la condición (VI.5-18) al reescribirla de la siguiente manera:

$$\frac{\partial U}{\partial t_{i,O}} = w \frac{\partial U}{\partial m_i} + \frac{\partial U}{\partial t_{i,L}} \quad (\text{VI.5-20})$$

Esta ecuación muestra que la utilidad marginal del ocio es igual al beneficio neto marginal del trabajo. Este último es la suma de dos componentes: el primero es la utilidad marginal de asignar una unidad más de tiempo al trabajo; la segunda es la desutilidad del tiempo destinado a trabajo.

Asumiendo que t_i es un parámetro fijo para el individuo (solo puede cambiar por factores exógenos), Oort analiza cómo cambia la utilidad del individuo cuando cambia el tiempo total

disponible.³⁷ A partir de la ecuación (VI.5-15), la utilidad marginal de un incremento en el tiempo disponible total está dada por:

$$\frac{dU_i}{dt_i} = \frac{\partial U_i}{\partial m_i} \cdot \frac{dm_i}{dt_{iL}} + \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,O}} \cdot \frac{dt_{i,O}}{dt_i} + \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,L}} \cdot \frac{dt_{i,L}}{dt_i} \quad (\text{VI.5-21})$$

Debido a que $t_{i,O} = t_i - t_{i,L}$, $dt_{i,O}/dt_i = 1 - dt_{i,L}/dt_i$. Además, $dm_i/dt_{i,L} = w_i$, por lo que es posible escribir:

$$\frac{dU_i}{dt_i} = \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,O}} = w_i \frac{\partial U_i}{\partial m_i} + \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,L}} \quad (\text{VI.5-22})$$

Esto es: el valor de un incremento marginal en el tiempo total disponible es igual a la utilidad marginal del ocio e igual al beneficio neto marginal del trabajo, asumiendo que los cambios en utilidad como consecuencia del cambios en $t_{i,L}$ y $t_{i,O}$ se compensen dado que t_i es fijo.

Si el tiempo para realizar otra actividad (t_x) es un parámetro fijo y neutral en términos de utilidad (el individuo es indiferente a aumentos o disminuciones de igual magnitud), entonces $-dU_i/dt_{i,x} = dU_i/dt_i$. Esto es, una disminución de una unidad de t_x equivale en términos de utilidad a un incremento de una unidad de tiempo total disponible (Cervini & Ramírez, 2008; Oort, 1969).

Si el agente económico representativo no puede ajustar su jornada laboral de acuerdo con sus preferencias, la igualdad definida en ecuación (VI.5-20) ya no es válida. Al respecto Cervini & Ramírez (2008) postulan que es relativamente más sencillo para los individuos incrementar el tiempo de su jornada laboral que disminuirlo. Asumen que la jornada laboral es un compromiso entre aquellos con preferencias mayores y menores de tiempo de trabajo, y que no hay subocupación, pero sí sobreocupación³⁸. Consideran, además, que para los individuos sobreocupados (y para la sociedad en su conjunto) el valor del tiempo de ocio será mayor al de la ecuación (VI.5-20), por lo que, en estos contextos, las ecuaciones (VI.5-21) y (VI.5-22) verifican en condiciones de desigualdad:

$$-\frac{\partial U_i}{\partial t_{i,x}} = \frac{dU_i}{dt_i} = \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,O}} \geq w_i \frac{\partial U_i}{\partial m_i} + \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,L}} \quad (\text{VI.5-23})$$

El valor monetario de una reducción del tiempo de viaje (o dedicado a otras actividades), es igual a la utilidad marginal de ocio, pero mayor que el beneficio marginal neto del trabajo. Es decir, el beneficio marginal neto del trabajo es el límite inferior del valor de una reducción exógena del tiempo de viaje.

Hasta ahora, el análisis realizado por Oort (1969) y Cervini & Ramírez (2008) supone que una reducción exógena de t_x se traduce solo en un incremento total del tiempo disponible. Esto es, t_x en sí mismo no impacta sobre la utilidad del individuo. Sin embargo, la mayoría de los individuos preferiría destinar menos tiempo disponible a actividades que no resultan placenteras y más tiempo a aquellas que sí lo son. Si es así, dU/dt representa el límite inferior del valor que los individuos le atribuyen a una reducción exógena de t_x , de manera que la ecuación (VI.5-23) es ahora:

$$-\frac{\partial U_i}{\partial t_{i,x}} \geq \frac{dU_i}{dt_i} = \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,O}} \geq w_i \frac{\partial U_i}{\partial m_i} + \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,L}} \quad (\text{VI.5-24})$$

³⁷ Debido a que t_i es una constante para el individuo, $dt_i/dt_{i,L} = 0$ y $dt_i/dt_{i,O} = 0$.

³⁸ Se entiende por subocupados aquellos individuos que trabajan menos que lo que desearían y sobreocupados a aquellos que trabajan más tiempo del que desearían.

Si se asume que t_x es el tiempo que un individuo pasa en la sala de espera de un hospital; la diferencia entre el valor de un incremento marginal en el tiempo total disponible y la utilidad marginal de una reducción exógena del tiempo de espera es igual a la utilidad marginal de esperar. Por lo tanto:³⁹

$$-\frac{dU_i}{dt_{i,x}} = \frac{dU_i}{dt_i} - \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,x}} = \frac{U_i}{\partial t_{i,0}} - \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,x}} = w_i \frac{\partial U_i}{\partial m_i} + \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,L}} - \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,x}} \quad (\text{VI.5-25})$$

Es decir, la utilidad marginal de una reducción del tiempo de espera ($-dU_i/dt_{i,x}$) es igual a la utilidad marginal del ocio ($\partial U_i/\partial t_{i,0}$) menos la utilidad marginal de la espera ($\partial U_i/\partial t_{i,x}$) e igual al beneficio marginal neto del trabajo menos la utilidad marginal de la espera. El valor marginal del tiempo de ocio y el beneficio marginal neto del trabajo subestiman el valor de una reducción exógena del tiempo de espera.

Una forma alternativa de escribir la ecuación (VI.5-25) es:

$$-\frac{\frac{dU_i}{dt_{i,x}}}{\lambda} = w_i + \frac{\frac{\partial U_i}{\partial t_{i,L}}}{\frac{\partial U_i}{\partial m_i}} - \frac{\frac{\partial U_i}{\partial t_{i,x}}}{\frac{\partial U_i}{\partial m_i}} \quad (\text{VI.5-26})$$

Esta ecuación postula que el valor de una reducción del tiempo de espera es igual al valor del ocio menos el valor monetario del tiempo de espera.

La conclusión principal del modelo de Oort (1969) es que el valor de una reducción en t_x es igual al salario solo si el trabajo y x en sí mismo no afectan directamente la utilidad del individuo. Cervini & Ramírez (2008) concluyen que los resultados de los modelos de Becker (1965) y Johnson (1966) son casos particulares del modelo de Oort (1969).

A.4. El modelo de DeSerpa

DeSerpa (1971) perfeccionó el modelo de Becker (1965) postulando una función de utilidad que depende de todos los bienes y tiempos (actividades), incluyendo explícitamente el tiempo laboral y reconociendo explícitamente la relación entre las cantidades consumidas de bienes y los tiempos mínimos necesarios para su consumo (restricciones técnicas).

Formalmente, el agente económico representativo i deriva utilidad del consumo de una cesta de bienes de mercado $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, del tiempo que destina a dichos consumos, $t_x = \{t_{x_1}, t_{x_2}, \dots, t_{x_n}\}$, y del tiempo que destina a trabajar, t_L . El problema que enfrenta el consumidor consiste en maximizar una función de utilidad:

$$U_i(x, t) = U_i(x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,n}; t_{i,x_1}, t_{i,x_2}, \dots, t_{i,x_n}; t_{i,L}), \quad (\text{VI.5-27})$$

sujeta a las siguientes restricciones:

$$\sum_{j=1}^n p_j x_{i,j} = w_i t_{i,L} + m_{i,0} \quad (\text{VI.5-28})$$

³⁹ Para obtener esta condición es necesario modificar el modelo original incluyendo el parámetro t_v como argumento de la función de utilidad y como un elemento más de la restricción temporal.

$$t_{x_{i,j}} \geq a_{i,j}x_{i,j}.$$

(VI.5-29
)

La ecuación (VI.5-28) representa la restricción presupuestaria. El lado derecho corresponde al gasto total ($p_j \geq 0$ es el precio monetario del bien de consumo j -ésimo) y el izquierdo el ingreso o renta total, que debe ser igual a la suma del ingreso salarial ($w_it_{i,L}$, siendo w el salario horario) y del ingreso no salarial ($m_{i,0}$). Esta primera restricción supone que el individuo agota su ingreso laboral y no laboral.

La restricción temporal está representada en la ecuación (VI.5-3). Esta ecuación postula que los individuos deben distribuir su tiempo disponible entre actividades mutuamente excluyentes. El tiempo como limitante aparece como resultado de las características de la propia actividad (no se puede estar, al mismo tiempo, en una consulta médica y realizando un trámite administrativo) o de un diseño institucional (el horario de trabajo es de 8:00 a 13:00hs).

Por último, la ecuación (VI.5-29) representa, en forma genérica, aquellas situaciones en las que la realización de una determinada actividad requiere la asignación de un tiempo mínimo. Este tiempo mínimo está dado por una relación tecnológica entre los bienes y servicios que permiten efectuar la actividad (por ejemplo, para realizar una consulta médica se necesitan los servicios de un profesional sanitario, un tiempo mínimo de atención). Si no se dispone de ese tiempo mínimo, la actividad no puede realizarse. Por simplicidad, se asume que el tiempo mínimo requerido para realizar la actividad i es proporcional a la cantidad consumida, aunque el individuo podría destinar a ella más tiempo de necesario.

La incorporación de esta última restricción no es trivial. Para Jara-Díaz (1999), el modelo propuesto por DeSerpa permite distinguir entre actividades, diferenciado entre aquellas que podrían catalogarse como de puro placer y aquellas que tienen el carácter de obligatorias, pero que si fuera posible se evitarían. El aumento en la asignación de tiempo a una de estas últimas (debido a factores exógenos), significa necesariamente la disminución del tiempo asignado a otra actividad más placentera o al trabajo. En el primer caso, hay una disminución de satisfacción; en el segundo caso, puede haber tanto una disminución de ingreso (y, por lo tanto, de bienes y utilidad) como una variación directa de satisfacción por agrado o desagrado en el trabajo.

DeSerpa define tres conceptos del valor del tiempo: el valor del tiempo como recurso, que es el valor de extender el tiempo disponible; el valor del tiempo como bien, que es el valor asignado a ciertas actividades; y el valor del ahorro de tiempo en una determinada actividad. La solución del modelo permite encontrar el valor del tiempo para cada uno de estos conceptos.

La resolución de este problema de optimización requiere construir un lagrangiano:

$$f(x, t, \lambda, \mu, \varphi_j) = U_i(x_{i,j}, t_{x_{i,j}}) - \lambda \left(\sum_j p_j x_{i,j} - w_i t_{i,L} - m_{i,0} \right) - \mu \left(\sum_j t_{x_{i,j}} + t_{i,L} - t_i \right) + \sum_j \varphi_j (t_{x_{i,j}} - a_{i,j} x_{i,j}),$$

(VI.5-30
)

siendo λ , μ y φ_j los multiplicadores de Lagrange asociados a cada restricción. λ representa la utilidad marginal de la renta, μ la utilidad marginal del tiempo total disponible y φ_j es la utilidad marginal de una reducción o ahorro en el tiempo mínimo que se dedica a cada actividad.

La condición de primer orden correspondiente a $x_{i,j}$ es:

$$\frac{\sigma J}{\partial x_{i,j}} = \frac{\sigma U_i}{\partial x_{i,j}} - \lambda p_j - \varphi_j a_{i,j} = 0 \quad (\text{VI.5-31})$$

La decisión óptima del individuo con respecto al uso del tiempo para trabajo está determinada por la condición:

$$\frac{\sigma J}{\partial t_{i,L}} = \frac{\sigma U_i}{\partial t_{i,L}} - \lambda w_i - \mu = 0 \quad (\text{VI.5-32})$$

Esta condición tiene en cuenta tres efectos: la utilidad marginal del tiempo laboral, el salario valorado de acuerdo a la utilidad marginal del ingreso o renta y el efecto (negativo) del tiempo de trabajo sobre el tiempo total disponible, medido a través del multiplicador μ . Esta condición puede escribirse:

$$\frac{\partial U_i}{\partial t_{i,L}} + \lambda w_i = \mu,$$

esto es, la utilidad de trabajar una hora adicional más la utilidad que brinda el ingreso monetario asociado a esa hora adicional de trabajo, debe ser igual a la pérdida de utilidad que genera disponer de una hora menos para otras actividades. El multiplicador de Lagrange correspondiente a la restricción temporal, μ , es la utilidad marginal del ocio

Estas dos últimas condiciones caracterizan las propiedades de los valores óptimos de x_j y t_L . Estos valores se encuentran, además, afectados por la tercera restricción, que permite determinar cuál es el tiempo óptimo que el individuo desearía dedicar a cada actividad. Para cada una de ellas, este tiempo se calcula a partir de la siguiente condición:

$$\frac{\sigma J}{\partial t_{x_{i,j}}} = \frac{\sigma U_i}{\partial t_{x_{i,j}}} - \mu + \varphi_j = 0 \quad (\text{VI.5-33})$$

A partir de esta condición, y dividiendo por la utilidad marginal del ingreso, se obtiene la condición de equilibrio:

$$\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\frac{\partial U_i}{\partial t_{i,j}}}{\lambda} + \frac{\varphi_j}{\lambda} \quad (\text{VI.5-34})$$

Esta condición resume los tres elementos fundamentales que conforman el valor del tiempo.

- $\frac{\mu}{\lambda}$ representa la relación marginal de sustitución entre el tiempo y el ingreso o renta y se interpreta como el precio sombra que estaría dispuesto a pagar el consumidor por aumentar su tiempo disponible en una unidad, es decir, como el valor del tiempo como recurso.⁴⁰
- $(\partial U / \partial t_{x_{i,j}}) / \lambda$ es la tasa marginal de sustitución de t_{x_i} por dinero. Es el valor del tiempo como bien. Este valor del tiempo como bien de intercambio está dado por el cociente entre la utilidad marginal del tiempo total asignado a cada actividad $(\partial U / \partial t_{i,j})$ y la utilidad marginal de la renta.

⁴⁰ El tiempo tiene valor para los individuos en la medida que es un recurso escaso. Si el tiempo disponible fuera infinito, el multiplicador μ sería cero y el valor del tiempo sería también cero.

- $\frac{\varphi_j}{\lambda}$ refleja el **valor del ahorro de tiempo**, en términos de la utilidad marginal del ingreso o renta, cuando se realiza la actividad j . Este elemento es particularmente relevante en la demanda de transporte (o de actividades intermedias, en general) y está relacionado con el hecho de que se utilice en una actividad más o menos tiempo del estrictamente necesario.

Un análisis más detallado requiere distinguir entre las actividades de ocio y las actividades intermedias. Las actividades de ocio se caracterizan porque los consumidores destinan a ellas más tiempo que el estrictamente necesario para su consumo porque obtienen utilidad adicional al realizarlas. En ellas, la restricción (VI.5-29) no resulta vinculante, por lo que en el equilibrio su multiplicador es igual a cero ($\varphi_j = 0$). En consecuencia, y a partir de la condición (VI.5-34) se deduce que en las actividades de ocio el valor del tiempo como recurso coincide con su valor como bien de intercambio:

$$\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\frac{\partial U_i}{\partial t_{i,j}}}{\lambda}$$

Es decir que, si bien el tiempo sigue teniendo valor dado que es un recurso escaso, el consumidor no estará dispuesto a pagar por ahorrar tiempo dedicado a una actividad de ocio, ya que no podría aumentar su utilidad. Aunque el valor marginal del tiempo de ocio puede no ser nulo, el valor del ahorro de tiempo de ocio si lo es (de Rus et al., 2003).⁴¹

Cervini & Ramírez (2008) denominan bienes-ocio a los bienes para los que la restricción tecnológica es no vinculante: $O(x) = \{j | \varphi_j = 0\}$. Así, el total de tiempo asignado a los bienes-ocio puede definirse como el tiempo de ocio:

$$t_{i,O} = \sum_{j \in O(x)} t_{x_{i,j}}$$

De esta forma, definen al ocio como la suma del tiempo correspondiente a todas las actividades a las que se les asigna más tiempo del estrictamente necesario, dadas las restricciones que enfrenta. Para estas actividades, el valor del ahorro de tiempo es cero y el valor marginal del tiempo asignado a cada actividad (su valor de tiempo como bien) es igual a μ/λ para todas las actividades, al igual que el valor del tiempo como recurso, o lo que es lo mismo, el valor del tiempo de ocio.

Todos los otros bienes para los cuales la restricción tecnológica (VI.5-29) es vinculante ($\varphi_j > 0$) pueden clasificarse como intermedios: $I(x) = \{j | \varphi_j > 0\}$. El consumidor obtendría mayor utilidad si el tiempo requerido para el consumo de este tipo de bienes fuera menor. Por ejemplo, la demanda de atención médica es una demanda derivada, por lo que el servicio médico es una actividad intermedia, a la que el individuo está obligado a destinar más tiempo del que desearía para su consumo. De esta forma, el valor del tiempo dedicado al cuidado de la salud debe interpretarse en términos del valor del ahorro de tiempo que pueda lograrse en dicha actividad, ya que el individuo podrá incrementar su utilidad si transfiere parte de ese tiempo hacia cualquier actividad de ocio. Formalmente, si j es un

⁴¹ Por condiciones de primer orden, la decisión individual de utilizar más tiempo que el mínimo requerido en la actividad x_i es suficiente pero no necesaria para que $(\partial U / \partial t_{x_j}) / \lambda$ sea igual a μ / λ . Esto es, $t_{x_j} > a_j x_j$ implica que $\varphi_j = 0$, pero $\varphi_j = 0$ no implica $t_{x_j} > a_j x_j$.

servicio de salud, el valor monetario del tiempo ahorrado en dicha actividad que se transfiere a ocio se define como:

$$\frac{\varphi_j}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\frac{\partial U_i}{\partial t_{i,j}}}{\lambda} \quad (\text{VI.5-35})$$

De acuerdo a esta condición, el valor monetario del tiempo ahorrado es la diferencia entre el valor del tiempo de ocio y el valor monetario del tiempo dedicado al cuidado de la salud. Si, como consecuencia de una mejora en los procedimientos de admisión, se produce un ahorro del tiempo de espera en las salas de espera de los hospitales, el valor de este tiempo ahorrado sería igual a la diferencia entre el valor total del tiempo disponible y el valor del tiempo que ya se estaba destinando al cuidado de la salud. La determinación del valor exacto de este ahorro dependerá del uso que se haga del tiempo ahorrado, ya que valorar monetariamente los ahorros de tiempo definidos por la expresión (VI.5-35) requiere cuantificar la ganancia neta de utilidad del uso alternativo de ese tiempo.

En síntesis, DeSerpa perfecciona los modelos anteriores incluyendo explícitamente limitaciones en el uso del tiempo al reconocer que, algunas actividades requieren un tiempo mínimo para su realización. De esta forma, no todo el tiempo asignado a una actividad particular puede ajustarse de manera de que su valor monetario iguale el salario. Este es el caso de las llamadas actividades intermedias, que no se realizan por sí mismas sino como insumos necesarios para otras actividades, y cuyos tiempos el consumidor preferiría reducir, pero no puede. Tal es el caso de la espera en la consulta médica, los tiempos de viaje, etc. Esto introduce una nueva dimensión a tener en cuenta: la reasignación de tiempo entre dos actividades puede ser placentera si aumenta el tiempo que dedica a la actividad que le da más satisfacción y reduce el tiempo de la actividad que le da menos utilidad.

De esta forma, DeSerpa define tres valores del tiempo:

- El valor del tiempo como recurso, que es el valor de extender el período de tiempo. Equivale a la relación entre la utilidad marginal del tiempo y la utilidad marginal del ingreso. Es el valor de las actividades de ocio (costo de oportunidad).
- El valor del tiempo como mercancía, que es el valor del tiempo asignado a una determinada actividad. Es la tasa marginal de sustitución entre el tiempo asignado a esa actividad y el ingreso en la función de utilidad. Este valor es igual al valor del tiempo como recurso solo si el individuo asigna más tiempo a una actividad que el mínimo requerido.
- El valor del ahorro de tiempo, que solo es distinto de cero en actividades intermedias y es igual a la diferencia entre el valor del tiempo como recurso y el valor del tiempo como mercancía.

Así, sostiene que el valor del tiempo como recurso se deriva de su costo de oportunidad, el cual es siempre positivo porque el tiempo como recurso está disponible en una cantidad limitada. Además, argumenta que tiene poco sentido hablar de un incremento en la disponibilidad de tiempo, pero dado que es posible observar el ahorro de tiempo en una actividad concreta, el valor de ese ahorro si tiene sentido económico.

A.5. El modelo de Evans

Evans (1972) propone un modelo de valoración y asignación del tiempo consistente con la evidencia empírica a partir de la diferencia entre el valor de una relajación en la restricción del tiempo y el valor del tiempo utilizado en una actividad

Se asume que los objetos de elección del agente económico representativo son los usos del tiempo en actividades medidas en unidades de tiempo. El problema que enfrenta el consumidor queda definido por la siguiente función de utilidad:

$$\text{Max } U_i(t_{x_{i,j}}) \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (\text{VI.5-36})$$

sujeto a la restricción presupuestaria:

$$\sum_{j=1}^n w_{i,j} t_{x_{i,j}} = 0, \quad (\text{VI.5-37})$$

siendo $w_{i,j} > 0$ si el individuo paga por la actividad j , $w_{i,j} < 0$ si le están pagando por esa actividad (si es trabajo, por ejemplo) y $w_{i,j} = 0$ si la actividad es libre. El costo por hora ($w_{i,j}$) de algunas actividades puede ser igual a la suma de diferentes costos.

Como en el caso de los modelos anteriores, enfrenta también una restricción temporal representada por:

$$t_i = \sum_{j=1}^n t_{x_{i,j}} \quad (\text{VI.5-38})$$

El lagrangiano correspondiente al problema planteado es:

$$f = U_i(t_{x_{i,j}}) - \lambda \sum_{j=1}^n w_{i,j} t_{x_{i,j}} + \mu (t_i - \sum_{j=1}^n t_{x_{i,j}}) \quad (\text{VI.5-39})$$

La condición de óptimo de este problema queda definida por:

$$-\frac{dt_{x_{i,k}}}{dt_{x_{i,j}}} = \frac{\frac{\partial U_i}{\partial t_{x_{i,j}}}}{\frac{\partial U_i}{\partial t_{x_{i,k}}}} = \frac{\mu + \lambda w_{i,j}}{\mu + \lambda w_{i,k}} \quad (\text{VI.5-40})$$

siendo $(\partial U_i / \partial t_{x_{i,j}}) / (\partial U_i / \partial t_{x_{i,k}})$ la tasa marginal de sustitución de tiempo entre actividades, y es el tiempo en la actividad j -ésima que compensa al consumidor por la pérdida de una unidad de tiempo adicional en la actividad k -ésima. Si en el equilibrio $\mu \neq -\lambda w$, la tasa marginal de sustitución no será igual a los precios relativos (w_j / w_k) a menos que el valor del tiempo como recurso sea cero ($\mu / \lambda = 0$).

Las condiciones de primer orden del problema⁴² establecen que si la asignación del tiempo entre actividades es óptima, un incremento marginal en el tiempo utilizado en una actividad, acompañado de una disminución equivalente en el tiempo utilizado en otra actividad, dejaría indiferente al consumidor, porque en el margen, si $w_j < 0$, el pago recibido por el consumidor compensa exactamente el uso del tiempo en esa actividad; y si $w_j > 0$, el uso del tiempo del consumidor en esa actividad compensa exactamente el monto que debe pagar.

⁴² Las condiciones de primer orden del problema (VI.5-38) están representadas por las ecuaciones:

$$\frac{\partial U_i}{\partial t_{x_{i,j}}} - \lambda w_{i,j} = \mu \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

Al analizar los modelos de asignación del tiempo a transporte, Cervini & Ramírez (2008) argumentan que los estudios empíricos han evidenciado que el consumidor actúa como si una reducción del tiempo que gasta en viajar aumenta su bienestar, aunque los modelos anteriores demuestran que, si la asignación de tiempo entre actividades es óptima, una reducción del tiempo utilizado en viajar no modifica su satisfacción. Este conflicto entre teoría y evidencia empírica surge por el supuesto implícito de que el consumidor es libre de asignar su tiempo entre actividades de acuerdo a sus preferencias. La cantidad de tiempo que utiliza para trasladarse se supone independiente de la cantidad de tiempo que decide destinar a cualquier otra actividad. De hecho, muchas veces sucede que puede preferir no viajar, pero debe hacerlo para realizar alguna actividad. Entonces, hay una diferencia entre la cantidad de tiempo que el consumidor debe utilizar para viajar y la cantidad de tiempo que el desea utilizar para viajar, por lo tanto, habría una diferencia entre la valoración del uso del tiempo para viajar y el pago monetario que hace para viajar.

Cervini & Ramírez (2008) y Evans (1972) utilizan un argumento similar para justificar las diferencias en las valoraciones del tiempo de acuerdo con el tipo de viaje que se observan en los estudios empíricos. Si un modo de transporte (por ejemplo, en automóvil) es preferido a otro (autobús), la valoración del tiempo gastado en el automóvil será menor a la del autobús, debido a que para el individuo será menos costoso en términos de utilidad un minuto adicional de viaje en automóvil que un minuto gastado en autobús. De esta forma, justifican la estimación de VT de viaje por modo en modelos de transporte.

A.6. Síntesis

Los modelos planteados parten del principio de maximización de la utilidad del consumidor asumiendo que enfrenta diferentes restricciones: presupuestaria, temporal y/o técnicas. El consumo de bienes y el ocio están restringidos por el ingreso o renta (laboral y no laboral). El ingreso laboral se obtiene dedicando parte del tiempo disponible a trabajar. Por otra parte, el trabajo, el ocio y el tiempo dedicado a actividades necesarias para producir *commodities* (actividades intermedias), compiten por el tiempo limitado (24 horas al día). El individuo puede consumir más dedicando más horas a la actividad laboral o puede incrementar su ocio. Pero también puede aumentar sus posibilidades de consumo (trabajando más) o disfrutar de más ocio si ahorra tiempo en el desarrollo de las actividades intermedias.

Conceptualmente, el valor del tiempo es el precio sombra del problema de maximización de utilidad del consumidor. Entonces, el valor (precio) del tiempo es la tasa marginal de sustitución entre dinero y tiempo: el cociente entre la utilidad marginal del tiempo y la utilidad marginal del dinero.

Resumiendo, dadas las restricciones, cambiar marginalmente la decisión entre trabajo y ocio, o entre una combinación de trabajo y tiempo para producir bienes finales, implica asumir un costo de oportunidad en el uso del recurso tiempo: comprar ocio significa trabajar menos y renunciar a un ingreso monetario; comprar una unidad adicional del bien final (z_j) significa aumentar el tiempo dedicado al consumo del mismo (t_{x_j}), reduciendo el tiempo dedicado a otros bienes, a trabajo y/o a ocio.

La siguiente tabla resume los modelos desarrollados precedentemente, y la valoración monetaria del ahorro (desahorro) de tiempo asociada.

Tabla A.1: Síntesis de modelos teóricos seleccionados

Autor	Modelo	Valoración marginal del tiempo
-------	--------	--------------------------------

Becker (1965)	$\text{Max } U_i(x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,n}; t_{x_{i,1}}, t_{x_{i,2}}, \dots, t_{x_{i,n}}),$ s.a. $\sum_{j=1}^n p_j x_{ij} = w_i t_{iL} + m_{i0} = m_i$ $t_i = \sum_{j=1}^n t_{x_{ij}} + t_{iL}$	$\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\partial U}{\partial t_{x_{ij}}} = w_i$
Johnson (1966)	$\text{Max } U_i(m_i, t_{i,0}, t_{i,L}),$ s.a. $m_i = w_i t_{iL},$ $t_i = t_{i,L} + t_{i,0}$	$\frac{\mu}{\lambda} = w_i + \frac{\partial U}{\partial t_{i,L}} = \frac{\partial U}{\partial t_{i,0}}$
Oort (1966)	$\text{Max } U_i(m_i, t_{i,0}, t_{i,L}, t_{i,x}),$ s.a. $m_i = w_i t_{i,L}$ $t_i = t_{i,L} + t_{i,0} + t_{i,x}$	$-\frac{dU}{dt_{i,x}} = w + \frac{\partial U}{\partial t_{i,L}} - \frac{\partial U}{\partial t_{i,x}}$ $\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\partial U}{\partial t_{i,L}} = w_i + \frac{\partial U}{\partial t_{i,L}},$ $\frac{\partial U}{\partial m_i}$
DeSerpa (1971)	$U_i(x, t) = U_i(x_{i,1}, \dots, x_{i,n}; t_{i,x_1}, \dots, t_{i,x_n}; t_{i,L})$ s.a. $\sum_{j=1}^n p_j x_{i,j} = w_i t_{i,L} + m_{i,0} t = \sum_{j=1}^r t_{x_j} + t_L$ $t_{x_{i,j}} \geq a_{i,j} x_{i,j}$	$\frac{\varphi_j}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,j}}$ $\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,j}}$
Evans (1972)	$\text{Max } U_i(t_{x_{i,j}}) \quad j = 1, 2, \dots, n$ s.a. $\sum_{j=1}^n w_{i,j} t_{x_{i,j}} = 0$ $t_i - \sum_{j=1}^n t_{x_{i,j}} = 0$ $t_{x_j} - \sum_{\forall j \neq k} b_{jk} t_{x_k} \geq 0$	$\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\partial U_i}{\partial t_{i,0}} + w_{i,0}$ $\frac{\varphi_j}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\partial U}{\partial t_{x_{i,j}}} - w_{i,j}$

Nota: U_i es la utilidad del individuo i ; x_j son bienes de mercado; t_{x_j} es el tiempo destinado al consumo del bien x_j ; p_j el precio del bien de consumo j ; w_i es el salario del individuo i por unidad de tiempo; $w_{i,0}$ es la recompensa monetaria del ocio para el individuo i ; $w_{i,j}$ es la recompensa monetaria de la actividad j para el individuo i ; $t_{i,L}$ el tiempo disponible para trabajar, $m_{i,0}$ el ingreso o renta no laboral y m_i el ingreso o la renta total del consumidor i ; t_i el tiempo total disponible del consumidor i ; λ el multiplicador de Lagrange asociado a la restricción presupuestaria, que mide el cambio en la utilidad cuando cambia en una unidad el consumo (ingreso), por lo tanto, se interpreta como la utilidad marginal del ingreso; μ el multiplicador de Lagrange asociado a la restricción temporal, mide el cambio en el nivel de utilidad cuando cambia el tiempo dedicado al ocio, y se interpreta como la utilidad marginal del ocio; φ_j es la utilidad marginal de una reducción o ahorro en el tiempo mínimo que se dedica a cada actividad.

Fuente: adaptado de Jara-Díaz (2007).

Anexo B: Formas de segmentación del valor del tiempo de viaje

B.1. Propósito del viaje

El valor del tiempo de viaje según propósito es la segmentación más utilizada internacionalmente (Mella, 2020). Generalmente, se desagrega entre viajes por motivos laborales (V_L), viajes *in itinere* o *commute* (V_C), y viajes por otros motivos personales (V_{Ot}), como vacaciones, deportes, paseos.

En general, el valor del tiempo de viaje por propósito laboral es equivalente al salario horario promedio de la mano de obra. La siguiente tabla resume el VTV por los tres motivos más comunes en países seleccionados. Se observa que, en promedio, el VTV_L resulta más de tres veces y media mayor que el VTV_C y más de cuatro veces y media el VTV_{Ot} .

Tabla B-1: Valor social del tiempo según propósito en países seleccionados

País	Laboral	<i>In itinere</i>	Otros
Holanda (2014)	517.6	210.3	151.0
Francia (2013)	377.4	215.7	146.7
Reino Unido (2014)	549.3	164.3	146.0
Alemania (2012)	129.6	86.7	75.3
Australia (2016)	905.8	280.4	280.4
Estados Unidos (2014)	461.5	235.1	235.1
VTPI (2018)	452.9	129.4	86.3
<i>Promedio</i>	<i>779.2</i>	<i>286.6</i>	<i>205.7</i>
Chile (2020)	142.3	77.6	58.2

Nota: valores en \$AR/hora en moneda diciembre de 2021.

Fuente: elaboración propia con información de Mella (2020).

Según Litman (2020), esto no implica que el ocio sea menos deseable que el trabajo remunerado, sino que los asalariados pueden tener pocas oportunidades para convertir el ahorro de tiempo en ingresos adicionales (enfoque de productividad). En cambio, en los viajes por razones laborales, el ahorro en tiempo está disponible para aumentar la productividad laboral. Según sus estimaciones, el 95% de los viajes terrestres locales, el 79% de los viajes terrestres entre ciudades y el 60% de los aéreos entre ciudades son por otros motivos (motivos personales).

Dinamarca utiliza solo dos categorías, distinguiendo entre viajes por trabajo y otros. Fosgerau (2007) justifica esta decisión en la disponibilidad de información y en la aplicación de modelos econométricos cuyos resultados muestran que una mayor desagregación por propósito no contribuyó significativamente a explicar el valor del tiempo.

Chile no diferencia explícitamente por propósito de viaje. No obstante, Mella (2020) señala que la especificación de la función de utilidad seleccionada para estimar el valor social del tiempo de viaje urbano en el caso chileno permitiría diferenciar entre viajes por motivos laborales y viajes por otros motivos. Así, la construcción del valor social del tiempo de viaje urbano es un promedio ponderado del valor social del tiempo de viaje por trabajo y del valor social del tiempo de viaje por ocio, siendo los ponderadores las participaciones relativas de estos propósitos en el total de viajes realizados. De

acuerdo al mismo autor, la información disponible no permite hacer esta discriminación en el caso de los viajes interurbanos.

Colombia distingue el *VTV* relacionado con trabajo, educación y salud, siendo la valoración social del tiempo de viaje por propósito laboral levemente inferior a las valoraciones de los viajes asociados a educación y salud (Hernández Díaz, 2019).

Meunier (2021) señala que el uso de nuevas tecnologías permite realizar otras actividades, incluso laborales, durante el viaje, por lo que el ahorro de tiempo de viaje aumentaría solo levemente la productividad, implicando un valor del tiempo más bajo. De esta forma, la segmentación por propósito de viaje debería ser estudiada con mayor detalle y con otros enfoques, como el basado en actividades.

B.2. Modo

La segmentación por modo es la más común de las prácticas de segmentación de ellos viajes por motivos laborales. Busca captar las diferencias de valoración que hacen los usuarios de los distintos modos de transporte, y que se encuentran asociadas a la calidad del servicio, a las posibilidades o restricciones para acceder a ellos, al ingreso del usuario.

Los principales modos son el terrestre (automóvil, ómnibus, tren, bicicleta) y el aéreo. También se suele agrupar el tren y el avión en modos rápidos, con valoraciones distintas y el resto en modos lentos.

En Reino Unido se diferencia solo por modo el tiempo de viaje por motivos laborales, ya que asumen que la productividad marginal para viajes de trabajo difiere entre modos. Los viajes *in itinere* y los originados en otros propósitos distintos al laboral no son segmentados por modo. La justificación se basa en consideraciones históricas de equidad (TAG, n.d.) y en ausencia de evidencia estadísticamente significativa (Mackie, Jara-Díaz, et al., 2003). Por el contrario, Noruega, Suecia y Estados Unidos realizan diferenciación por modo solo para viajes con propósito distinto a por trabajo. Holanda, Alemania, Australia y Francia realizan diferenciación por modo para todos los propósitos. Mientras que Dinamarca no realiza segmentación por modo.⁴³

Chile realiza segmentación por modo solo para viajes interurbanos. Para estimar el valor del tiempo de viaje se utiliza el ingreso promedio de los usuarios, resultando en valores mayores para el avión y el automóvil. Por otro lado, para el transporte urbano adopta el mismo enfoque y justificación que el Reino Unido, utilizando el mismo valor para todos los modos (Mella, 2020).

La segmentación por modo no siempre se aplica a todos los propósitos de viaje. Litman (2011) sostiene que cuando los modos son sustitutos en ubicación, propósito y distancia de viaje, es apropiado asumir que las preferencias de los viajeros se distribuyen de manera idéntica entre modos, dando lugar a un valor del tiempo único. Por otra parte, el transporte aéreo y los ferrocarriles de alta velocidad no son sustitutos cercanos de los modos terrestres convencionales, por lo que es dable esperar valoraciones del tiempo mayores.

⁴³ Al respecto, Fosgerau (2007) afirma que los individuos con una alta valoración del tiempo usan los modos rápidos y costosos, mientras que aquellos que tienen un bajo valor del tiempo utilizan modos relativamente más baratos y lentos. Así, la autoselección de modos ya incluiría esta diferenciación, lo que, según este autor, justificaría el trato igualitario en el análisis costo-beneficio.



B.3. Distancia y territorial

Los modelos desarrollados precedentemente afirman que el valor subjetivo del tiempo es la relación entre la utilidad marginal del tiempo y la utilidad marginal del dinero. Así, un cambio en el valor del tiempo puede ser el resultado de variaciones en cualquier de las utilidades marginales o en ambas. Teniendo en cuenta que el tiempo y el dinero aumentan con la distancia, entonces existiría una relación entre la valoración del tiempo y la distancia que justificaría la diferenciación del valor del tiempo de viaje (VT_V) por distancia (Mackie, Jara-Díaz, et al., 2003).

Reino Unido, Noruega, Suecia, Alemania y Francia realizan segmentación por bandas de distancia. Reino Unido utiliza tres bandas (0 a 35 km, 35 a 60 km y 160 km o más), Noruega, Suecia y Alemania utilizan dos bandas (0 a 70 km y 70 km o más; 0 a 100 km y 100 km o más; y 0 a 50 km y 50 km o más, respectivamente). Francia utiliza cuatro bandas (0 a 20 km, 20 a 80 km, 80 a 400y 400 km o más), sin embargo, pese a esta segmentación la relación entre el valor del tiempo para distancias mayores a 400 km y el valor del tiempo para viajes de 20 km o menos no es superior a 1,9 (Mella, 2020).

Fosgerau et al. (2007) reportan que Dinamarca no segmenta por distancia debido a limitaciones propias de los modelos de transporte que utilizan, mientras que Mouter (2016) indica que en Países Bajos la decisión de no segmentar por duración o distancia se funda en que, al tratarse de un país pequeño densamente poblado, no se esperan diferencias estadísticamente significativas.

Börjesson & Eliasson (2014) recomendaron diferenciar el valor del tiempo entre Estocolmo y el resto del país debido a que encontraron que el valor del tiempo para viajes en automóvil era considerablemente mayor que en el resto del país. Abrantes & Wardman (2011) encontraron valoraciones del tiempo de viaje casi un 30% más altas en Londres y el sureste de Inglaterra que en cualquier otro lugar del Reino Unido. Sin embargo, en ambos países ha primado la consideración política de no diferenciar.

Estados Unidos y Chile no segmentan por distancia, pero sí aplican una diferenciación territorial o administrativa (urbano/interurbano) (Mella, 2020).

Colombia también aplica diferenciación territorial distinguiendo entre urbano y rural. En este caso, las estimaciones del VT_V urbanos realizados por trabajo, educación y salud, resultan aproximadamente un 80% mayores que las correspondientes a los traslados rurales (Hernández Díaz, 2019).

B.4. Ingreso

La práctica adoptada por la mayoría de los países es la no diferenciación explícita por ingresos. La Guía británica para la evaluación de proyectos de transporte (TAG, n.d.) aconseja no segmentar el valor del tiempo de viaje entre los grupos de ingresos: *"... si los valores de tiempo para la evaluación se basan en la disposición individual a pagar, y ésta está en relación con los ingresos, las decisiones de inversión estarán sesgadas hacia aquellas medidas que benefician a los viajeros con ingresos altos. La inversión se concentrará en áreas o modos de altos ingresos, y los intereses de aquellos con ingresos más bajos, que ya pueden sufrir una movilidad y accesibilidad relativamente más baja, tendrán menos peso. Por esta razón, la primera fuente de variabilidad se controla mediante el uso de valores de ingreso promedio, que normalmente deberían adoptarse en la evaluación del transporte "*.



Holanda utiliza la diferenciación por ingresos para evaluar los impactos distributivos de las políticas de precios de las carreteras, pero no para la evaluación de proyectos de transporte (Kouwenhoven et al., 2014).

El *Victoria Transport Policy Institute* (VTPI, n.d.) justifica la inclusión del ingreso familiar en los modelos econométricos debido a que en general los hogares incluyen un número variado de integrantes que trabajan, estudian o realizan otras actividades que influyen de manera desconocida en el valor del tiempo. Además, el viaje simultáneo de dos o más integrantes de un hogar genera costos conjuntos de tiempo perdido que no se pueden asignar a miembros particulares. Y el presupuesto del viaje depende además de otros factores como los ingresos no derivados del trabajo (rentas u otros).