

UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil



**ANÁLISIS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE VIALIDAD URBANA UTILIZANDO
UN ENFOQUE DISTRIBUTIVO
MAXIMILIANO ALONSO NEIRA MALDONADO
INFORME DE PROYECTO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

Profesor Guía

Solange Loyer C.

Profesor Informante

Roberto Wohl S.

Responsable

Maximiliano Neira M.

Concepción, Enero 2017

Resumen

En la práctica dentro de la actual metodología de evaluación social de proyectos de transporte urbano, se evalúan de forma agregada a todos los usuarios sin diferenciar en grupos de ingreso socioeconómicos, con lo que tampoco hay consideraciones de cómo se están distribuyendo los beneficios a los usuarios de transporte. Si bien un proyecto en infraestructura de transporte urbano puede causar esta diferencia entre grupos la cual podría ser marcada o no, la decisión de inversión suele residir más bien en la en la maximización colectiva de los beneficios, eficiencia, en vez de apuntar a una mejor distribución de estos, equidad. Aspectos como este, de algún modo han sido abordados en otros países abriendo diferentes opciones a la hora de mejorar en términos de metodologías o modelos.

El presente trabajo tiene como propósito analizar y comparar el enfoque distributivo en contraste a los resultados del enfoque de eficiencia utilizando cuatro proyectos en las ciudades de Valdivia, Pto. Montt y Los Ángeles, sirviendo como base la metodología actual, lo que permite ofrecer una herramienta adicional al actual enfoque.

La metodología de esta investigación considera en la estimación de sus parámetros, los viajes generados en un día laboral, como también los niveles de ingresos característicos por ciudad, hecho por el cual se utilizaron los datos de la Encuesta Origen Destino. El análisis arrojó que es posible recomendar valores para los parámetros utilizados en los proyectos de las ciudades de Puerto Montt y Los Ángeles que permitan incorporar términos de equidad y eficiencia. Sin embargo, como se demuestra con el análisis de sensibilidad es recomendable que sea efectuado según cada caso, puesto que depende del perfil de beneficios en el primer corte temporal.

Así, esta investigación busca incorporar temas de equidad en evaluación social de proyectos de transporte a través de parámetros distributivos que incidan de forma explícita en la rentabilidad.

Abstract

In practice within the current methodology of social evaluation of urban transport projects, are evaluated in an aggregated way to all users without differentiating in socioeconomic income groups, so there are no considerations of how benefits are being distributed to users of transport. Although a project in urban transport infrastructure can cause this difference between groups which could be marked or not, the investment decision usually lies in the collective maximization of benefits, efficiency, instead of aiming for a better Distribution of these, equity. Aspects such as this have in some ways been addressed in other countries by opening up different options for improving methodologies or models.

The purpose of this paper is to analyze and compare the distributive approach in contrast to the results of the efficiency approach using four projects in the cities of Valdivia, Pto. Montt y Los Ángeles, serving as a basis for the current methodology, which allows to offer a tool Additional to the current approach.

The methodology of this research considers in the estimation of its parameters, the trips generated in a working day, as well as the characteristic income levels by city, done by which the data of the Origin Destination Survey were used. The analysis showed that it is possible to recommend values for the parameters used in the projects of the cities of Puerto Montt and Los Angeles that allow to incorporate terms of equity and efficiency. However, as demonstrated by the sensitivity analysis it is advisable to perform it on a case-by-case basis, since it depends on the benefit profile at the first time cut.

Thus, this research seeks to incorporate equity issues in social evaluation of transport projects through distributive parameters that explicitly impact on profitability.

A mi madre, padre y familia

Agradecimientos

Al cuerpo académico y par docente de la UCSC, en especial a los profesores de la carrera, quienes me transmitieron los conocimientos de esta disciplina, lo cual revela una fuerte vocación y me motivan a empoderarme de la profesión con un enfoque social siempre presente.

Gracias a mis profesores guía e informante, por mostrar su interés, compartiendo sus visiones y reflexiones conmigo sobre este trabajo.

Se agradece también a la Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA), del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, por la información de la Encuesta Origen Destino dispuesta en su página web y haber facilitado la evaluación económica de los proyectos acá mencionados. Naturalmente, las opiniones, errores y omisiones en este documento son de exclusiva responsabilidad de sus autores y en nada comprometen a dicho Ministerio.

Especial mención a mis padres y hermano, por toda la ayuda, apoyo y fuerza que me han entregado durante toda mi vida.

A mi polola, por estar siempre conmigo, apoyarme en momentos difíciles y reírnos en momentos felices. Por todas las cosas vividas juntos y que seguiremos viviendo.

Finalmente, quisiera agradecer a todas aquellas personas que me animaron con su energía y buenas vibras, aquellas que compartieron mi alegría en el proceso de cierre del pre-grado.

Tabla de contenido

1	Introducción	1
1.1	Objetivo	4
1.1.1	Objetivo General:.....	4
1.1.2	Objetivos Específicos:	4
2	Marco Teórico	5
2.1	Sistema Nacional de Inversiones (SNI).....	7
2.2	Enfoques de Evaluación de Proyectos.....	9
2.2.1	Enfoque de Eficiencia.....	9
2.2.2	Enfoque Distributivo.....	12
2.2.3	Enfoque de Necesidades Básicas	14
2.3	Aspectos Generales de la Evaluación Socioeconómica en la Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Urbana	15
2.3.1	Precio Social	16
2.3.2	Costos de Inversión y Valor residual	18
2.3.3	Beneficios Sociales	19
2.3.4	Proyección de los Beneficios	22
2.3.5	Indicadores de Rentabilidad Económica.....	23
2.4	Equidad distributiva en la metodología de preparación y evaluación de proyectos de vialidad urbana	25
2.4.1	Otras Formas de Incorporar la Equidad en Proyectos de Transporte	29
3	Métodos	32
3.1	Determinación de ponderadores distributivos	32
4	Identificación de la Fuente de Información Utilizada	34
4.1	Encuesta Origen Destino	36
4.2	Evaluación Económica de los Proyectos Considerados	43
5	Resultados	45
5.1	Estimación de Ponderadores Distributivos, en base al Ingreso Promedio por Hogar. 45	
5.2	Estimación de Ponderadores Distributivos de Transporte Público y Privado.	46
5.3	Estimación de Enfoque Distributivo y Comparación con Enfoque de Eficiencia. 48	
5.4	Análisis de sensibilidad	56

6	Conclusiones y Comentarios.....	59
7	Bibliografía.....	61
8	Anexos.....	65

Índice de figuras

Figura 2.1 Estructura del Sistema Nacional de Inversiones (SNI). Modificado de (MDS, 2013b).	9
Figura 3.1 Estructura empleada el desarrollo de los ponderadores distributivos.....	32
Figura 4.1 Viajes generados en transporte público y privado según nivel de ingreso en la Ciudad de Valdivia.....	37
Figura 4.2 Viajes generados en transporte público y privado según nivel de ingreso en la Ciudad de Pto. Montt.	38
Figura 4.3 Viajes generados en día laboral y temporada normal según rango de ingreso de la Ciudad de Valdivia (EOD,2002).....	40
Figura 4.4 Viajes generados en día laboral y temporada normal según rango de ingreso de la Ciudad de Pto. Montt (EOD, 2004).	41
Figura 4.5 Viajes generados en día laboral y temporada normal según rango de ingreso de la Ciudad de Los Ángeles (EOD, 2004).	42
Figura 4.6. Beneficios anuales según proyecto en primer corte temporal.	44
Figura 5.1 Variación de los ponderadores distributivos de Transporte Privado.	47
Figura 5.2 Enfoque distributivo y de eficiencia en Proyecto Mejoramiento Eje Pinto- Smith, Valdivia.	49
Figura 5.3 Enfoque distributivo y de eficiencia en Proyecto Mejoramiento Av. Presidente Ibañez Tramo Av. Ejercito – Av. Austral, Pto. Montt.	51
Figura 5.4 Enfoque distributivo y de eficiencia en Proyecto Mejoramiento Av. Interconexión Sector Alerce, Pto. Montt.....	52
Figura 5.5 Enfoque distributivo y de eficiencia en Proyecto de Mejoramiento Avenida Padre Hurtado, Los Ángeles.....	54
Figura 5.6 Enfoque distributivo (azul) y de eficiencia (rojo) para el Proyecto Eje Pinto-Smith, Valdivia.	57

Índice de tablas

Tabla 3.1. Descripción general del proceso de evaluación de impactos distributivos. Modificado de (DtT, 2014)	30
Tabla 4.1. Beneficios en primer corte temporal y valor actual neto	43
Tabla 5.1. Ponderadores Distributivos con distintos énfasis distributivos para la Ciudad de Valdivia.....	45
Tabla 5.2. Ponderadores Distributivos con distintos énfasis distributivos para la Ciudad de Puerto Montt.	45
Tabla 5.3. Ponderadores Distributivos con distintos énfasis distributivos para la Ciudad de Los Ángeles.	45
Tabla 5.4. Ponderadores distributivos de Transporte Público y Privado, Ciudad de Valdivia.	46
Tabla 5.5. Ponderadores distributivos de Transporte Público y Privado, Ciudad de Puerto Montt.....	46
Tabla 5.6. Ponderadores distributivos de Transporte Público y Privado, Ciudad de Los Ángeles.....	46
Tabla 5.7. Perfil del valor actual neto, beneficios al primer año de operación y porcentaje de variación para distintos niveles de énfasis distributivos.	48
Tabla 5.8. Perfil del valor actual neto, beneficios al primer año de operación y porcentaje de variación para distintos niveles de énfasis distributivos.	50
Tabla 5.9. Perfil del valor actual neto, beneficios al primer año de operación y porcentaje de variación para distintos niveles de énfasis distributivos.	52
Tabla 5.10. Perfil de variación del valor actual neto y los beneficios al primer año de operación para distintos niveles de énfasis distributivos.	53
Tabla 5.11 Resumen de análisis y comparación de enfoques distributivo y eficiencia.	55
Tabla 5.12. Análisis de sensibilidad Proyecto Eje Pinto- Smith, Valdivia.	56
Tabla 8.1. Tasas Simples.....	72

Índice de anexos

Anexo 8.1 Ejemplo Matriz de evaluación de impactos distributivos. Modificado de (DtT, 2014)	65
Anexo 8.2 Flujo de Beneficios e indicadores de rentabilidad proyecto Eje Pinto - Smith..	66
Anexo 8.3 Flujo de Beneficios e indicadores de rentabilidad proyecto Av. Presidente Ibañez.	67
Anexo 8.4 Flujo de Beneficios e indicadores de rentabilidad proyecto Av. Sector Alerce.	68
Anexo 8.5 Flujo de Beneficios e indicadores de rentabilidad proyecto Av. Padre Hurtado.	69
Anexo 8.6 Ingreso promedio familiar de la Ciudad de Valdivia, según rango de ingresos y número de hogares (EOD, 2002).	70
Anexo 8.7 Ingreso promedio familiar de la Ciudad de Pto. Montt, según rango de ingresos y número de hogares (EOD, 2004).	70
Anexo 8.8 Ingreso promedio familiar de la Ciudad de Los Ángeles, según rango de ingresos y número de hogares (EOD, 2004).	71
Anexo 8.9 Nivel de ingreso promedio familiar en base a; Tablas 8.1, 8.2 y 8.3.	71
Anexo 8.10 Metodología para la determinación de Cortes de Ingreso con Tasas Simples.	72
Anexo 8.11 Viajes generados según rango de ingresos en modo Transporte Público y Privado para la Ciudad de Valdivia (EOD, 2002).	73
Anexo 8.12 Viajes generados según rango de ingresos en modo Transporte Público y Privado para la Ciudad de Puerto Montt (EOD, 2004).	73
Anexo 8.13 Viajes generados según rango de ingresos en modo Transporte Público y Privado para la Ciudad de Los Ángeles (EOD, 2004).....	74

1 Introducción

Actualmente en Chile la evaluación socioeconómica de un proyecto de transporte se enmarca por la existente metodología de preparación y evaluación de proyectos de vialidad urbana, la que se basa en el método de evaluación costo-beneficio (ACB), que tiene por objetivo considerar y evaluar todos los beneficios y costos sociales de cada proyecto, de tal forma de valorar su rentabilidad (MDS, 2013a).

De este modo, es que dentro de las etapas de evaluación económica de esta metodología se evalúa de manera agregada a todos los usuarios sin tener en cuenta a que grupos se están distribuyendo los beneficios o costos, es decir, no es posible encontrar alguna distinción entre grupos de ingreso socioeconómicos involucrados dentro de un proyecto. Esta situación pareciera ser originada por causas internas al sistema de evaluación, puesto que fue concebido en un marco circunscrito al denominado enfoque de eficiencia, siendo la alternativa a éste el enfoque de equidad. El primero de ellos postula que los costos y beneficios del proyecto deben sumarse sin considerar en el cálculo que algunos usuarios puedan haber sido más beneficiados que otros. El mecanismo busca maximizar el bienestar social, dejando el rol distributivo a la política fiscal (impuestos y subsidios), la que sería más idónea para definir e implementar la forma y magnitud de la redistribución que se acuerde tener. En tanto, el enfoque de equidad rompe este último postulado incorporando explícitamente elementos redistributivos en la evaluación, en razón de una supuesta ineficiencia de la política fiscal en su rol redistributivo (Agostini y Razmilic, 2015).

Otro aspecto de relevancia en la evaluación socio-económica de proyectos de transporte, es el valor social del tiempo. La actual metodología, evalúa este considerando los viajes por motivo de trabajo y ocio, en base a las “Remuneraciones y Costos Laborales Medios por Horas Pagadas Nominal General” publicado por el INE, valor aplicado a todo pasajero urbano y a todo vehículo, excepto camión (MDS, 2016b). De esta forma, los usuarios de bajos niveles de ingreso tienen un menor valor social de tiempo y baja tasa de generación de viajes, lo que implica estar subvalorando sus beneficios. De esta forma, si no hay un

contrapeso de equidad, se está privando a grupos de menor ingreso de la movilidad para acceder a mejores oportunidades (Niehaus et al., 2015).

En virtud de la evidencia expuesta y dado que en cada sociedad es posible distinguir ciertos grupos socioeconómicos que tienen marcadas sus preferencias por distintos modos de transporte (De Rus, 2006), es que esta investigación trabaja bajo el supuesto o hipótesis que el transporte público se asocia a usuarios de un nivel de ingreso promedio bajo, así como el transporte privado a usuarios de un nivel de ingreso promedio alto.

Por otro lado, es necesario mencionar que el método de análisis costo beneficio apela al concepto de Pareto potencial en reemplazo del de Pareto absoluto, es decir, aceptando que no importa quién gana y quién pierde. En este último, ningún individuo debe perder en una decisión de conveniencia unívoca para la sociedad, por lo que implica compensaciones entre los agentes; en el primero, esta compensación es potencial y sólo importa el efecto agregado positivo (MDS, 2015a). No obstante, el problema es que el principio de compensación no se lleva a cabo, pues es tan sólo un criterio conceptual de decisión (León et al., 2014).

En el mismo contexto, como una forma de disminuir parte de esa inequidad, fortalecer el transporte público y desincentivar del uso de vehículo particular, es que el Estado chileno ha establecido ciertas líneas de acción como, la Ley de Subsidio Nacional al Transporte Público y la Comisión Asesora Presidencial de Pro Movilidad Urbana (CPMU).

Por todo lo anteriormente expuesto surge preguntarse, ¿Es la actual metodología una real contribución hacia los usuarios del transporte público? ¿Deben desarrollarse los proyectos que producen una distribución de los beneficios más desigual? ¿Es el enfoque de eficiencia el mejor mecanismo para evaluar los proyectos de transporte?.

Esta tesis se estructura de la siguiente forma; en el segundo capítulo se expone un resumen de los fundamentos teóricos de la evaluación social de proyectos, estructura y relevancia del

sistema nacional de inversiones, revisión de los principales enfoques, así como los aspectos más relevantes de la metodología de proyectos de transporte urbano.

El tercer capítulo presenta el concepto de equidad distributiva, realizando una mirada crítica en torno a la actual metodología y revisando la experiencia extranjera en el mismo ámbito.

El cuarto capítulo se identifican las dos fuentes de información: la encuesta origen destino en hogares y la evaluación económica de los proyectos acá mencionados. Junto con la descripción y tratamiento de los datos empleados en el desarrollo del enfoque distributivo,

En el sexto capítulo se estiman los ponderadores distributivos en base a los estratos socioeconómicos y a los viajes realizados, permitiendo su posterior análisis y comparación con el enfoque de eficiencia.

Finalmente en el sexto capítulo se muestran las conclusiones y comentarios de este trabajo.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo General:

Analizar y comparar dos enfoques de evaluación de proyectos, el de eficiencia y distributivo, usando la Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Urbana en Chile, para mejorar la perspectiva a nivel de la toma de decisiones otorgando un mayor énfasis a los beneficiarios del transporte.

1.1.2 Objetivos Específicos:

- Analizar de forma crítica la metodología de preparación y evaluación de proyectos de vialidad urbana en Chile, incorporando observaciones de evaluación de proyectos de otros países, desde una perspectiva de equidad distributiva.
- Desarrollar enfoque distributivo utilizando ponderadores distributivos que permitan agregar el efecto de los viajes según modo de transporte.
- Reevaluar proyectos de infraestructura vial urbana bajo el enfoque distributivo.
- Comparar resultados del enfoque distributivo versus el de eficiencia.

2 Marco Teórico

La evaluación social de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para el país; es decir, consiste en determinar el efecto que la ejecución del proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad (Fontaine, 2008). Es una herramienta para la toma de decisiones que permite determinar la conveniencia que tiene para la sociedad invertir en diversas iniciativas cuando se tienen recursos escasos (MDS, 2015a). Es importante entonces comprender los fundamentos económicos ligados a la evaluación de proyectos, esto es, el cómo se mide el bienestar social el cual es entregado por la Economía del Bienestar, cuya rama de la economía busca evaluar las políticas económicas en términos de sus efectos sobre el bienestar de la comunidad, a partir de las bases establecidas por el enfoque utilitarista desarrollado principalmente por Jeremy Bentham, que sostiene que la sociedad debe maximizar la utilidad agregada de cada uno de sus miembros, con el fin de alcanzar la mayor felicidad o el mayor bien para el mayor número (Stiglitz, 2000).

En este contexto, Varian (2010) describe la utilidad como un concepto técnico utilizado para representar el grado de bienestar de los individuos en función de sus preferencias. Sobre este mismo concepto se define una función de bienestar social, como una función de las funciones de utilidad de los individuos:

$$W(u_1(x), \dots, u_n(x)) \tag{2.1}$$

Con:

u_i : nivel de utilidad del individuo i .

x_i : canasta de consumo del individuo i .

Llamada también función de bienestar individualista o de Bergson-Samuelson¹. Stiglitz (2000), plantea que a esta función se debe atribuir el mismo peso a la utilidad de una persona cualquiera que a la utilidad de otra.

¹ Abram Bergson y Paul Samuelson son economistas que estudiaron las propiedades de este tipo de función del bienestar a principios de los años cuarenta.

En este mismo orden de ideas Contreras (2004), indica que un proyecto debería ser aceptado si el estado a que conduce (E1) es preferido por la comunidad al estado inicial (E0). Esto lleva a la necesidad de determinar criterios de comparación entre distintos estados.

En primer término los economistas definen un criterio llamado *eficiencia en el sentido de Pareto*. Al respecto Boardman et al. (2001), señala que una asignación es eficiente en el sentido de Pareto cuando no existe otra asignación alternativa tal que un individuo mejore sin que otro empeore. En el mismo sentido, Contreras (2004) lo define como el estado en que nadie puede mejorar sino es a costa de empeorar el bienestar de otro.

El segundo criterio en que se basa la economía de bienestar es el *principio de compensación potencial o criterio de Kaldor-Hicks*. Este principio sostiene que si un proyecto es viable, es posible que los beneficiarios compensen a los que resultan perjudicados y aun así beneficiarse. Se trata de un principio práctico debido a que supera las dificultades de incorporar el aplicar el principio de Pareto, de acuerdo al cual no puede haber pérdidas de bienestar en un individuo de la sociedad, como consecuencia de toda decisión de inversión. El problema es que el principio de compensación no se lleva a cabo, pues es tan sólo un criterio conceptual de decisión. Pero además, no tiene en cuenta para nada los aspectos distributivos, pues se fija solamente en ganancias netas de bienestar y no en la distribución final de los resultados (León et al., 2014).

Sin embargo, lo anterior es solo el punto de partida, teórico para la evaluación de las inversiones. La existencia e interacción entre numerosos mercados y agentes que puede requerir la presencia de un organizador superior, a fin de coordinar las decisiones de provisión y consumo. En efecto, Fontaine (2008) sostiene que será responsabilidad del gobierno de turno establecer si los beneficios de la redistribución superan o no sus costos en términos de la eficiencia con que se asignan los recursos para el consumo e inversión nacional. De este modo, es que dentro del ámbito de inversión pública, el Ministerio de Desarrollo Social, ex-MIDEPLAN, considera que el Estado enfrenta, en general, dos

decisiones: definir las propuestas de inversión más convenientes cuando son considerados en forma independiente, y determinar el conjunto de propuestas que optimizarán su restricción presupuestaria. Es por ello que para resolver estos aspectos, el Estado debe atender el objetivo de maximizar el bienestar social colectivo (maximización de la generación de riqueza de la sociedad), sujeto al logro de las metas de crecimiento y equidad (MDS, 2015a). En otras palabras, el Estado debe velar porque la inversión del sector público se realice de manera eficiente y coordinada; y a la vez debe ir articulando su accionar, en conjunto con el sector privado, para lograr el desarrollo productivo y tecnológico necesario para competir eficazmente (MIDEPLAN, 1998).

2.1 Sistema Nacional de Inversiones (SNI)

Una vez establecido que el Estado participa en los mercados ofertando determinados bienes y servicios, particularmente los denominados de infraestructura pública, debe disponerse de un marco que permita la asignación de los recursos para maximizar el bienestar social (MDS, 2015a). Nace entonces, el Sistema Nacional de Inversión (SNI) como un marco técnico-institucional-legal dentro del cual se lleva a cabo el proceso de inversión pública (MIDEPLAN, 1998).

En Chile, por Ley, todo ente público, sea este un ministerio, gobierno regional, municipio, empresa o servicio público, que quiera ejecutar un proyecto o programa de inversión, incluyendo los estudios de base requeridos, debe presentar una petición al Sistema Nacional de Inversiones (SNI), para su evaluación (Gómez Lobo y Belmar, 2010).

El Sistema Nacional de Inversiones es administrado por el Ministerio de Desarrollo Social, a través de la División de Evaluación Social de Inversiones, en conjunto con el Ministerio de Hacienda, a través de la Dirección de Presupuestos (DIPRES), que es el organismo técnico encargado de la asignación de los recursos financieros del Estado, mientras la División de Evaluación Social de Inversiones es la que establece las normas, procedimientos técnicos y las metodologías que se aplican en la evaluación ex-ante y ex-post de los proyectos

ejecutados. Este Sistema funciona estructurado en cuatro subsistemas, los que son la base del proceso de inversión pública; a) Subsistema de Análisis Técnico Económico, b) Subsistema de Formulación Presupuestaria, c) Subsistema de Ejecución Presupuestaria, d) Subsistema de Evaluación Ex-post o de Resultados. Es el primero de ellos, a cargo la División de Evaluación Social de Inversiones el cual tiene como herramientas para cumplir una de sus funciones el desarrollo de los instrumentos de formulación y evaluación de iniciativas de inversión pública, generando nuevas metodologías, actualizando las existentes y estimando los parámetros y precios de eficiencia para la evaluación socioeconómica de las iniciativas de inversión pública (precios sociales), rol que cumple específicamente el Departamento de Metodologías (MDS, 2015a).

A continuación, y a modo de resumen, la Figura 2.1 muestra un esquema de la relación entre los ministerios o entidades a cargo y el SNI, según lo explicado anteriormente.

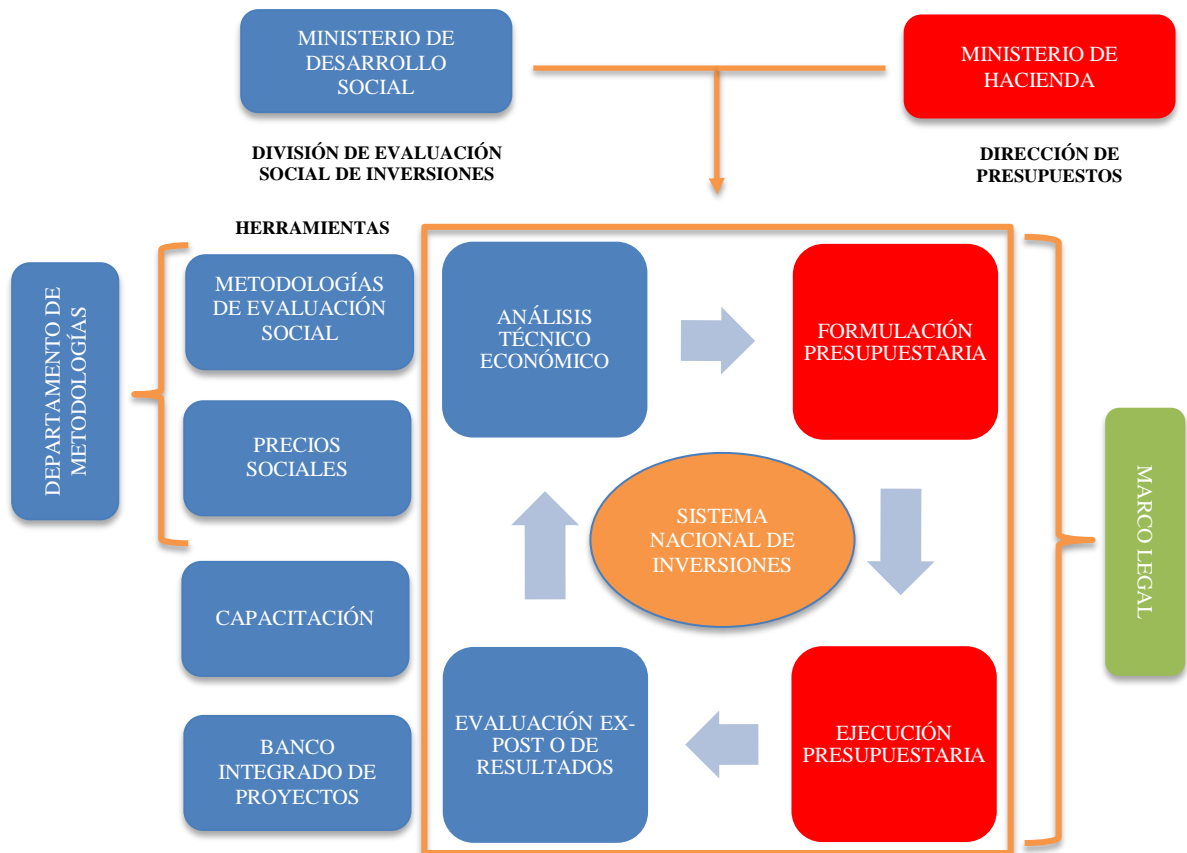


Figura 2.1 Estructura del Sistema Nacional de Inversiones (SNI). Modificado de (MDS, 2013b).

Por último, es preciso notar que la base general sobre la que se sustenta el SNIP es el enfoque de eficiencia, luego en el siguiente acápite se abordará lo referente a los diferentes enfoques en la evaluación de proyectos.

2.2 Enfoques de Evaluación de Proyectos

En evaluación de proyectos se han desarrollado principalmente tres enfoques los cuales se basan en los criterios básicos de la economía del bienestar (criterio de Pareto y Kaldor-Hicks). El primero de ellos tiene por objetivo el incremento en la disponibilidad de bienes para el consumo al menor costo posible para la sociedad, conocido como el enfoque de eficiencia. El segundo de ellos busca mejoras en la distribución del ingreso en la sociedad, enfoque distributivo, y por último, el enfoque de necesidades básicas que intentar satisfacer ciertos bienes de consumo constituidos como fundamentales. Sin embargo históricamente se ha procurado a contribuir al objetivo de la eficiencia en la asignación de recursos (Contreras, 2004). A continuación se exponen con mayor detalle estos tres enfoques.

2.2.1 Enfoque de Eficiencia

El enfoque de eficiencia se basa en tres postulados para medir el cambio en el bienestar que experimenta un individuo o la sociedad al cambiar el consumo y producción de bienes, de acuerdo a Harberger (1971):

1. El precio de demanda competitiva de un bien mide el valor de una unidad para el consumidor.
2. El precio de oferta competitiva de un bien mide el valor de una unidad para el productor.
3. Cuando se evalúan los beneficios y costos netos de una determinada decisión, éstos deben sumarse sin considerar como se distribuyen.

El primer y segundo postulado indican que los beneficios y costos sociales se deben valorar bajo las curvas de oferta y demanda. El estimar los beneficios sociales bajo la curva de demanda será válido mientras la utilidad marginal del ingreso no experimente variaciones importantes. En lo específico, el segundo postulado establece que los costos marginales sociales, representan los precios mínimos que los productores están dispuestos a aceptar por producir una unidad adicional de ese bien. El tercer postulado, constituye el soporte de este enfoque el cual asume implícitamente que: un peso es un peso, sin importar quién lo paga o quién lo recibe.

Por otra parte, Contreras (2004), plantea de la Ecuación (2.1) presentada en el capítulo anterior, una derivación de la función de bienestar social (demostrable analíticamente), la cual expresa los cambios en el bienestar producto del proyecto:

$$\Delta W = \sum_{i=1}^n \phi_i \times VP_i \quad (2.2)$$

Donde:

ΔW : cambio en el bienestar a consecuencia del proyecto.

ϕ_i : mide el cambio en el bienestar social respecto al consumo del individuo i .

VP_i : valor presente del proyecto para el individuo i .

De la Ecuación (2.2), se puede sacar ϕ_i fuera de la sumatoria, o sea desde el punto de vista del enfoque de eficiencia este parámetro es constante e igual para todos los individuos, lo que corresponde al tercer postulado. Es importante aclarar que la escuela de eficiencia no desconoce la variación de los ponderadores distributivos (ϕ_i), pero plantean que la sociedad debe maximizar la disponibilidad de bienes para el consumo. Asimismo, Harberger (1971) recomienda su aplicación en virtud de la complejidad para establecer medidas rigurosas de los ponderadores distributivos, por la dificultad de lograr consenso social sobre las estimaciones y para disponer de información desagregada por individuos.

Desde una perspectiva más general, varios autores (Harberger, 1971; Contreras, 2004 y Vizzio, 2000), han expuesto algunas de las características o argumentos a favor en el uso de este enfoque; a) No se requiere identificar los agentes que ganan y pierden, ni tampoco de la determinación de los ponderadores (ϕ_i), b) Existencia de valoraciones objetivas, en la estimación del VAN, y c) Evita comportamientos oportunistas por parte de las autoridades (promesas electorales, populismo, grupos de interés, etc.). Bajo este enfoque es el Estado a través de sus organismos es quien debe preocuparse por la eficiente distribución del ingreso, a través de medidas tales como impuestos o subsidios (Contreras, 2004).

En Chile, el enfoque de eficiencia constituye la base general sobre la que se sustenta el SNI. Puesto que el objetivo prioritario de la obra pública es el crecimiento económico y que el Estado puede redistribuir los beneficios netos sociales generados por los proyectos a través de políticas específicas, para avanzar así en la distribución deseada del ingreso. Algunas de las razones que se establecen son; Primero que es un enfoque científico, de relativamente fácil implementación y sujeto a juicio por comparación sobre una base rigurosa. Segundo, existen dificultades para establecer con rigurosidad los criterios asignativos correspondientes a las preferencias de la sociedad. Tercero, evita la posible manipulación de los factores de ajuste, en procura de intereses sectoriales que no necesariamente corresponden a las preferencias de la sociedad. Cuarto, y ultimo, es que está implícita en la decisión de las autoridades de seguir los objetivos de crecimiento, por lo cual las ponderaciones distributivas no desaparecen del análisis, aunque si explícitamente (MDS, 2015a).

Por todo lo anterior, se demuestra que el principio de la compensación no presta la debida atención a las cuestiones distributivas, en consecuencia, los economistas han recurrido a otros dos enfoques (Stiglitz, 2000).

2.2.2 Enfoque Distributivo

El enfoque distributivo o de equidad comienza con el objetivo de obtener mejoras en la distribución del ingreso y en rechazo al tercer postulado del enfoque de eficiencia, lo cual indica que, los ponderadores (ϕ_i) son variables de un individuo a otro. En específico, corresponde a un conjunto de trabajos desarrollados por diversos autores e instituciones, se destacan Dasgupta et al. (1972), Little y Mirrless (1974) y Squire y Van der Tak (1977).

Squire y Van der Tak (1977) sostienen que la debilidad de los sistemas tributarios (especialmente en países en desarrollo) y la existencia de intereses políticos, sectoriales y de grupos de poder no aseguran que la política sea eficaz en el logro de los objetivos distributivos. Asimismo, Little y Mirrless (1974) cuestionan la eficiencia de los mecanismos impositivos y de transferencia para redistribuir el ingreso, hecho por el cual se aplicarían los ponderadores distributivos de forma explícita.

Es interesante destacar que la incorporación de los factores distributivos hace necesario distinguir los beneficios percibidos por los diferentes agentes (usuarios), que el análisis de eficiencia no realiza (Torche, 1994).

Ahora bien, de la Ecuación (2.2) ϕ_i no es una condición observable directamente, Contreras (2004) plantea que estos pueden ser estimados de alguna forma razonable:

$$\phi_i = \left(\frac{Y}{Y_i} \right)^\alpha \quad (2.3)$$

Donde:

Y: ingreso per cápita promedio del país.

Y_i : ingreso per cápita del decil o quintil de ingresos.

α : parámetro de sensibilización ($0 \leq \alpha \leq 1$).

Este ponderador mide en cuanto valora la sociedad los aumentos o disminuciones de consumo que se producen para cada uno de los individuos. Asimismo, con esta aproximación se puede en primer lugar formar grupos homogéneos de nivel de ingreso agregado, siendo innecesario identificar a cada uno de los individuos que ganan o pierden con el proyecto. En segundo lugar, se encuentra disponible la información de ingreso per cápita, en efecto no se necesita conocer el nivel de utilidad de cada individuo (u_i , Ecuación (2.1)), y por último los ponderadores se acotan (parámetro de sensibilización) de manera de evitar el uso de juicios de valor (discrecionalidad).

El parámetro α permite sensibilizar respecto a distintos énfasis en la voluntad redistributiva de la autoridad. De esta forma, un $\alpha=0$ se vuelve al enfoque de eficiencia implicando cero énfasis en los aspectos redistributivos, en cambio, un $\alpha=1$ se tendrá el máximo énfasis redistributivo. Sin embargo, el autor no aconseja esta última alternativa, puesto que se estaría favoreciendo a todos los que están por bajo el ingreso promedio a costa de los que están por sobre éste, incurriendo en costos de pérdida de eficiencia.

Existen además otros procedimientos para la estimación de los ponderadores distributivos, de ellos cabe mencionar; a) utilización de los proyectos elegidos por los servicios públicos, con el fin de revelar las ponderaciones distributivas implícitas en las decisiones de las autoridades², b) método de los valores de cambio, el cual consiste en evaluar y ordenar los proyectos desde el punto de vista del aumento en el producto que originan, incluyendo información del valor mínimo que deberían tener las ponderaciones distributivas, así se modifica el ordenamiento en la toma de decisiones (Dasgupta et al., 1972), c) empleo de hipótesis restrictivas sobre la función utilidad de los consumidores con el objeto de lograr inferir valores más precisos para las ponderaciones, se postula acá que el bienestar social de cualquier período puede ser considerado como la suma de los niveles de utilidad individual, como lo es la utilidad marginal, la cual es decreciente con el nivel de consumo (Little y Mirrless, 1974; Squire y Van der Tak, 1977).

² Se recomienda ver Weisbroad, B.A. (1968, 1972) para la aplicación de la metodología empleada y sus limitaciones.

2.2.3 Enfoque de Necesidades Básicas

Un enfoque alternativo es el de necesidades básicas, el cual comienza producto de los costos de ineficiencia implícitos en el enfoque distributivo. Esto es, si se aceptan proyectos que conducen a un incremento en el bienestar social, pero que tengan un VAN menor a cero, otorgado por efecto de los ponderadores, ello contribuiría a la redistribución progresiva del ingreso a expensas de los grupos socioeconómicos altos (Contreras, 2004).

El enfoque se desarrolla por los trabajos de Charles McLure, complementado por Marcelo Selowsky, formalizado en su concepto y aplicación práctica en el contexto de la evaluación de proyectos públicos por Arnold Harberger (MDS, 2015a). Este último, concibe que la esencia del enfoque de necesidades básicas es el reconocimiento de una externalidad asociada a una mejora (o deterioro), en la medida que se satisfacen ciertas necesidades de segmentos específicos de la sociedad, la motivación para tal externalidad es originada por el altruismo (Harberger, 1984). Al mismo tiempo señala que el enfoque de las necesidades básicas es totalmente compatible con los tres postulados básicos del enfoque tradicional de la economía de bienestar.

En este mismo contexto, Torche (1994) manifiesta que los consumidores están interesados en satisfacer ciertas necesidades, tales como la educación y salud, lo que se demuestra en las colectas y en la disposición a entregar ingresos a fundaciones o programas sin fines de lucro, las cuales buscan satisfacer bienes específicos. De esta forma, existen ciertos bienes que producen preocupación dentro de cierto límite, tanto en el individuo como en otras personas, entonces si el consumo no rebasa estos límites esta externalidad desaparece totalmente.

No obstante, Contreras (2004) critica este enfoque apuntando a su aplicación práctica, ya que se necesita de; a) identificar que bienes y servicios son considerados básicos por la sociedad y cuáles no lo son, b) identificar que grupos de bajos ingresos son considerados grupos objetivo por la sociedad, c) determinar para cada bien y servicio considerado básico, la

disposición a pagar social (incluyendo medición de efectos externos positivos) por elevar el consumo de los grupos objetivo.

2.3 Aspectos Generales de la Evaluación Socioeconómica en la Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Urbana

En líneas generales, las metodologías de evaluación social persiguen medir la contribución de un proyecto al crecimiento económico del país, al estimar sus beneficios para la sociedad y sus costos probables. Los proyectos de vialidad urbana proporcionan al país la infraestructura de calles y avenidas necesarias para el movimiento de vehículos colectivos y particulares, los cuales interactúan con los peatones (MIDEPLAN, 1998).

La teoría sobre la cual se basan la metodología de preparación y evaluación de proyectos de vialidad urbana, consideran los beneficios económicos provenientes del tránsito, específicamente del ahorro de los recursos asociados al tiempo de los usuarios, combustible y otro recursos de operación de vehículos. Este ahorro corresponde a la diferencia de los costos entre la situación sin proyecto con la situación con proyecto, lo cual se realiza midiendo rentabilidad con los indicadores económicos de corto y largo plazo. Cabe mencionar, por otra parte que un supuesto básico en el cálculo de beneficios es que no se consideran los beneficios asociados a cambios en las matrices origen-destino por modo. Es decir, no se considera el caso de tráfico generado (nuevos viajes en la red), transferencias de tránsito (modificación de la distribución de los viajes) y cambios en la elección de modo de los usuarios. Otro aspecto fundamental que se debe señalar, es que la evaluación socioeconómica es realizada de acuerdo al Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MESPIVU)³, utilizando como base el análisis costos beneficio (MDS, 2013a).

En los siguientes acápite se trata de entregar los aspectos más relevantes y esbozar los principales conceptos de la Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de

³ Desarrollado por la Universidad de Chile en 1988 por encargo de la Comisión de Transporte Urbano.

Vialidad Urbana, con el fin de entregar los lineamientos generales que permitan cumplir con el desarrollo de esta tesis.

2.3.1 Precio Social

En este apartado se desarrolla el concepto de precio social, en específico, sobre el valor social del tiempo de viaje, puesto que los ahorros de tiempo constituyen un elemento clave en la evaluación socio- económica de proyectos de transporte (MESPIVU, 1988). Además, se incluirá la tasa de descuento, precio social del combustible y otros costos de operación.

Con el propósito de determinar una correcta evaluación social de los proyectos se requiere valorizar tanto beneficios y costos, usando precios sociales⁴. De acuerdo a Squire y Van der Tak (1977) estos pueden definirse como el valor de la contribución que todo cambio marginal en la disponibilidad de bienes aporta a los objetivos fundamentales del país. En otras palabras, el objetivo de la estimación de los precios sociales es disponer de valores que reflejen el verdadero beneficio o costo para la sociedad de utilizar unidades adicionales de recursos (costo o beneficio marginal) durante la ejecución y operación de un proyecto de inversión (MDS, 2016b). A su vez, los precios sociales difieren de los precios de mercado, ya que incorporan costos o beneficios que los últimos no consideran, debido a la presencia de impuestos, subsidios, efectos indirectos y externalidades (MIDEPLAN, 1998).

En el mismo contexto, como ya se mencionó la determinación del valor social del tiempo juega un rol determinante en la evaluación de proyectos de transporte. MESPIVU (1988) en su punto 9.3.3.2, considera su obtención en función del tiempo de trabajo, en el cual recomienda un único valor e igual al sueldo promedio en el país, por las siguientes razones; a) permite consistencia entre evaluaciones, b) es equitativo entre individuos, regiones y modos de transporte, y c) es más simple de aplicar.

⁴ También llamados en la literatura precios de cuenta, precios sombra o valores sociales.

Es decir, el tiempo se valora como la pérdida de producción que percibe la sociedad al dedicarse a tareas improductivas⁵ (MDS, 2015a). Actualmente, el Ministerio de Desarrollo Social a cambiado la forma de calcular este valor:

$$VTS_{\text{URBANO}} = \alpha \times VTT + \beta \times VTO \quad (2.4)$$

Donde:

VTS_{URBANO} : valor social del tiempo para viajes urbanos, por pasajero.

VTT: valor tiempo de trabajo.

VTO: valor tiempo de ocio.

α : porcentaje de viajes realizados durante la jornada de trabajo.

β : porcentaje de viajes realizados en tiempo de ocio.

Actualmente, para los viajes con motivo de trabajo se utiliza un enfoque de “productividad”, y los viajes con motivo de ocio un enfoque de “disposición a pagar”. De este modo, el cálculo del VTT se obtiene a partir Costo de la Mano de Obra por Hora total, el cual está compuesto por las remuneraciones más costos del empleador por concepto de gastos del trabajador (colación, movilización, capacitación y servicios de bienestar). El Valor de Tiempo de Ocio (VTO) es un 39,08% del Salario Bruto por Hora, determinado a partir del estudio “Estimación del Valor del Tiempo de Viaje Urbano mediante preferencias declaradas, SECTRA 2015”, representativas de las ciudades de Santiago, Valparaíso y Concepción. Para la estimación del salario bruto se utiliza la Remuneración Ordinaria por Hora Ordinaria, todo lo anterior según las estadísticas publicadas por el INE. Los ponderadores, α y β , corresponden a 3% y 97% respectivamente, de acuerdo a la Encuesta Origen Destino elaborada por SECTRA en el año 2003, a excepción del modo camión (MDS, 2016b). Si bien, la metodología distingue por ámbito urbano e interurbano, de acuerdo a las líneas de investigación, no es de interés de esta tesis abarcar un mayor análisis hacia modos como buses interurbanos y vehículos pesados⁶.

⁵ Por ello, la aproximación metodológica corresponde a la de *Multiplicadores de Lagrange*. Ver mayores detalles en MDS, 2015a.

⁶ Los buses interurbanos y vehículos pesados se categorizar en el capítulo de resultados como “otros”.

Otro factor importante a considerar, es la *tasa social de descuento (TSD)*, la cual representa el costo alternativo que incurre el país cuando se utilizan recursos para financiar proyectos y no a un mejor uso alternativo (MDS, 2016b). La elección de esta tasa tiene un impacto considerable en la rentabilidad del proyecto, puesto que es el parámetro para convertir los flujos futuros de beneficios y costos sociales de un proyecto, en valor presente (BID, 2004). En Chile, bajo la metodología neoclásica o de eficiencia, asociada a lo propuesto por Harberger, se determina el cálculo de la TSD, a partir de la valoración alternativa que la sociedad le da a la utilización de los fondos de inversión cuyas fuentes provienen del ahorro privado, la inversión privada y el ahorro en fuentes externas, en efecto, su valoración es simplemente una ponderación asociada a cada una de estas fuentes (MDS, 2015a). El valor actual de la TSD y la estipulada en cada proyecto es de 6%.

Por último, se valoran también otros insumos en proyectos de transporte, de los cuales cabe mencionar el combustible y otros costos de operación. El primero de ellos, se estima diferenciando en las gasolinas de 93, 95 y 97 octanos y diésel. Para ello, se corrige el precio de mercado (en base a un promedio nacional) utilizando el impuesto específico llevado a unidad monetaria a través de la UTM, además se considera el IVA y la tasa arancelaria. Al mismo tiempo, puesto que el combustible es de origen extranjero, se realiza una última corrección por el factor social de la divisa. En el segundo insumo, se consideran como componentes todos aquellos que se ven directamente influidos por el estado de la carpeta de rodado al circular por ella, estos son: lubricantes, neumáticos y mantenimiento del vehículo, en este último se incluyen repuestos y mano de obra (MDS, 2016b).

2.3.2 Costos de Inversión y Valor residual

Desde una perspectiva general, los *Costos de Inversión* son todos los necesarios para dejar el proyecto en funcionamiento. En específico, se consideran los costos asociados al suelo urbano (expropiaciones), a la construcción de las obras, incluyendo los costos de los sistemas de operación y control de tránsito, así como los del proyecto definitivo de ingeniería y de

asesoría y supervisión a la construcción. Por lo demás, es evidente que la mayoría de las partidas en obras de construcción tienen un precio de mercado, las cuales deben determinarse con fines de asignación presupuestaria, a partir de ello es posible estimar el precio social, para fines de evaluación. Sin embargo, hay algunas partidas que por no transarse en el mercado o por su mayor incertidumbre tienen un alcance especial, estas son; la reposición de servicios, expropiaciones y áreas verdes y/o áreas de uso público recreacional (MESPIVU, 1988). La cuantificación de los costos de inversión se determina en base a las cubicaciones y precios unitarios, de acuerdo a los ítems más importantes, luego una vez cuantificados las obras involucradas se aplican los precios sociales y finalmente se determina el costo social y por ende también el costo privado de la inversión. Por último, cabe señalar que el monto de inversión se aplica normalmente en el año cero de la evaluación.

Adicionalmente, en el último período de evaluación se deberá incluir el *Valor Residual*, monto que toma en cuenta la posibilidad de reutilización de las obras correspondientes al final de la vida útil del proyecto, a este valor en general solo se suman algunas partidas según el proyecto involucrado⁷.

2.3.3 Beneficios Sociales

Los beneficios económicos producto del ahorro de recursos asociados al desplazamiento de vehículos se obtienen como la diferencia de los consumos entre cada alternativa y la situación base. El consumo de los recursos a considerar son: tiempo de los usuarios, combustible y otros costos de operación, estos son calculados a partir de los resultados de la modelación. Así, siguiendo la metodología propuesta en el MESPIVU (1988), aplicando las fórmulas que se detalla a continuación.

⁷ Según evidencia recabada, estos valores están sujetos a análisis por parte del ministerio de desarrollo social y el coordinador de estudio.

Tiempos de Viaje: El consumo anual de tiempo para cada situación (base y alternativas) y corte temporal según modelación, el consumo monetario del tiempo de viaje (CT) se determina conforme a la siguiente expresión:

$$CT_i = FE_i \sum_{j=1}^{NV} \left(VT_j \times \sum_{k \in NA_j} q_{ijk} \times TV_{ik} \times TO_{ijk} \right) \quad (2.5)$$

Donde:

FE_i : factor de expansión anual del período i (hr/año).

q_{ijk} : flujo de vehículos tipo j ($j = 1, \dots, NV$) en el arco k durante el período i (veh/hr).

TO_{ijk} : tasa de ocupación de vehículos tipo j ($j = 1, \dots, NV$) en arco k durante período i (pax/veh).

TV_{ik} : tiempo medio de viaje para vehículos del arco k en el período i (hr).

NA_j : conjuntos de arcos de la red que hay del tipo j (hr/año).

VT_j : precio social del tiempo para los usuarios de vehículos tipo j (\$/pax-hr).

Combustible: El cálculo de los costos asociados al consumo de combustible (CC), se estima a partir de longitudes de arcos y detenciones, pasando por factores de consumo ligados a la velocidad de recorrido, y de las demoras, con un factor de consumo al ralentí.

$$CC_i = FE_i \sum_{j=1}^{NV} \left(VC_j \sum_{k \in NA_j} q_{ijk} [L_k cm_j(V_{ik}) + h_{ik} cd_j(V_{ik}) + d_{ik} cr_j] \right) \quad (2.6)$$

Donde:

L_k : longitud del arco k (km).

h_{ik} : número de detenciones por vehículo en el arco k en el período i .

d_{ik} : demora en el arco k en el período i .

cm_j : consumo unitario en movimiento de los vehículos tipo j , en función de la velocidad media de los vehículos en el arco k en el período i (lt/veh-km).

cd_j : consumo en exceso por una detención de un vehículo tipo j , en función de la velocidad media de los vehículos en el arco k en el período i (lt).

cr_j : consumo al ralentí de un vehículo tipo j , en función de la velocidad media de los vehículos en el arco k en el período i (lt).

VC_j : precio social del combustible ($\$/lt$).

Otros Costos de Operación: Su cuantificación se estima a partir del modelo Orrego, el cual utiliza funciones del costo por tipo de vehículo en función de la rugosidad, por lo que su beneficio proviene directamente de una mejora en la carpeta de rodado. El cálculo se puede estipular en la siguiente relación general:

$$C = \sum_{i \in A_i} \sum_{k \in V_k} OCO_{ik} \times l_i \times q_{ik} \quad (2.7)$$

Donde:

C : Costo total de la red.

A_i : Conjuntos de arcos de la red.

V_k : Conjuntos de vehículos tipo k que circulan en la red.

OCO_{ik} : Otros costos de operación para el vehículo tipo k en el arco i (según Orrego).

l_i : Longitud del arco i .

q_{ik} : Flujo vehicular tipo k sobre el arco i .

Posterior, a la estimación del consumo de los recursos para las alternativas y la situación base, es posible calcular los beneficios en cada periodo para los cortes temporales considerados, valorizados mediante precios social y expandidos de acuerdo al número de horas anuales de cada período, situación que se trata diferenciadamente según tipo de proyecto (MDS, 2013a).

2.3.4 Proyección de los Beneficios

En primer lugar, es importante recalcar que desde la perspectiva de la evaluación social de proyectos de vialidad urbana, la estimación de beneficios se apoya de la simulación, la cual varía a lo largo de su vida útil de forma no lineal, dependiendo de la naturaleza del proyecto, por esta razón se hace necesario modelar una o más condiciones de operación en determinados años, los cuales se denominan *cortes temporales* (MESPIVU, 1988). Los proyectos acá considerados son clasificados como no estructurales y con reasignación de flujo, de acuerdo al punto 2.1.2.3 del MESPIVU (1988) se recomienda modelar dos cortes temporales, uno al primer año de operación y el segundo (corte temporal futuro) diez años después. Sin embargo, existe la posibilidad que la situación base esté saturada en este segundo corte temporal, lo que se traduce en una sobreestimación de beneficios del proyecto. A fin de evitar este tipo de problemas lo recomendable es que el segundo corte temporal, para efectos de modelación del proyecto, corresponda al año anterior al que se produce la saturación de la situación base (pero no posterior al décimo año de operación de proyecto). En caso de que el segundo corte sea a menos de tres años del primer corte, es recomendable modelar sólo el primer corte temporal, dado que el segundo no alcanza a reflejar cambios significativos.

Lo anterior, permite definir los criterios para la proyección de beneficios del proyecto en el horizonte de evaluación. Debido a la alta complejidad que requiere en la etapa de simulación, cada una de las alternativas para cada periodo de modelación, hace en la práctica imposible simular todos los períodos para cada año de plazo de evaluación, siendo necesario desarrollar procedimientos ad-hoc de proyección de beneficios (MDS, 2013a).

Comúnmente, se obtiene el beneficio anual de la etapa de modelación, el cual es necesario interpolar entre los dos cortes temporales y, posteriormente, extrapolar desde el segundo corte temporal hasta el final del horizonte de evaluación. Se recomienda extrapolar con pendiente igual a la utilizada para la interpolación (MESPIVU, 1988). Sin embargo, según los proyectos considerados en esta tesis, en el caso de los 10 años posteriores al segundo

corte temporal, se proyectan los beneficios linealmente con una pendiente del 50% de la que se utiliza para la interpolación (tasa de crecimiento) y, luego, a estos 10 años se mantienen los beneficios constantes hasta el año 20 de evaluación⁸ (SECTRA, 2013).

2.3.5 Indicadores de Rentabilidad Económica

En base a los beneficios y costos de inversión, valorizados a precios sociales, descritos en los puntos anteriores se determinan los indicadores de rentabilidad de corto y largo plazo. Esta última se mide mediante el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) (MDS, 2013a). A continuación se presentan estos indicadores.

Valor actual Neto (VAN): Es el principal indicador utilizado en el análisis costo-beneficio social y permite transformar los flujos de beneficios netos futuros al presente (MDS, 2015a). Este se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$VAN = I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{(1+r)^i} + \frac{VR}{(1+r)^i} \quad (2.8)$$

Donde:

I_0 : Inversión inicial.

n : Horizonte de evaluación total del proyecto.

b_i : Beneficios sociales en el año i de funcionamiento del proyecto.

r : Tasa social de descuento.

VR : Valor residual del proyecto.

El criterio de decisión es, si $VANS < 0$, el proyecto no es rentable socialmente; si $VANS > 0$, el proyecto es rentable.

⁸ En la práctica, la proyección de los beneficios y la definición de los cortes temporales, está sujeta a evaluación por parte del coordinador de estudio y la contraparte técnica.

Tasa interna de Retorno (TIR): Es aquella tasa para la cual los costos se igualan a los beneficios, o en otras palabras la tasa a la cual se recupera la inversión. La TIR permite medir de cierta forma el costo de oportunidad del dinero invertido en el proyecto

$$VAN = 0 = I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{(1+\rho)^i} + \frac{VR}{(1+\rho)^i} \quad (2.9)$$

Donde:

ρ : Tasa interna de retorno.

El criterio de decisión al utilizar la TIR es el siguiente: si $\rho > r$, es conveniente ejecutar el proyecto; si $\rho < r$, no es conveniente ejecutar el proyecto.

Así, el cálculo de indicadores de rentabilidad económica tiene como objetivo entregar cifras que sirvan de apoyo a la toma de decisiones, de manera que permitan definir una escala de prioridades entre las distintas alternativas de solución propuestas. Sin embargo, los criterios de justificación de la materialización de un proyecto, medidos a través de sus indicadores de largo plazo, no determinan el año óptimo de inversión, la que debe ser estimada a través de los indicadores de corto plazo. Estos corresponden a la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) o Tasa de Retorno del Primer Año y el Valor Actualizado Neto del Primer Año (VAN1).

Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI): Se define como el beneficio del proyecto durante su primer año de operación dividido por la inversión. Esto es:

$$TRI = \frac{b_1}{I_0} \quad (2.10)$$

Donde:

b_1 : beneficios del primer año de funcionamiento del proyecto.

El criterio de decisión es, si TRI es mayor que la tasa social de descuento (r) vigente, el proyecto se considera rentable.

Así, el año óptimo de inversión queda determinado por el año en el que la TRI supera el valor de la tasa social de descuento (r), o equivalentemente, el año en que el VAN1 es mayor a cero (positivo).

Valor Actualizado Neto del Primer Año (VAN1): Corresponde al costo de postergar un año el proyecto. Esta dado por:

$$VAN_1 = \frac{(b_1 - I_0 \times r)}{(1+r)} \quad (2.11)$$

Los criterios recién indicados son equivalentes, respectivamente, a encontrar el valor de la tasa de descuento social que hace cero el valor actualizado neto del primer año o a la estimación del costo de postergar un año del proyecto a partir del momento en que este se justifica.

2.4 Equidad distributiva en la metodología de preparación y evaluación de proyectos de vialidad urbana

En términos generales, la Evaluación Social de Proyectos o Evaluación Socio-económica de Proyectos, es cuestionada por no considerar de manera explícita los efectos distributivos, éstos debieran ser objeto de análisis en todas las etapas de la pre-inversión y debieran acompañarse de manera destacada en la evaluación (Aguilera et al., 2011). Asimismo, Fontaine (2008), advierte que esto es debido principalmente a que no se puede emitir un juicio técnico sobre si estos efectos benefician o perjudican a la sociedad como un todo. No obstante, cuando los efectos redistributivos de algún proyecto son significativos, el autor indica que: “el evaluador debe medirlos para que la autoridad responsable pueda tomar alguna decisión respecto de mitigarlos”.

En línea con lo anterior, el concepto de equidad en la evaluación de proyectos de transporte, hace referencia a la noción de asegurar equitativamente la distribución de los beneficios y en evitar las pérdidas no compensadas (Ferreira y Lake, 2002). En este sentido cualquier

proyecto de inversión en infraestructuras de transporte provoca que unos usuarios resulten más beneficiados que otros, diferencia que dependiendo del proyecto podría ser más o menos acentuada, pero es prácticamente imposible que desaparezca (De Rus, 2006). De este modo, el enfoque actual del Ministerio de Desarrollo Social corresponde a uno de eficiencia, donde no existe discriminación al o los agentes (usuarios) que son beneficiados o afectados por la aplicación de un proyecto público (MDS, 2015a), planteado en el tercer principio de Harberger, punto 2.2.1.

Así, el criterio implícito que se aplica en la práctica del Análisis Costo-Beneficio (ACB), es el de compensación potencial de Kaldor-Hicks, visto en Capítulo 2, que no exige una compensación efectiva y que equivale a la aplicación de la regla de decisión siguiente: si el beneficio obtenido por los ganadores permite a estos compensar a los perdedores y todavía salir ganando, el proyecto debe realizarse. Este criterio es equivalente a decir que el valor actual neto (VAN) de un proyecto debe ser positivo (BID, 2004). Este punto es fundamental, ya que si bien, como indica Shi y Zhou (2012) el método de análisis costo-beneficio es efectivo en el tratamiento de la eficiencia económica, además, tiene ventajas para superar sesgos cognitivos, estructurales y relacionadas con el proceso de toma de decisiones (Mackie et al., 2014). No obstante, Thomopoulos et al. (2009) señala que, este subyace bajo el concepto utilitarista que no distingue la pérdida de bienestar de ciertos grupos o regiones, centrándose sólo en el bienestar agregado. Asimismo, expone que hay un déficit de este método con respecto a temas de equidad.

Por otro lado, Brocker et al., (2010), evidencia que en forma creciente se ha incorporado como complemento un análisis multicriterio (MCA) el cual ha permitido consideraciones de impactos ambientales y socioeconómicos. Éste es el caso en Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania Irlanda, Italia, Holanda, España, Portugal, Suecia e Inglaterra. En algunos casos el análisis base es de costo-beneficio y luego se utiliza un análisis multicriterio, como en Japón, o se toman en consideración impactos de equidad sólo en proyectos grandes, como en Estados Unidos (Agostini y Razmilic, 2015). Aun así, si bien en

Chile se cuenta con un MCA, este no es lo suficientemente robusto ni influyente como para facilitar el diseño y la priorización en torno a una mayor equidad (Niehaus et al., 2015).

Otro elemento a considerar en la metodología de evaluación social, es que se usa un mismo valor del tiempo para todos los pasajeros urbanos, valor que es también independiente del medio de transporte utilizado, del ingreso de los usuarios potenciales y de la localización específica de éstos. Se teme que de usar valores diferenciados por nivel de ingreso (costo alternativo del tiempo) se tienda a privilegiar proyectos que beneficien a usuarios de mayores ingresos y que habiten mayoritariamente en regiones específicas (Agostini y Razmilic, 2015). Según Rizzi (2011), plantea que es el planificador⁹ quien decide cuál es el valor social del tiempo sin tener en consideración las preferencias individuales.

Dentro de este contexto, el autor señala que si la utilidad marginal del tiempo, esto es, el valor absoluto de un minuto gastado en viajar, fuera igual entre individuos, entonces un valor único para el tiempo podría ser adoptado. Cuando las utilidades marginales del tiempo difieren entre aquellos individuos que son afectados por el proyecto, entonces se debiera utilizar valores específicos de cada estrato (Gálvez y Jara-Díaz, 1998). De igual manera, en barrios de bajos ingresos los residentes están modelados como categorías de usuario con baja tasa de generación de viajes y menor valor subjetivo del tiempo. Luego, si un proyecto se modela para mejorar sus tiempos de viajes, el beneficio será subvalorado con respecto a otro proyecto con similares mejoras en áreas de mayores ingresos. De esta forma, seleccionar proyectos sin un contrapeso de equidad podría contribuir a una triste profecía auto-cumplida, en la que se priva a grupos de menor ingreso de la movilidad para acceder a más y mejores oportunidades (Niehaus et al., 2015).

Ahora bien, un aspecto que resalta Gómez Lobo y Belmar (2010) de esta metodología es la determinación centralizada de los precios sociales, esto se justifica en la existencia de economías de escala, además, agrega que disminuye el tiempo del analista en la estimación

⁹ Rol que le corresponde al Departamento de Metodologías, del Ministerio de Desarrollo Social.

de los precios sociales, lo cual permite que solo se dedique al proceso de evaluación, al mismo tiempo argumenta que todos los proyectos se evalúan en igualdad de condiciones respecto a este aspecto.

Teniendo en cuenta el enfoque actual de evaluación social, es que entonces el Estado redistribuye los beneficios netos sociales generados por los proyectos, a través de medidas o políticas específicas como el subsidio (MDS, 2015a). En este contexto, se crea un Subsidio Nacional para el Transporte Público Remunerado de Pasajeros, ley 20.378, mediante estos fondos la División de Transporte Público Regional (DTPR) busca fortalecer el transporte público en las regiones del país. En lo específico, actualmente se implementan las siguientes medidas para la región del Bio Bio: rebaja de tarifas en zonas licitadas y no licitadas, lo cual se aplica al pasaje adulto y estudiante; transporte escolar gratuito en sectores apartados de la región; subsidio para zonas aisladas; renovación de buses; recursos destinados a potenciar el servicio del Biotrén; aportes destinados al subsidio y extensión de la TNE; financiamiento para obras de infraestructura, como implementación de vías segregadas, construcción de paraderos urbanos y rurales, señalización, demarcación de calles y conservaciones de ejes viales (DTPR, 2014).

En este mismo ámbito, apuntando a políticas que desincentiven el transporte privado debido a las externalidades negativas que este produce, se crea La Comisión de Pro Movilidad (CPMU), la cual propuso siete medidas, en lo concreto: promover una planificación integrada de uso de suelo y movilidad urbana; privilegiar, modernizar y mejorar sustancialmente el transporte público; desincentivar y racionalizar el uso del automóvil; promover modos no motorizados de moverse; promover una nueva cultura de la movilidad urbana; establecer una Política de Movilidad Urbana y una Ley Marco de Movilidad Urbana; y modificar la institucionalidad para la gobernanza urbana mediante creación de Autoridades de Ciudad. Si bien entre las medidas no se plantea colocar mayor énfasis en la expansión de la infraestructura vial, la comisión señala que ella debe estar asociada a formas de movilidad colectiva más que individual. En cuanto, al proceso de toma de decisiones sobre proyectos de transporte, vivienda, urbanos o industriales, enfatiza que las autoridades deberán siempre

poner en primer lugar la dotación y expansión de los servicios de transporte público masivo, dejando en segundo lugar otros modos de transporte (CPMU, 2014).

Por otro lado, Niehaus et al. (2015) señala que los organismos oficiales se encuentran desarrollando nuevas metodologías para responder a diferentes desafíos, sin embargo, el de la equidad está aún pendiente. No es posible responder adecuadamente al desafío anterior con la metodología de evaluación social de proyectos de transporte utilizada actualmente en Chile. Aunque, se reconoce que existe buena voluntad para inclinarse por proyectos que parecen mejorar la situación de los grupos de menor ingreso, ello no es sistemático.

Finalmente, es importante mencionar que en el proceso de la toma de decisiones hay un grupo de personas que por lo general tienen perspectivas e intereses diferentes. Aquí podemos incluir representantes a nivel de gobierno, proveedores de infraestructura, operadores, usuarios del transporte, delegados de los intereses ambientales y de planificación (Mackie et al., 2014). Es decir, hay una multiplicidad de actores sin concierto alguno entre ellos.

2.4.1 Otras Formas de Incorporar la Equidad en Proyectos de Transporte

Este apartado pretende reportar la revisión de experiencias extranjeras en la evaluación de proyectos que permita incorporar el concepto de equidad, asociado a la distribución de beneficios de los usuarios de transporte, entregando así una mirada más amplia.

En Reino Unido, desde el punto de vista del tema de evaluación, se presenta una valiosa herramienta, en relación a la distribución de los beneficios de los usuarios. El Departamento de Transporte (DfT), expone el contenido en una guía (TAG: Transport Analysis Guidance) para la orientación sobre estudios de transporte. En lo específico, en la Unidad A4.2 se proporciona una evaluación de los impactos distributivos, la cual como resultado final entrega una evaluación cualitativa utilizando una escala de siete puntos, desde muy beneficioso hasta altamente perjudicial, de la variación de los efectos en la intervención del transporte a través de los diferentes grupos sociales. El análisis de los impactos distributivos tiene un carácter obligatorio en el cual son evaluados ocho indicadores; beneficios para el

usuario, ruido, calidad del aire, accidentes, seguridad, severidad, accesibilidad y asequibilidad personal. Si bien, el interés radica en el primer indicador mencionado, es conveniente tener una visión general del proceso.

De este modo, se presenta la Tabla 2.1 que resume en tres pasos los procedimientos llevados a cabo.

Tabla 2.1. Descripción general del proceso de evaluación de impactos distributivos. Modificado de (DtT, 2014)

Etapa	Descripción	Resultado
1	Proceso de selección e identificación de los impactos probables para cada indicador.	Selección de los indicadores que pasan a la siguiente etapa.
2	Evaluación de: i) Zona afectada por la intervención. ii) Identificación de los grupos sociales. iii) Identificación de los servicios.	Estadísticas de los grupos sociales y servicios afectados en el área de impacto.
3	Evaluación y Análisis de los impactos distributivos	Información relevante para Tabla Resumen de Evaluación.

En la primera etapa, se evalúa individualmente cada indicador, aplicando un proceso de preselección para determinar si es necesario una evaluación en profundidad. Esto se realiza considerando si la intervención del transporte pudiese tener impactos negativos o positivos en grupos sociales específicos; niños, personas mayores, personas con discapacidad, comunidades de origen no blanco, personas sin acceso a un coche y personas de bajos ingresos. Si cada uno de los impactos es significativo en cada uno de estos grupos, entonces se debe llevar a cabo una evaluación completa de este. Incluye, además la identificación previa de posibles áreas de impactos. En la segunda etapa, se confirma esta área, junto con la elaboración de un conjunto de datos para un análisis de las características socio-económicas y socio-demográficas de los grupos (mencionados anteriormente), para ello se utilizan fuentes de información como el Censo, la Oficina Nacional de Estadísticas y Sistemas de Información Geográfica (SIG), y por último, se termina esta etapa identificando los servicios (atractores de viajes) para cada uno de los impactos seleccionados en el área determinada. En la tercera etapa, los indicadores o impactos se les proporciona una

puntuación de evaluación cualitativa; alto, moderado, leve y neutro, indicando a la vez, si es beneficioso o perjudicial, según quintiles de ingreso. Además, se debe proporcionar una descripción de los principales impactos en cada caso, así se puede tener una imagen más detallada de los ganadores y perdedores. Finalmente, cada indicador es incorporado a la Tabla Resumen de Evaluación, la cual presenta evidencia del análisis que se llevó a cabo e informa de la justificación económica de la intervención.

A continuación se describe cómo es aplicado el procedimiento a los efectos distributivos de los beneficios para el usuario. En general, estos son cuantificados mediante el uso de dos software, lo que permite utilizar el área representada por el modelo de transporte, específicamente zonas que implican un mayor nivel detalle en los datos de ingreso, a través de estos se identifican los grupos sociales. Debido a que, la evaluación se centra solo en el impacto a través de quintiles de ingresos, no es necesario la identificación de los servicio en el área de impacto. Así, por medio de uno de los software son proporcionados los beneficios y luego desglosados en zonas de menor tamaño, lo que permite ilustrar la distribución espacial de los beneficios por grupo de ingresos. A la vez, se compara la proporción de beneficios con la proporción de la población, para evaluar cualitativamente si estos representan un beneficio o no para una proporción (quintil) del total de la población.

En resumen, en el caso de Reino Unido, las consideraciones distributivas se ven como un problema adicional, en lo que se refiere al impacto que generan estos ocho indicadores en la distribución de ingresos (Ver ejemplo, en Anexo 8.1). Este enfoque de evaluación, puede ser considerado como un proceso de evaluación multicriterio en lugar de un análisis de costo beneficio.

3 Métodos

3.1 Determinación de ponderadores distributivos

En este apartado se pretende entregar la estructura general para el cálculo de los ponderadores distributivos. De esta forma, en la Figura 3.1 se muestra un esquema simple de los pasos que se siguieron para el desarrollo de los ponderadores distributivos.

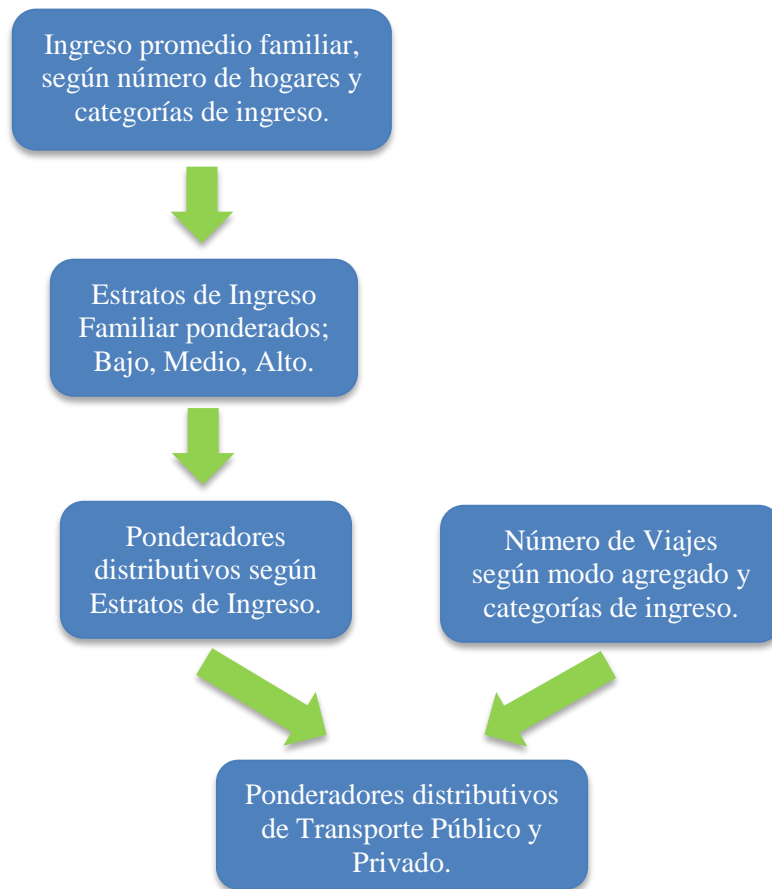


Figura 3.1 Estructura empleada el desarrollo de los ponderadores distributivos.

Es necesario aclarar que para emplear el enfoque distributivo, según Ecuación (2.3) se debe encontrar un α tal que genere una mayor equidad entre los grupos de mayor y de menor ingreso. Por este motivo, lo primero fue determinar ingresos representativos de la ciudad, para lo cual se obtuvieron datos del ingreso promedio familiar según número de hogares y

rango o deciles de ingreso en cada ciudad considerada, excluyendo aquellos que no declaran ingresos. La encuesta origen destino trabaja en base a la información de ingreso mensual promedio por hogar y por decil obtenida de la encuesta CASEN, actualizados según IPC (SECTRA, 1996). Por otra parte, dado que los ahorros de los recursos son calculados en base a los flujos y zonas específicas de cada EOD, por consiguiente, se debe utilizar la encuesta del año que fue considerada en la modelación. Estos datos se adjuntan en Anexos, para las ciudades de Valdivia, Puerto Montt y Los Ángeles.

En segundo lugar, se agrupa la información del ingreso promedio familiar en estratos socioeconómicos bajo, medio y alto, lo cual se realiza de forma ponderada por el número de hogares. Es relevante indicar que la determinación de los cortes de ingreso de los estratos socioeconómicos (bajo, medio, alto), permite un método de aplicación más robusto, ya que estos son definidos en base Tasas Simples (Ver Anexo 8.10) incorporando los viajes generados con diferente propósito (Trabajo, Estudio y Otros) y para cada periodo (Punta Mañana, Fuera Punta y Punta Tarde). Por tanto, es evidente que estos grupos de ingresos tienen un comportamiento similar.

De este modo, con la información anterior es posible estimar ponderadores distributivos según estratos socioeconómicos, aplicando la Ecuación (2.3) para diferentes parámetros de sensibilización o énfasis en la voluntad redistributiva de la autoridad. Junto con ello, se dispone también de información de los viajes diarios en la EOD, permitiendo distinguir entre transporte público y privado, con el fin de aplicar el enfoque distributivo. Solo se consideran estos dos modos, excluyendo los modos no motorizados y otros (buses interurbanos y vehículos pesados) los cuales no representan un mayor análisis para los objetivos de esta tesis. Entonces, a partir de la distribución de viajes en una temporada normal, día laboral, modo agregado y rango de ingresos, junto con los ponderadores distributivos según estratos socioeconómicos, se obtiene un ponderador distributivo asociado a los usuarios que usan el transporte público y privado. Finalmente, se emplearon multiplicando directamente sobre los beneficios del transporte público y privado para los distintos cortes temporales según proyecto.

4 Identificación de la Fuente de Información Utilizada

Las bases de datos disponibles para la aplicación y comparación de los enfoques de eficiencia y distributivo, corresponden en lo específico a la Encuesta Origen Destino (EOD) y la evaluación económica de los proyectos de: Eje Pinto – Smith, Valdivia; Avenida Presidente Ibañez Tramo Av. Ejército – Av. Austral, Pto. Montt; Av. Interconexión Sector Alerce, Pto. Montt; Avenida Padre Hurtado, Los Ángeles. Es preciso señalar que, las ciudades acá consideradas pertenecen a la categorización de tamaño medio¹⁰, lo cual permite realizar un análisis y comparación de forma homogénea.

Es importante indicar, por otra parte que si bien la base de datos utilizada corresponde a la muestra de la EOD, como complemento se entregaran antecedentes de las otras fuentes de información, como la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen) y Censo.

La primera de estas, constituye la principal fuente que se utiliza en todo el proceso de planificación de los sistemas de transporte, ya que entrega antecedentes relevantes sobre los patrones de movilidad de una determinada urbe. Dentro de los principales resultados está; la encuesta a hogares (EODH), la encuesta de interceptación (EODI), la medición del flujo vehicular y la medición del nivel de servicio. Según las características de este trabajo solo cabe mencionar los antecedentes de la EODH, la cual tiene como objetivo, obtener información relativa a los desplazamientos realizados por los integrantes de una muestra de hogares representativa del universo existente en el área de estudio. Los resultados más significativos son: Características Socioeconómicas y Demográficas de la Población, Caracterización de la Partición Modal de los viajes, Generación (Atracción) de Viajes, Distribución Horaria de los Viajes, Tiempos de Viaje. Matrices Origen – Destino de Viajes y Periodización (MIDEPLAN – SECTRA, 2006). Además, cabe considerar que en la realización de esta encuesta se utilizan antecedentes de diversas fuentes, con diferentes

¹⁰ En términos generales, se entenderá por ciudad de tamaño medio aquella con una población entre 70.000 y 500.000 habitantes, que presentan bajos niveles de congestión en la operación del sistema de transporte.

propósitos. De las cuales destacan, en lo específico: el Censo, para corregir y expandir la muestra de hogares, obtención de variables socioeconómicas para cada zona, criterios de zonificación; Casen, definición y caracterización de estratos socioeconómicos (MIDEPLAN – SECTRA, 2006).

La segunda fuente de información disponible es la encuesta de Caracterización Económica Nacional (CASEN). Dicha encuesta es administrada por el Ministerio de Desarrollo Social, su objeto de estudio son los hogares que habitan las viviendas particulares que se ubican en el territorio nacional, a excepción de algunas zonas alejadas y de difícil acceso. Esta tiene un carácter transversal, ya que abarca diversos temas como educación, trabajo, ingresos, salud, vivienda y residentes del hogar, además es multipropósito, es decir, incluye a todo el espectro de la población. La encuesta es actualmente el principal instrumento de medición socioeconómica para el diseño y evaluación de la política social existente en el país, ello permite analizar la efectividad de estas políticas, en materia de cobertura, focalización y la distribución del gasto fiscal. En específico, mide el bienestar material de los hogares, así se estima la magnitud de la pobreza y la distribución del ingreso. Este instrumento es representativo a nivel nacional, regional, urbano, rural y comunal. Se aplica desde 1985 con una periodicidad bianual o trianual (MDS, 2016a).

La tercera fuente es el Censo, este permite obtener la información necesaria para el diseño e implementación de las políticas públicas, las proyecciones de población y las muestras necesarias para la construcción de indicadores fundamentales del país. Los Censos nacionales de población y vivienda, se realizan una vez cada diez años, su organismo responsable de la preparación, organización, levantamiento y procesamiento, es el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). El Censo de población permite enumerar y caracterizar a la población en un momento del tiempo: magnitud, distribución y composición de la población (sexo, edad, fertilidad, educación, migración, etc.). Por otro lado, el Censo de la vivienda, permite contabilizar e indagar las características de las viviendas y de los respectivos hogares donde residen los habitantes (INE, 2016).

Por todo lo anterior, esta investigación utiliza la Encuesta Origen Destino (EOD), además entendiendo que el proceso de modelación se genera a partir de la información disponible en esta encuesta, por lo tanto los ahorros de los recursos están calculados en base a los flujos y zonas específicas de la EOD. Así también, el nivel de especialización de los datos permite obtener de manera práctica una categorización de los usuarios del transporte (modo agregado, nivel de ingreso, etc.).

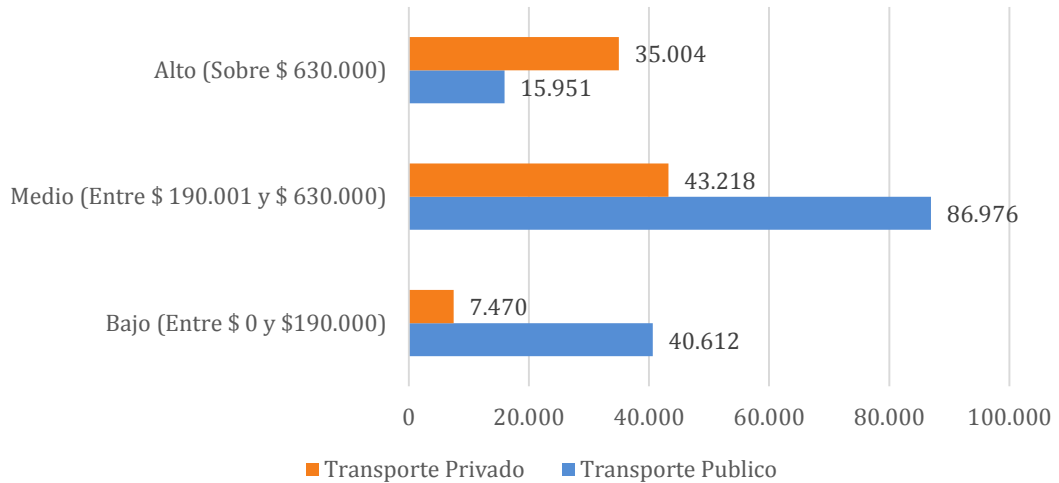
4.1 Encuesta Origen Destino

La utilización de la EOD se realizó con el objetivo de obtener ponderadores de transporte público y privado. Además, dado que esta investigación trabaja considerando que el transporte público se asocia a usuarios de un nivel de ingreso promedio bajo, así como el transporte privado a usuarios de un nivel de ingreso promedio alto, se utilizó para corroborar esta preferencia de los usuarios lo cual se desarrolla en este apartado.

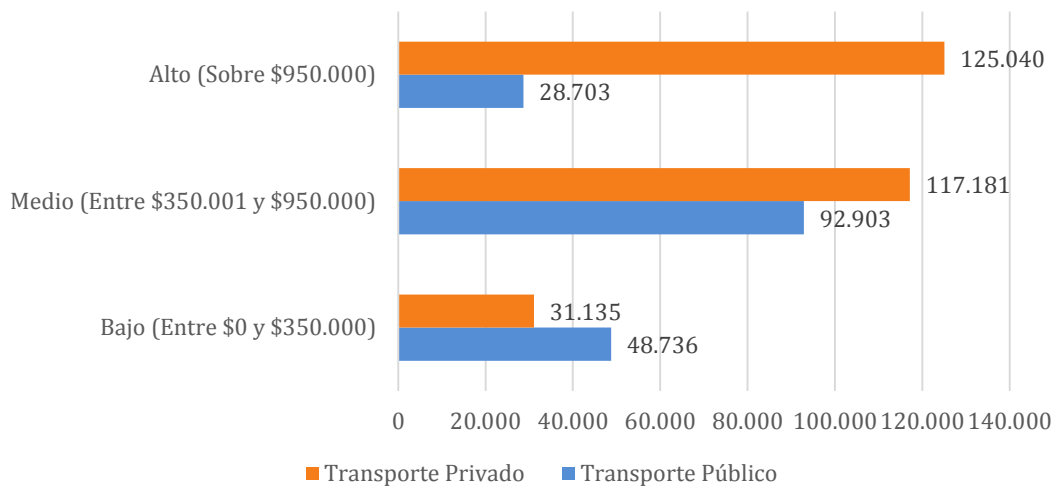
Desde ya hace algunos años los resultados de las encuestas de movilidad realizadas en las principales ciudades de tamaño medio del país, muestran que el automóvil particular se ha convertido en el principal medio de transporte de los hogares de estratos económicos alto y medio, además de presentar un importante avance en los sectores de ingreso bajo. Esta tendencia, consecuencia del crecimiento económico alcanzado por el país en los últimos años, hace imprescindible mantener el proceso de planificación de los sistemas de transporte urbano, de manera de armonizar adecuadamente la movilidad y la calidad de vida de las personas (MIDEPLAN – SECTRA, 2006).

En relación a esta situación, la Figura 4.1 muestra el incremento de los viajes generados en día laboral y temporada normal, tanto en transporte público como en transporte privado entre los años 2002 y 2013 para la ciudad de Valdivia. En particular, dentro de los 11 años transcurridos entre ambas encuestas se observa un aumento de los viajes en transporte privado de los niveles de ingreso medio y alto, con una tasa de crecimiento anual aproximado de 9,5% y 12,3%, respectivamente, situación que puede ser explicada por variables como la

tasa de motorización. Esta última tuvo una variación del 5,6% anual, aumentando de un 0,33 (veh./hogar) para la EOD 2002 a un 0,6 (veh./hogar) para la EOD 2013. Por otra parte, si bien el transporte público tuvo un crecimiento anual de un 1,7% y 0,6% para el nivel de ingreso bajo y medio, esta variación no es tan significativa como en el otro modo.



a) EOD 2002.

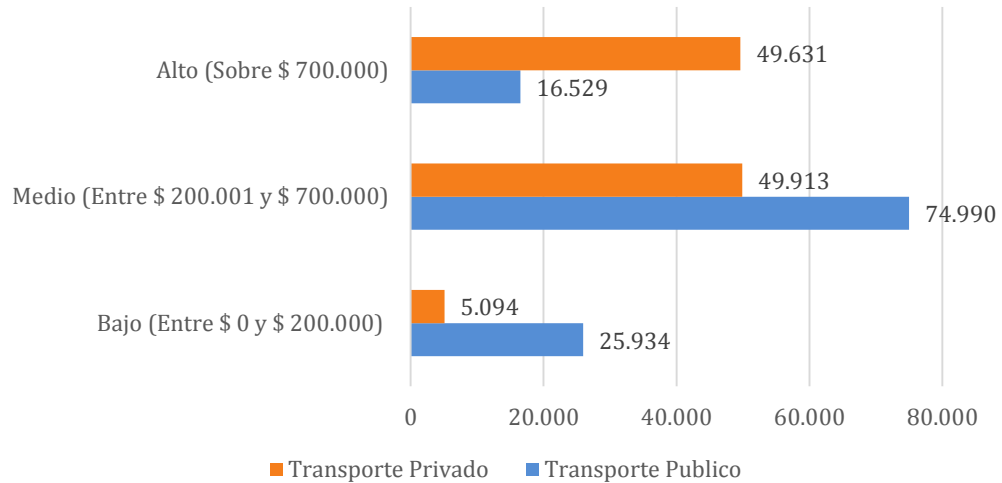


b) EOD 2013.

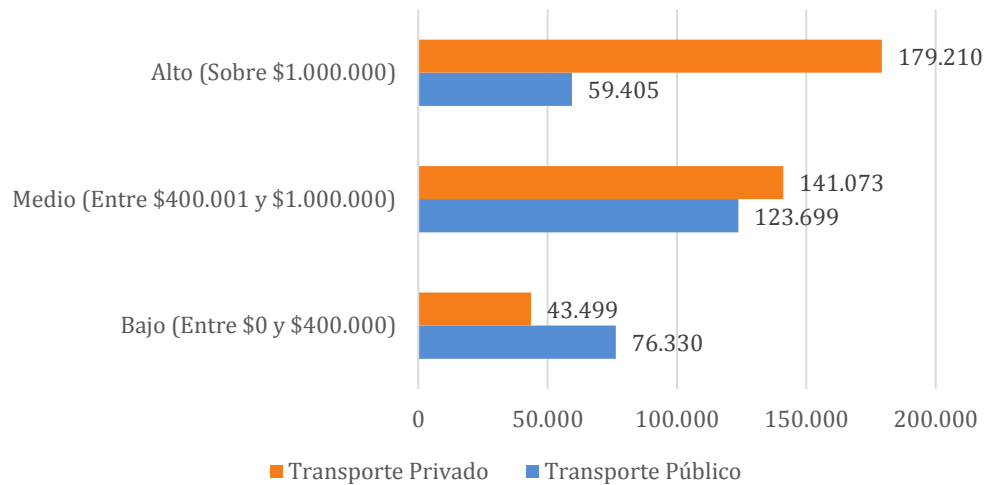
Figura 4.1 Viajes generados en transporte público y privado según nivel de ingreso en la Ciudad de Valdivia.

De la misma forma, en la ciudad de Puerto Montt ocurre una tendencia similar. En contraste, con la ciudad de Valdivia en la Figura 4.2, el transporte público experimenta un mayor aumento de los viajes en un día laboral, con una tasa de crecimiento anual del 11,4% y 5,1%

para los grupos socioeconómicos bajo y medio, entre el 2004 y 2014. Con respecto a los viajes en transporte privado tiene una mayor variación, de 10,9% y 13,7% anual para el nivel de ingreso medio y alto, respectivamente. La tasa de motorización crece un 4%, esto es de un 0,48 veh./hogar a 0,71 veh./hogar.



a) EOD 2004.



b) EOD 2014.

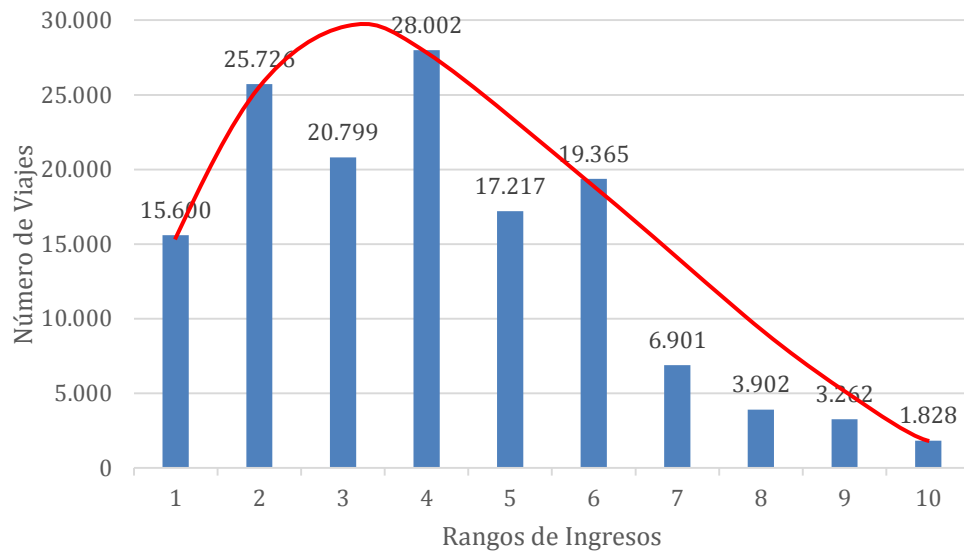
Figura 4.2 Viajes generados en transporte público y privado según nivel de ingreso en la Ciudad de Pto. Montt.

A pesar que las variables analizadas demográficas y económicas en las ciudades de Valdivia y Pto. Montt han ido en aumento con el tiempo, estas no son relevantes, a fin de demostrar las preferencias de ciertos grupos usuarios por determinados modos de transporte. De esta

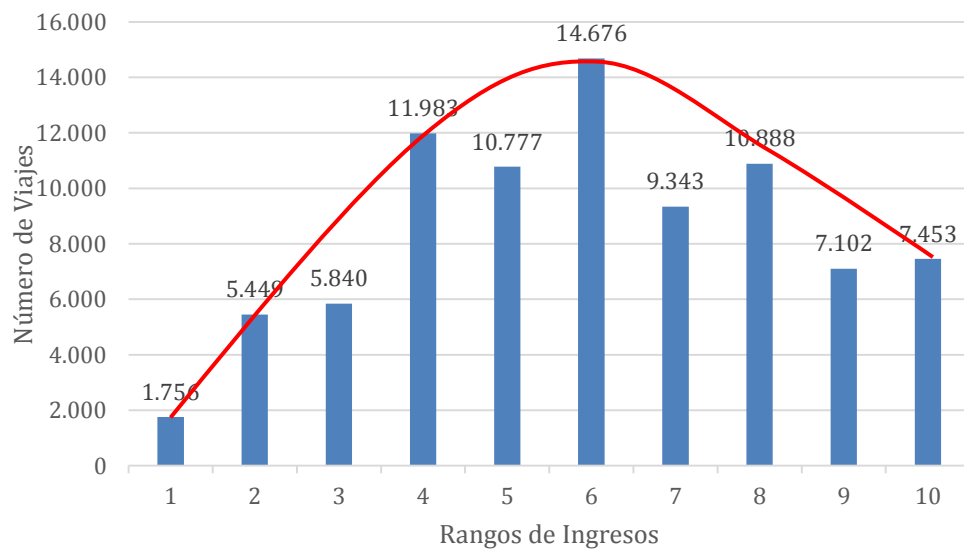
forma, con la Figura 4.1 y Figura 4.2 se corrobora que los usuarios de nivel socioeconómico medio y alto prefieren el uso del transporte privado, en cambio, se observa una mayor tendencia por parte de los usuarios del transporte público en los grupos socioeconómicos medio y bajo.

La misma información anterior se utilizó pero de manera desagregada por rango o deciles para la obtención de los ponderadores distributivos, ya que de esta forma se puede excluir información de los usuarios que no responden o no declaran ingresos. Todo el procedimiento de utilización de estos datos será explicado más adelante (acápite 3.1), acá solo se expone la información que además complementa los datos anteriores. De esta manera, los viajes para las tres ciudades contempladas son representados de forma gráfica, además en Anexos se detalla lo mismo en tablas.

En la Figura 4.3 y Figura 4.4, que representan las ciudades de Valdivia y Puerto Montt, respectivamente se puede observar una tendencia de los grupos de ingreso más bajo a utilizar el transporte público, así como de los grupos más altos a usar el transporte privado. En el caso de la ciudad de Los Ángeles (Figura 4.5) esta misma preferencia no se ve de manera tan clara, lo cual puede deberse a que esta tendencia es más evidente cuando se reordena la información por estratos socioeconómicos como en las figuras anteriores.

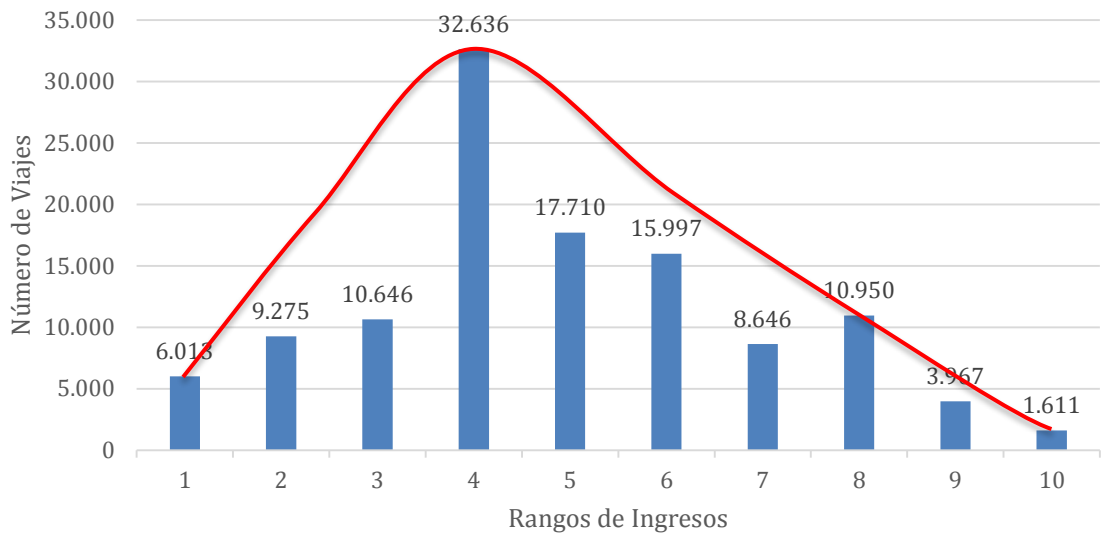


a) Tte. Público.

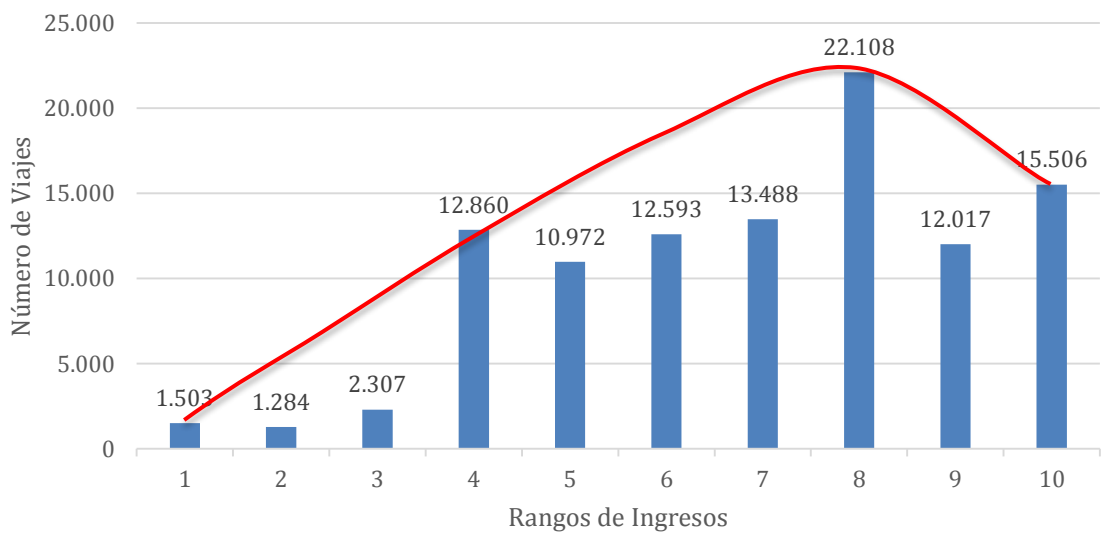


b) Tte. Privado.

Figura 4.3 Viajes generados en día laboral y temporada normal según rango de ingreso de la Ciudad de Valdivia (EOD,2002).

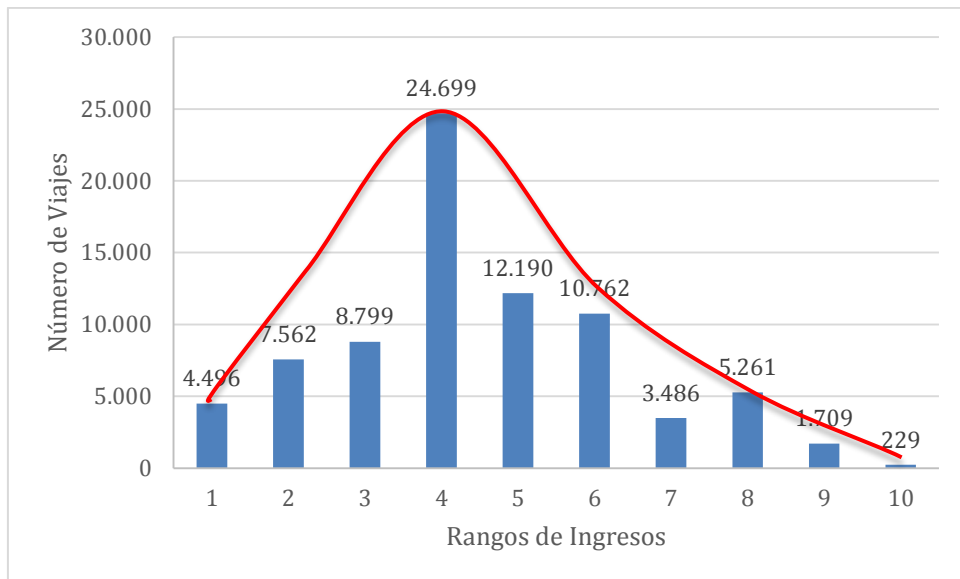


a) Tte. Público.

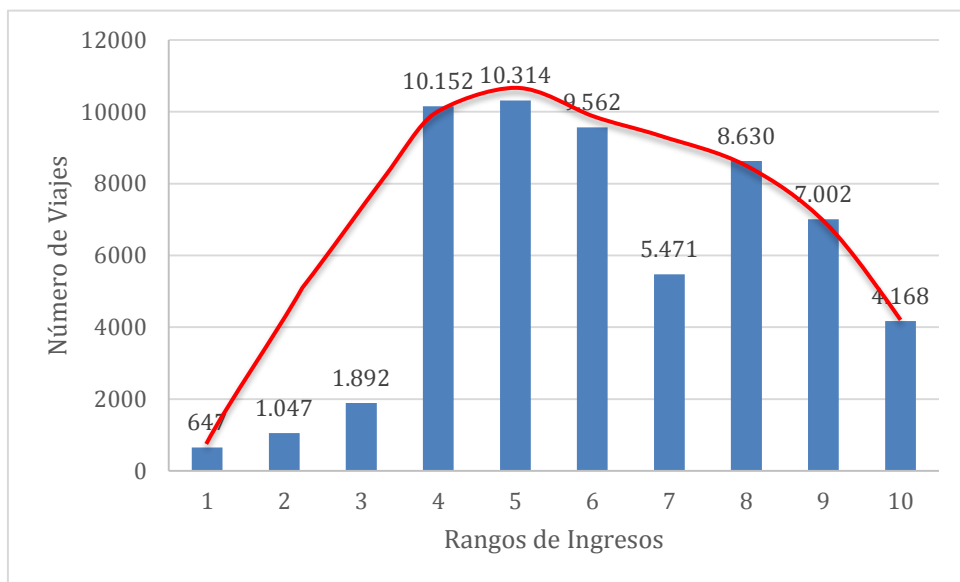


b) Tte. Privado.

Figura 4.4 Viajes generados en día laboral y temporada normal según rango de ingreso de la Ciudad de Pto. Montt (EOD, 2004).



a) Tte. Público.



b) Tte. Privado.

Figura 4.5 Viajes generados en día laboral y temporada normal según rango de ingreso de la Ciudad de Los Ángeles (EOD, 2004).

4.2 Evaluación Económica de los Proyectos Considerados

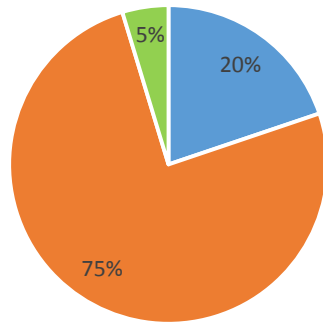
La evaluación económica de cada proyecto fue entregado por SECTRA Sur, estos es; los beneficios totales anuales, inversión inicial, valor residual e indicadores de rentabilidad. Su cálculo fue realizado en base a la metodología propuesta en el MESPIVU (1988), parte de esta expuesta en Capítulo 2.3. Lo antes señalado se muestra en el Anexos.

A continuación, a modo de resumen se presentan en la Tabla 4.1 solo los datos de los beneficios en el primer corte temporal y el valor actual neto. Si bien, esta tabla muestra los beneficios de otros modos de transporte no se aplicó ningún ponderador sobre este modo.

Tabla 4.1. Beneficios en primer corte temporal y valor actual neto

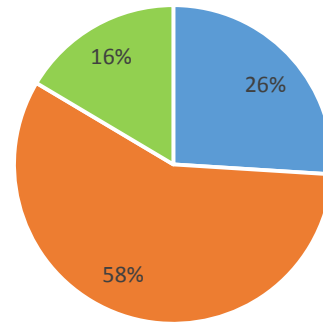
Proyectos	Beneficio Transporte Público (\$)	Beneficio Transporte Privado (\$)	Beneficio Otros Modos de Transporte (\$)	VAN (\$M)
Eje Pinto - Smith, Valdivia	46.020.005	175.338.409	10.879.860	218.928
Av. Presidente Ibañez, Pto. Montt	507.425.700	1.123.318.911	321.303.615	5.219.925
Av. Interconexión Sector Alerce, Pto. Montt	467.035.651	645.339.253	26.011.902	1.340.363
Av. Padre Hurtado, Los Ángeles	165.448.989	208.326.882	-	2.271.883

Para ilustrar de mejor forma lo anterior, se grafican estos datos lo cual se muestra en la Figura 4.6.



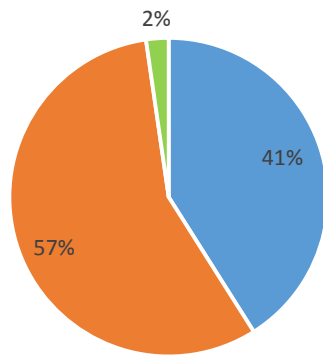
■ Transporte público ■ Transporte privado ■ Otro

a) Eje Pinto - Smith, Valdivia



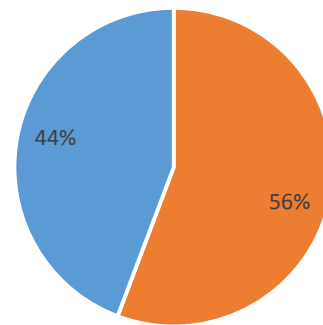
■ Transporte público ■ Transporte privado ■ Otro

b) Av. Presidente Ibañez, Pto. Montt



■ Transporte público ■ Transporte privado ■ Otro

c) Av. Interconexión Sector Alerce, Pto. Montt



■ Transporte Privado ■ Transporte Público

d) Av. Padre Hurtado, Los Ángeles

Figura 4.6. Beneficios anuales según proyecto en primer corte temporal.

De esta manera, de acuerdo a los proyectos acá mostrados se evidencia que solo una parte de los usuarios se ven beneficiados, lo que probablemente producirá una distribución más desigual del ingreso en el largo plazo.

5 Resultados

5.1 Estimación de Ponderadores Distributivos, en base al Ingreso Promedio por Hogar.

En esta sección se estiman los ponderadores distributivos, a partir del método descrito anteriormente (punto 3.1), con ello se obtienen tres ponderadores según nivel de ingreso para distintos niveles de énfasis distributivo (α), estos se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 5.1. Ponderadores Distributivos con distintos énfasis distributivos para la Ciudad de Valdivia.

α	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Nivel de Ingreso	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i
Bajo	1,13	1,28	1,44	1,63	1,84	2,08	2,35	2,65	3,00	3,38
Medio	1,00	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03
Alto	0,89	0,79	0,70	0,62	0,55	0,49	0,44	0,39	0,35	0,31

Tabla 5.2. Ponderadores Distributivos con distintos énfasis distributivos para la Ciudad de Puerto Montt.

α	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Nivel de Ingreso	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i
Bajo	1,15	1,32	1,51	1,74	2,00	2,29	2,63	3,02	3,47	3,98
Medio	1,03	1,05	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,27	1,30
Alto	0,90	0,81	0,72	0,65	0,58	0,52	0,47	0,42	0,38	0,34

Tabla 5.3. Ponderadores Distributivos con distintos énfasis distributivos para la Ciudad de Los Ángeles.

α	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Nivel de Ingreso	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i	ϕ_i
Bajo	1,12	1,25	1,40	1,56	1,74	1,95	2,18	2,43	2,72	3,04
Medio	1,00	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03
Alto	0,89	0,80	0,71	0,64	0,57	0,51	0,45	0,40	0,36	0,32

Como se puede observar en las Tabla 5.1, Tabla 5.2 y Tabla 5.3, los niveles de ingreso bajo y medio los ponderadores son mayores a 1, en cambio, lo contrario ocurre en el alto. Lo cual es razonable debido a que están bajo el ingreso promedio calculado para cada ciudad (Ver Anexo 8.8). Otra consideración importante es que existe un aumento de los ϕ_i en la medida que también aumenta α , esto se refleja solo en los ingresos bajo y medio, no así para el nivel de ingreso alto donde disminuye en relación inversa.

5.2 Estimación de Ponderadores Distributivos de Transporte Público y Privado.

De acuerdo con las tablas del punto anterior, junto con la información de los viajes diarios según nivel de ingreso para los modos de transporte público y privado (Anexo 8.11, Anexo 8.12 y Anexo 8.13) se efectúa un promedio ponderado, obteniendo finalmente los ponderadores distributivo por ciudad bajo diferentes parámetros de sensibilidad (α). Los resultados se entregan en las siguientes tablas.

Tabla 5.4. Ponderadores distributivos de Transporte Público y Privado, Ciudad de Valdivia.

α	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Tte. Pub.	1,027	1,060	1,100	1,147	1,203	1,267	1,341	1,425	1,522	1,632
Tte. Priv.	0,967	0,941	0,920	0,906	0,897	0,893	0,895	0,903	0,916	0,934

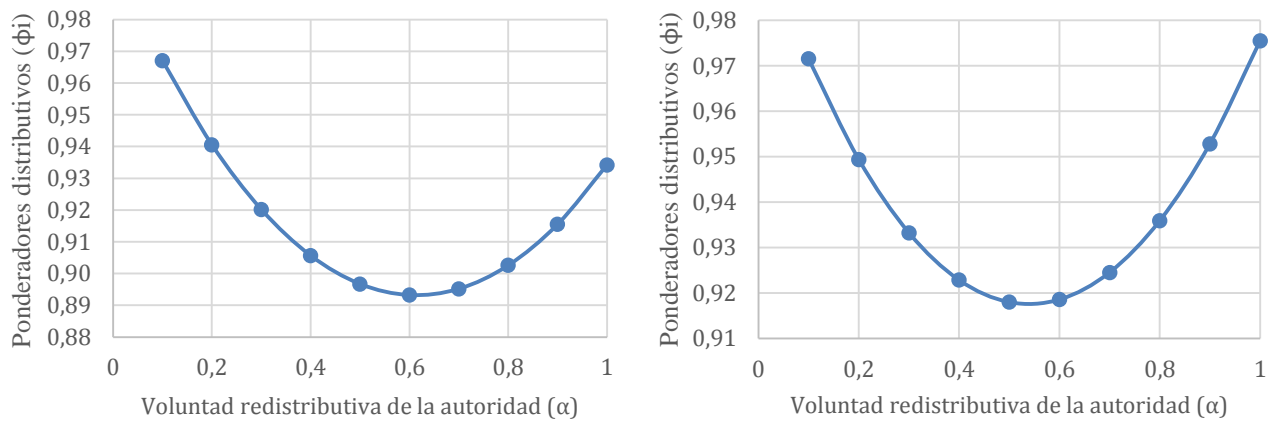
Tabla 5.5. Ponderadores distributivos de Transporte Público y Privado, Ciudad de Puerto Montt.

α	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Tte. Pub.	1,035	1,077	1,127	1,184	1,251	1,327	1,414	1,514	1,627	1,757
Tte. Priv.	0,972	0,949	0,933	0,923	0,918	0,919	0,925	0,936	0,953	0,975

Tabla 5.6. Ponderadores distributivos de Transporte Público y Privado, Ciudad de Los Ángeles.

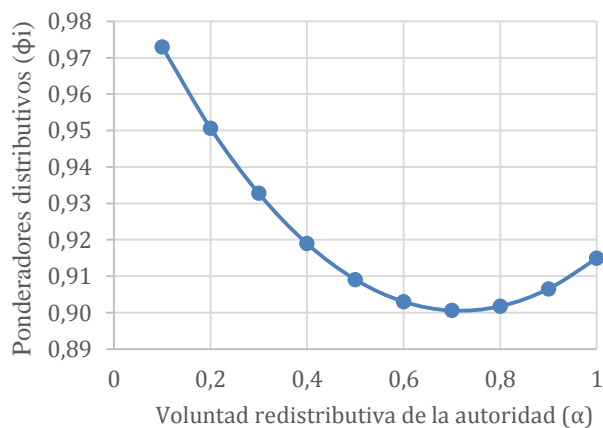
α	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Tte. Pub.	1,023	1,051	1,084	1,122	1,166	1,217	1,274	1,339	1,413	1,495
Tte. Priv.	0,973	0,951	0,933	0,919	0,909	0,903	0,901	0,902	0,907	0,915

En general los resultados obtenidos, se observan consistentes en cuanto al ponderador de cada modo, puesto que son mayores a 1 para el transporte público y menores a 1 en el transporte privado. Sin embargo, el ponderador correspondiente al transporte privado sufre una singularidad. En específico, para la ciudad de Valdivia (Tabla 5.4) cuando α toma valores entre 0,6 y 0,7 ocurre un aumento de los ponderadores distributivos. En cambio para la ciudad de Puerto Montt (Tabla 5.5) el aumento de ϕ_i ocurre entre 0,5 y 0,6, mientras que en la ciudad de Los Ángeles (Tabla 5.6) el aumento sucede entre 0,7 y 0,8. Lo anterior, es producto de la influencia de los viajes generados en cada una de estas ciudades, lo cual se muestra en la siguiente figura.



a) Ciudad de Valdivia.

b) Ciudad de Pto. Montt.



a) Ciudad de Los Ángeles.

Figura 5.1 Variación de los ponderadores distributivos de Transporte Privado.

La Figura 5.1 muestra que α aumenta cuando toma los valores de 0,62, 0,54 y 0,72 para las ciudades de Valdivia, Puerto Montt y Los Ángeles, respectivamente. En consecuencia, se puede prever que el perfil de beneficios del transporte privado también aumentara.

5.3 Estimación de Enfoque Distributivo y Comparación con Enfoque de Eficiencia.

En este acápite se busca analizar el comportamiento del enfoque distributivo utilizando cuatro proyectos de distintas ciudades de tamaño medio. De esta manera, en cada proyecto evaluado se muestran los beneficios en el primer corte temporal, el porcentaje de variación respecto al beneficio original y el valor actual neto, estas tres variables se evalúan bajo diferentes parámetros de sensibilidad (α). Luego, se realiza una comparación de forma gráfica de ambos enfoques, con el objeto de encontrar una relación que permita recomendar uno(s) valor(es) de este parámetro.

1. Proyecto Mejoramiento Eje Pinto – Smith, Valdivia.

En este proyecto el 75% de los beneficios totales es otorgado a los viajes generados por el transporte privado y solo un 20% corresponde al público. De la tabla siguiente se ve que al aplica el máximo énfasis redistributivo, los beneficios asociados al transporte privado disminuyen en un 6,6%, en cambio, para los del transporte público aumenta considerablemente en un 63,2% con respecto al beneficio bajo el enfoque de eficiencia.

Tabla 5.7. Perfil del valor actual neto, beneficios al primer año de operación y porcentaje de variación para distintos niveles de énfasis distributivos.

α	Transporte Público		Transporte Privado		VAN (\$M)
	Beneficio (\$)	Porcentaje de Variación	Beneficio (\$)	Porcentaje de Variación	
0,1	47.260.685	2,7%	169.561.441	-3,3%	163.149
0,2	48.789.443	6,0%	164.921.082	-5,9%	128.607
0,3	50.628.279	10,0%	161.350.922	-8,0%	114.809
0,4	52.803.755	14,7%	158.799.728	-9,4%	121.562
0,5	55.347.392	20,3%	157.230.769	-10,3%	148.966
0,6	58.296.147	26,7%	156.621.337	-10,7%	197.421

α	Transporte Público		Transporte Privado		VAN (\$M)
	Beneficio (\$)	Porcentaje de Variación	Beneficio (\$)	Porcentaje de Variación	
0,7	61.692.963	34,1%	156.962.481	-10,5%	267.631
0,8	65.587.419	42,5%	158.258.922	-9,7%	360.617
0,9	70.036.466	52,2%	160.529.184	-8,4%	477.734
1	75.105.282	63,2%	163.805.909	-6,6%	620.689

En este caso, los porcentajes con respecto al total de beneficios aumentan de 20% a un 30% y disminuyen de 75% a un 66% para el transporte público y privado, respectivamente. Si bien la rentabilidad del proyecto disminuye al inicio, luego esta vuelve a aumentar por sobre los valores iniciales. La Figura 5.2 ilustra de mejor forma esta situación.

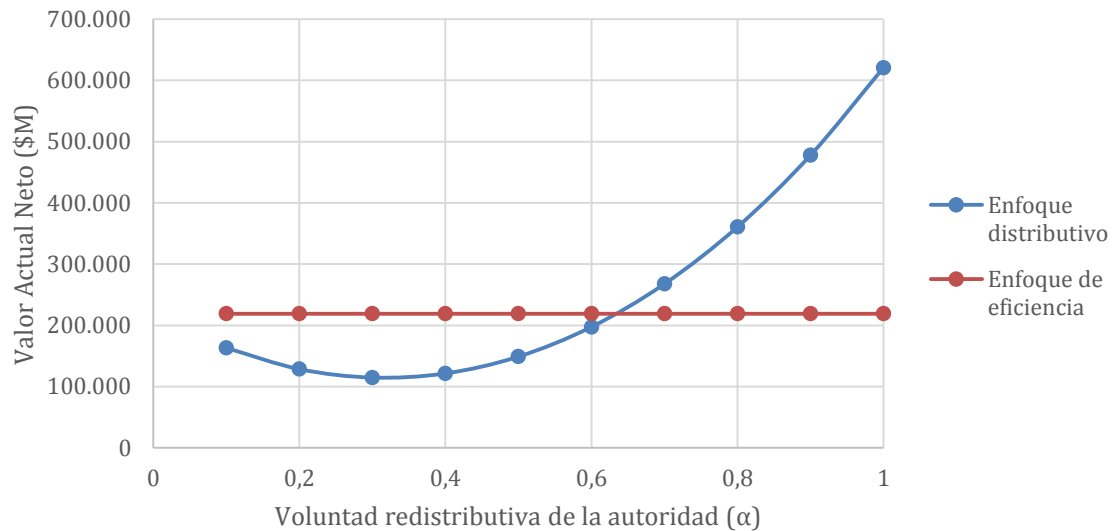


Figura 5.2 Enfoque distributivo y de eficiencia en Proyecto Mejoramiento Eje Pinto-Smith, Valdivia.

Comparando los dos enfoques, surge un punto de intersección entre ambos, $\alpha = 0,63$ (Figura 5.2), con lo cual se puede inferir que desde este valor en adelante existe una mejor equidad entre los modos analizados. No obstante, como se menciona de forma preliminar al final de la sección 5.2 los beneficios del transporte privado aumentan cuando α toma valores mayores a 0,62, lo cual implica que se está proporcionando peso a los beneficios al transporte privado.

2. Proyecto Mejoramiento Av. Presidente Ibañez Tramo Av. Ejercito – Av. Austral, Pto. Montt.

Los beneficios para los usuarios del transporte privado representan el 58% del total, en tanto, el 26% de estos son para el público, el resto corresponde a otros modos de transporte. En la Tabla 5.8, se muestra que aplicando el enfoque de equidad con un $\alpha = 1$, correspondiente a un $\phi = 1,757$ (Tabla 5.5), la autoridad debe ponderar en un 75,7% los beneficios del transporte público. Así, como se puede ver los porcentajes de variación de cada uno de los proyectos representan otra forma de interpretar los ponderadores distributivos.

Tabla 5.8. Perfil del valor actual neto, beneficios al primer año de operación y porcentaje de variación para distintos niveles de énfasis distributivos.

α	Transporte Público		Transporte Privado		VAN (\$M)
	Beneficio (\$)	Porcentaje de Variación	Beneficio (\$)	Porcentaje de Variación	
0,1	525.342.709	3,5%	1.091.346.311	-2,8%	5.015.816
0,2	546.688.124	7,7%	1.066.482.225	-5,1%	4.964.720
0,3	571.756.787	12,7%	1.048.350.893	-6,7%	5.065.460
0,4	600.905.369	18,4%	1.036.660.588	-7,7%	5.318.981
0,5	634.559.593	25,1%	1.031.201.674	-8,2%	5.728.421
0,6	673.222.705	32,7%	1.031.845.839	-8,1%	6.299.223
0,7	717.485.399	41,4%	1.038.546.528	-7,5%	7.039.290
0,8	768.037.345	51,4%	1.051.340.620	-6,4%	7.959.172
0,9	825.680.589	62,7%	1.070.351.412	-4,7%	9.072.307
1	891.345.048	75,7%	1.095.792.995	-2,5%	10.395.307

El cambio respecto a los beneficios totales al aplicar el máximo énfasis redistributivo es de un 39% para el transporte público, o sea un 13% más con respecto al enfoque tradicional. Mientras que, el otro modo representa el 47% de los beneficios disminuyendo en un 11%. Otro factor a considerar es que entre los valores $0,5 < \alpha < 0,6$, específicamente $\alpha = 0,54$, los beneficios aumentan para el transporte privado producto de los viajes (Figura 5.1b). El perfil expuesto en la Tabla 5.8 se presenta a continuación de forma gráfica, incluyendo el enfoque de eficiencia.

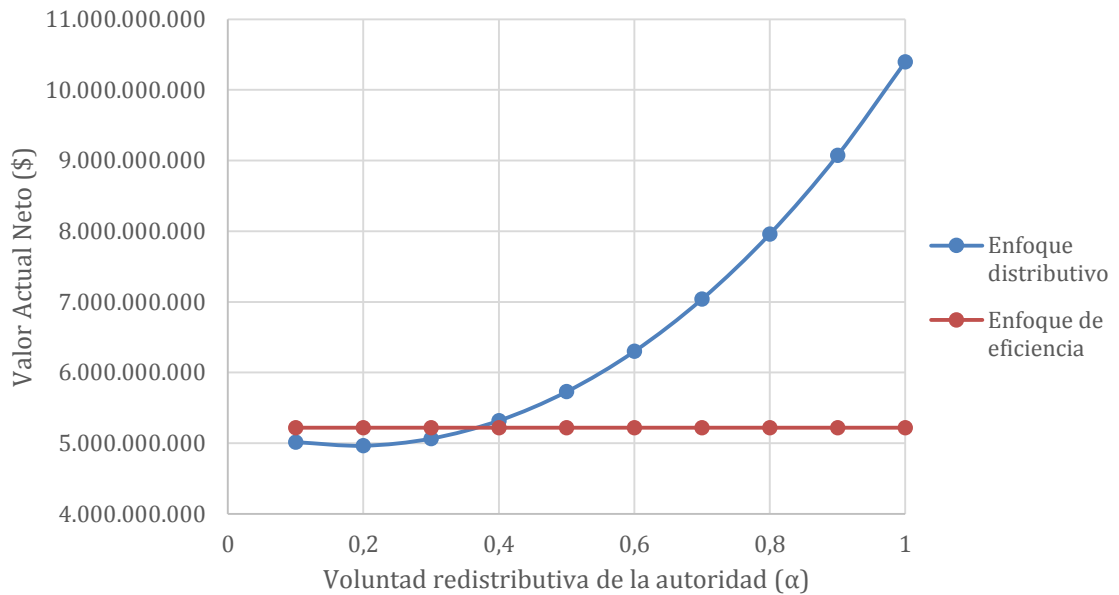


Figura 5.3 Enfoque distributivo y de eficiencia en Proyecto Mejoramiento Av. Presidente Ibañez Tramo Av. Ejército – Av. Austral, Pto. Montt.

La Figura 5.3, muestra que este proyecto sobre un $\alpha = 0,37$ se está entregando una mayor equidad y eficiencia a la vez entre los usuarios, en consecuencia, se podría entonces recomendar en este caso un alfa más acotado, esto es un $0,37 < \alpha < 0,54$. Por otro lado, la rentabilidad del proyecto disminuye en menor proporción en comparación al proyecto de Eje Pinto- Smith de la ciudad de Valdivia, esto de manera preliminar puede deberse a dos razones, primero a la sensibilidad de cada proyecto a los beneficios en el primer corte temporal y segundo a que los ponderadores distributivos son mayores en la ciudad de Pto. Montt.

3. Proyecto Mejoramiento Av. Interconexión Sector Alerce, Pto. Montt.

En contraste al caso anterior, la Tabla 4.1 muestra que en este proyecto el perfil inicial de los beneficios en el primer corte temporal están mejor distribuidos, el 41% corresponde al modo transporte público y el 57% al privado. Los resultados aplicando el enfoque no tradicional se presentan en la Tabla 5.9, en la cual se observa que los porcentajes de variación son iguales al proyecto anterior, ya que el método utilizado aplica los mismos ponderadores distributivos por ciudad, independiente del proyecto evaluado.

Tabla 5.9. Perfil del valor actual neto, beneficios al primer año de operación y porcentaje de variación para distintos niveles de énfasis distributivos.

α	Transporte Público		Transporte Privado		VAN (\$M)
	Beneficio (\$)	Porcentaje de Variación	Beneficio (\$)	Porcentaje de Variación	
0,1	483.526.503	3,5%	626.971.207	-2,8%	1.313.103
0,2	503.172.867	7,7%	612.686.954	-5,1%	1.390.969
0,3	526.246.115	12,7%	602.270.625	-6,7%	1.574.767
0,4	553.074.530	18,4%	595.554.622	-7,7%	1.866.830
0,5	584.049.946	25,1%	592.418.512	-8,2%	2.271.100
0,6	619.635.554	32,7%	592.788.581	-8,1%	2.793.232
0,7	660.375.028	41,4%	596.638.082	-7,5%	3.440.733
0,8	706.903.142	51,4%	603.988.203	-6,4%	4.223.128
0,9	759.958.102	62,7%	614.909.777	-4,7%	5.152.165
1	820.395.805	75,7%	629.525.797	-2,5%	6.242.061

De este modo, colocando un énfasis distributivo igual a 1, el 55% de los beneficios totales es otorgado al transporte público, es decir, el 14% de los beneficios son transferidos a este modo. Acá, al igual que el proyecto en Av. Presidente Ibañez el perfil de beneficios tiene un aumento cuando alfa toma valores de 0,54 (Figura 5.1b).

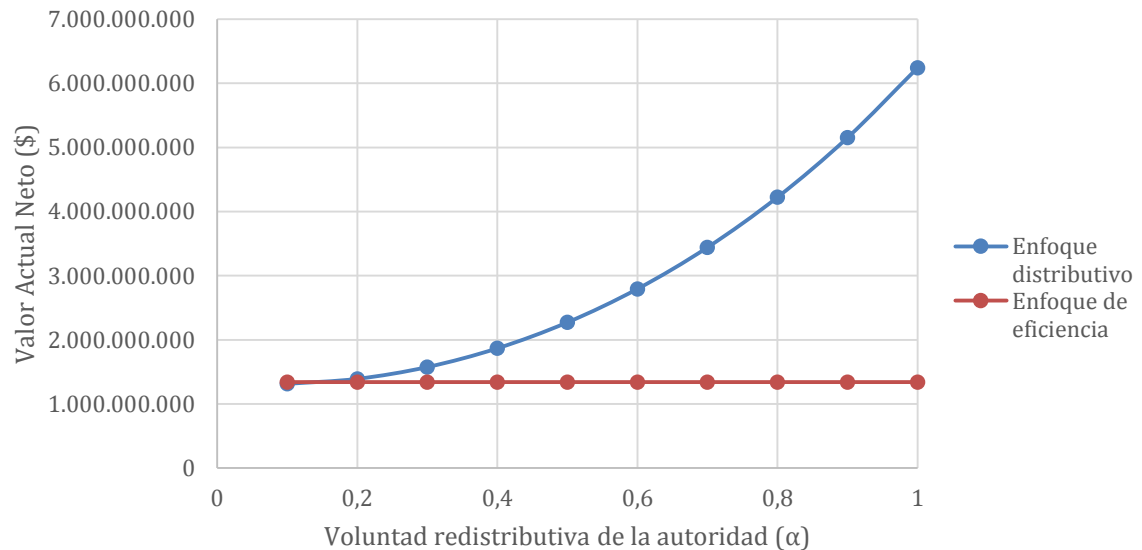


Figura 5.4 Enfoque distributivo y de eficiencia en Proyecto Mejoramiento Av. Interconexión Sector Alerce, Pto. Montt.

De la Figura 5.4, cabe notar que a diferencia del otro proyecto de la misma ciudad, la intersección se produce en $\alpha = 0,14$, en otras palabras el énfasis distributivo por el que debe optar la autoridad es menor dado la mejor distribución de los beneficios. Por lo anterior, se puede inferir que la variación en la curva del enfoque distributivo solo depende de los beneficios en el primer corte temporal y no los ponderadores distributivos. De esta manera, se recomienda un rango de valores de alfa más amplio mayor a 0,14 y menor a 0,54.

4. Proyecto de Mejoramiento Avenida Padre Hurtado, Los Ángeles.

En este proyecto se presenta un perfil inicial de beneficios, bajo el enfoque de eficiencia, muy parecido al caso anterior pero en la ciudad de Los Ángeles. Aquí, el 56% y 44% de los beneficios son para el transporte privado y público, respectivamente. La tabla siguiente evalúa, tanto los beneficios como el valor actual neto en el enfoque de distributivo.

Tabla 5.10. Perfil de variación del valor actual neto y los beneficios al primer año de operación para distintos niveles de énfasis distributivos.

α	Transporte Público		Transporte Privado		VAN (\$MM)
	Beneficio (\$)	Porcentaje de Variación	Beneficio (\$)	Porcentaje de Variación	
0,1	169.287.543	2,3%	202.697.494	-2,7%	2.249
0,2	173.902.049	5,1%	198.048.816	-4,9%	2.260
0,3	179.344.821	8,4%	194.315.305	-6,7%	2.307
0,4	185.678.478	12,2%	191.443.075	-8,1%	2.389
0,5	192.976.715	16,6%	189.389.190	-9,1%	2.506
0,6	201.325.203	21,7%	188.121.100	-9,7%	2.661
0,7	210.822.643	27,4%	187.616.211	-9,9%	2.855
0,8	221.581.985	33,9%	187.861.576	-9,8%	3.089
0,9	233.731.813	41,3%	188.853.713	-9,3%	3.368
1	247.417.936	49,5%	190.598.538	-8,5%	3.693

En la Tabla 5.10 se observa que entre los valores $0,7 < \alpha < 0,8$, los beneficios para el transporte privado aumentan, producto de los ponderadores distributivos aplicados (Figura 5.1c). Por otro lado, al poner el máximo énfasis en los aspectos distributivos, en este caso significa multiplicar los beneficios asociados al transporte público por un $\phi = 1,495$, o lo que

es lo mismo que se aumenten en un 49,5% con respecto al beneficio bajo el enfoque de eficiencia. En efecto, la proporción de los beneficios totales se invierten ya que en este proyecto no hay beneficios para otros modos de transporte, así cambia de un 44% a un 56%.

En la misma línea, la Figura 5.5 revela que para valores de $\alpha > 0,24$ se está distribuyendo de mejor forma los beneficios. En otras palabras, sobre este valor se presentan consideraciones de equidad y eficiencia al mismo tiempo. Sin embargo, es conveniente que este valor no sea superior a 0,72, ya que se estaría aplicando también peso al transporte privado.

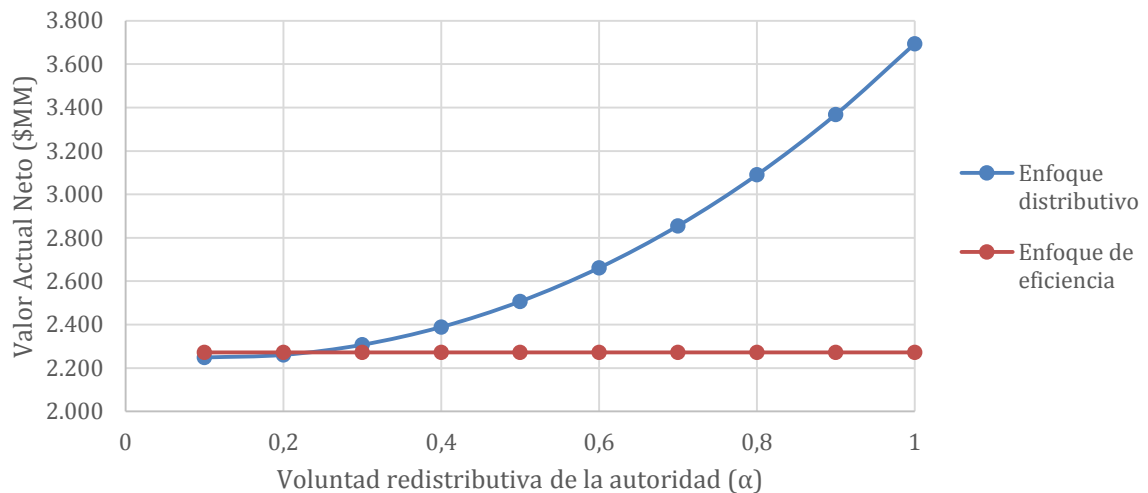


Figura 5.5 Enfoque distributivo y de eficiencia en Proyecto de Mejoramiento Avenida Padre Hurtado, Los Ángeles.

En síntesis, el énfasis en la voluntad redistributiva de la autoridad o parámetro de sensibilidad (α) aumenta o disminuye en distinta proporción al VAN, dependiendo de la distribución inicial de los beneficios dentro de un proyecto. Asimismo, con el objetivo de sintetizar toda la información relevante se incorpora la siguiente tabla donde se incluye además una recomendación de valores del parámetro de sensibilidad, α .

Tabla 5.11 Resumen de análisis y comparación de enfoques distributivo y eficiencia.

N°	Proyectos	Porcentaje de Beneficios con el Enfoque de Eficiencia		Intersección de Enfoques α	Aumento de Benf. en Tte. Priv. $\alpha >$	Porcentaje de Beneficios con el Enfoque distributivo		Recomendación α
		Tte. Pub.	Tte. Priv.			Tte. Pub.	Tte. Priv.	
1	Eje Pinto - Smith, Valdivia	20%	75%	0,63	0,62	30%	66%	-
2	Av. Presidente Ibañez, Pto. Montt	26%	58%	0,37	0,54	39%	47%	$0,37 < \alpha < 0,54$
3	Av. Interconexión Sector Alerce, Pto. Montt	41%	57%	0,14	0,54	55%	43%	$0,14 < \alpha < 0,54$
4	Av. Padre Hurtado, Los Ángeles	44%	56%	0,24	0,72	56%	44%	$0,24 < \alpha < 0,72$

Según el método propuesto no se puede recomendar en el proyecto de Eje Pinto- Smith de la Ciudad de Valdivia ningún valor dado el perfil inicial de beneficios. Si bien al elegir valores de alfa sobre 0,63 se toman consideraciones de equidad y eficiencia, al mismo tiempo los beneficios al transporte privado aumentan.

En general, la Tabla 5.11 muestra que existe una tendencia del parámetro de sensibilidad (α) a disminuir cuando es menor la proporción de los beneficios hacia el transporte privado y mayor en el transporte público, lo cual se refleja en los tres primeros proyectos. Sin embargo, al comparar el proyecto número 3 y 4 no queda muy clara esta relación, esto puede ser debido a que el último no considera beneficios por otros modos de transporte. Por este motivo, en la siguiente sección se desarrolla un análisis de sensibilidad para entender mejor este punto.

5.4 Análisis de sensibilidad

Este análisis pretende determinar qué tan relevante es el parámetro de sensibilidad (α) a los cambios de los beneficios tanto en transporte público como privado. Es así, que como base se consideró el Proyecto Mejoramiento Eje Pinto- Smith de la Ciudad de Valdivia, el cual en la sección anterior no se recomendó ningún parámetro. De esta manera, se plantean cuatro casos con diferentes variaciones porcentuales que permitan verificar la tendencia planteada al final de la sección anterior con respecto al parámetro alfa. Entonces, dado que en este proyecto los beneficios se encuentran concentrados hacia el transporte privado, los escenarios propuestos buscan una mayor equidad entre estos. Comenzando a partir del caso I por aumentar esta diferencia, hasta llegar al caso IV con una menor disparidad entre los beneficios.

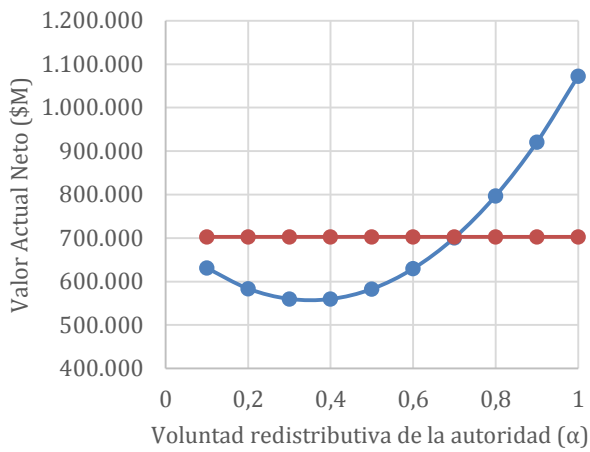
- I. Aumento de los beneficios del transporte privado en un 20%.
- II. Aumento de los beneficios del transporte público en un 20%.
- III. Aumento de los beneficios del transporte público en un 40%.
- IV. Disminución de los beneficios del transporte privado en un 20% y aumento de los beneficios del transporte público en un 40%.

Los resultados del principal indicador de rentabilidad con las sensibilidades señaladas se presentan en la tabla y figura siguiente.

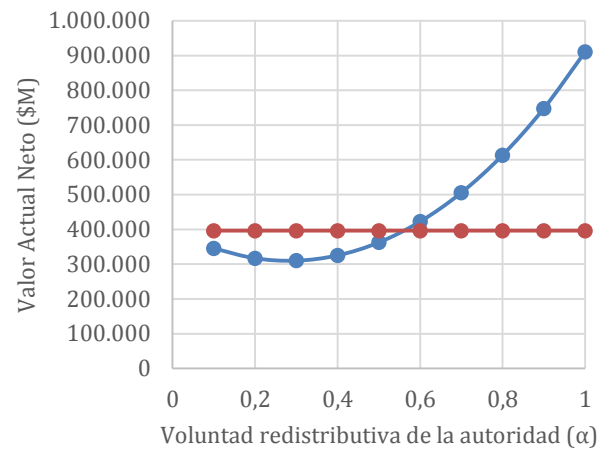
Tabla 5.12. Análisis de sensibilidad Proyecto Eje Pinto- Smith, Valdivia.

Casos		I	II	III	IV
Porcentaje Inicial de Benf.	Tte Pub.	17%	23%	26%	30%
	Tte Priv.	79%	73%	70%	65%
Benf Tte Pub.		Normal	+20%	+40%	+40%
Benf Tte Priv.		+20%	Normal	Normal	-20%
α		VAN (\$M)			
0,1		631.033	345.422	527.694	59.810
0,2		583.686	316.775	504.944	49.864

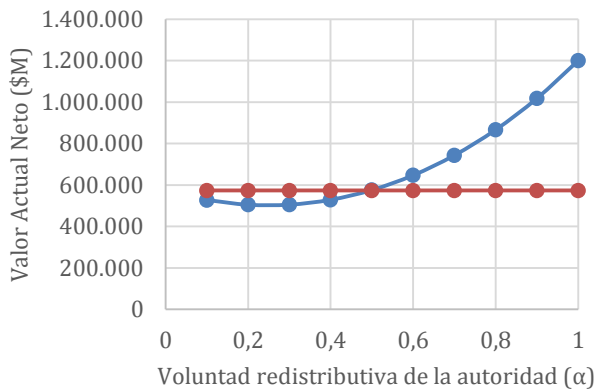
0,3	560.037	310.070	505.330	60.102
0,4	559.750	325.213	528.864	90.675
0,5	582.825	362.427	575.888	142.029
0,6	629.598	422.254	647.088	214.910
0,7	700.750	505.565	743.499	310.381
0,8	797.314	613.572	866.526	429.830
0,9	920.695	747.847	1.017.961	575.000
1	1.072.691	910.351	1.200.013	748.011



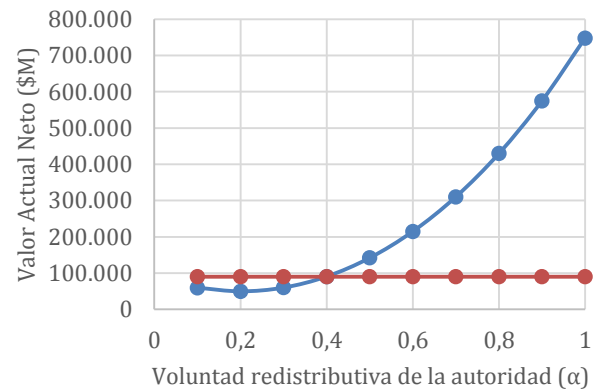
a) Caso I



b) Caso II



c) Caso III



d) Caso IV

Figura 5.6 Enfoque distributivo (azul) y de eficiencia (rojo) para el Proyecto Eje Pinto-Smith, Valdivia.

En lo particular, la figura anterior muestra que para el caso I ante un aumento del 20% en los beneficios al transporte privado la intersección entre enfoques es de $\alpha = 0,7$, desplazándose este parámetro hacia la derecha con respecto al caso inicial (Figura 5.2). En el siguiente escenario los beneficios al transporte privado disminuyen en relación al caso anterior y los del transporte público aumentan, en consecuencia la intersección se desplaza hacia la izquierda tomando un valor de $\alpha = 0,57$. Esta misma tendencia ocurre en los caso III y IV, donde progresivamente la curva del enfoque distributivo se desplaza en el mismo sentido tomando los valores de 0,5 y 0,4. Por otra parte, ante estos perfiles iniciales de beneficios se puede recomendar para los casos II, III y IV valores de alfa mayores a 0,57, 0,5 y 0,4 respectivamente y menores a 0,62.

En síntesis, los resultados del análisis de sensibilidad revelan que la intersección de los dos enfoques se desplaza hacia la derecha cuando es mayor la proporción de los beneficios hacia el transporte privado, lo que implica valores más altos de α . En cambio, cuando hay una mayor magnitud de los beneficios en el transporte público esta intersección se produce más hacia la izquierda, en consecuencia el parámetro α es más bajo.

Por último, si bien el análisis de sensibilidad considera un solo proyecto, de igual forma se evidencia el comportamiento del parámetro alfa bajo la variación de los perfiles de beneficios propuestos.

6 Conclusiones y Comentarios

En general, como resultado de esta investigación se aconseja realizar un análisis proyecto a proyecto para definir un rango o valor del parámetro de sensibilidad, puesto que se demostró del análisis comparativo y el de sensibilidad que depende de la proporción de beneficios en el primer corte temporal. De este modo, utilizando la estructura empleada en el desarrollo de los ponderadores distributivos para el transporte público y privado, se recomienda que los valores del parámetro de sensibilidad no sean superiores a 0,62, 0,54, y 0,72 para las ciudades de Valdivia, Puerto Montt y Los Ángeles, respectivamente. Su análisis debiera ser una herramienta complementaria al enfoque de eficiencia.

En particular, de acuerdo con los proyectos evaluados, al comparar los dos enfoques es posible acotar el énfasis en la voluntad redistributiva de la autoridad (α) para las ciudades de Puerto Montt y Los Ángeles. Sin embargo, el proyecto de Mejoramiento Eje Pinto- Smith de la Ciudad de Valdivia no permite recomendar un límite superior del parámetro de sensibilización. Así, se recomienda utilizar valores de α mayores a 0,37 y 0,14 para los proyectos de Av. Presidente Ibañez y Av. Interconexión Sector Alerce, respectivamente y valores de α menores a 0,54 ambos de la ciudad de Puerto Montt. En el proyecto de Av. Padre Hurtado de la ciudad de Los Ángeles se sugieren que el parámetro α sea mayor a 0,24 y menor 0,72. Por otra parte, el análisis de sensibilidad permitió examinar otros perfiles de beneficios de los cuales para los casos II, III y IV si se encuentran valores recomendables.

De acuerdo con el método empleado en la aplicación del enfoque distributivo en los proyectos acá mostrados no existiría manipulación de las autoridades o tomadores de decisiones, principal argumento en contra del enfoque distributivo. Puesto que los ponderadores obtenidos son en función de los ingresos en el hogar y los viajes generados en base a la EOD de cada ciudad, es decir, representan características propias de los usuarios

Con los resultados obtenidos queda en evidencia que sí es factible aplicar un enfoque de equidad a los proyectos de transporte, ampliando y favoreciendo la perspectiva al momento

de tomar decisiones, lo que permite bajo esta metodología entregar más peso a los beneficiarios del transporte público, en este sentido, se conduciría a favorecer este tipo de modo y por tanto, a los grupos de más bajos recursos, ya que según lo expuesto estos tendrían acentuadas sus preferencias al uso del transporte público.

El desarrollo del enfoque distributivo, utilizando la metodología tradicional de evaluación, junto con la forma de abordar el problema ayudó a obtener una herramienta consistente y objetiva, permitiendo un aporte en materia de equidad en proyectos de transporte. Aspectos como este, de algún modo han sido abordados en otros países abriendo diferentes opciones a la hora de mejorar en términos de metodologías o modelos, demostrando la importancia en la identificación y medición de los impactos negativos de un proyecto, lo que promueve oportunidades para redefinir el proyecto y aumentar su valor social.

Desafortunadamente en Chile no hay antecedentes respecto a la aplicación de este enfoque distributivo en algún proyecto del área u otras, de este modo la redistribución solo depende de la capacidad del sistema económico o políticas específicas, para encaminar al país, región o ciudad, donde se realiza la intervención, hacia una mayor equidad distributiva de los grupos involucrados. Desde este punto de vista, proyectos ineficientes en términos de distribución de beneficios más desigual, no deberían desarrollarse.

Por último, las siguientes líneas de investigación podrían apuntar a precisar de mejor forma el parámetro de sensibilidad, incluyendo más proyectos en cuestión con el fin de entregar resultados más robustos en la aplicación del enfoque distributivo. Del mismo modo, sería interesante sumar proyectos en la etapa de anteproyecto o alternativas preliminares, como también aplicarlo a escenarios donde la rentabilidad económica del proyecto sea negativa. Además, a este análisis podrían sumarse ciudades de gran tamaño como Santiago.

7 Bibliografía

Agostini, C., y Razmilic, S. (2015). Enfoques complementarios para la evaluación social de proyectos

Aguilera, R., Aroca, P., Benítez, P., Cabezas, M., Cavada, J., Cofré, M., Contreras, Y., Díaz, M., y Rivera, N. (2011). Evaluación social de proyectos. Orientaciones para su aplicación. Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República, Uruguay.

Brocker, J., Korzhenevych, A., y Schurmann, C. (2010). Assessing Spatial Equity and Efficiency Impacts of Transport Infrastructure Projects. *Transportation Research Part B* 44.

Comisión de Pro Movilidad Urbana. (2014). Problemas de la Movilidad Urbana: Estrategia y Medidas para su Mitigación, Chile.

Contreras, E. (2004). *Evaluación Social de Inversiones Públicas: Enfoques Alternativos y su Aplicabilidad para Latinoamérica*. Serie manuales N° 37. CEPAL.

Dasgupta, P., Sen, A., y Marglin, S. (1972). ONUDI – Pautas para la evaluación de proyectos. Naciones Unidas, New York.

División de Transporte Público Regional. (2014). Subsidios al Transporte por región. Santiago, Chile. Disponible en: <http://www.dtptr.gob.cl/infosubsidios.php>

De Rus, G., Betancor, O., y Campos, J. (2006). Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington D.C.

Department for Transport. (2014). Transport Analysis Guidance, TAG Unit A4.2: Distributional Impact Appraisal. London, UK. Available at: <https://www.gov.uk/guidance/transport-analysis-guidance-webtag>.

Ferreira, L., & Lake, M. (2002). Towards A Methodology To Evaluate Public Transport Projects. Physical Infrastructure Centre Research Report 02-03, School of Civil Engineering, Queensland University of Technology, Brisbane.

Fontaine, E. (2008). *Evaluación Social de Proyectos*. Pearson Educación, México.

Gálvez, T., & Jara-Díaz, S. (1998). On the social valuation of travel time savings. *International Journal of Transport Economics*. 25 (2), 205-219.

Gómez Lobo, A., y Belmar, C. (2010). Aspectos institucionales para potenciar la evaluación social de proyectos en transporte: lecciones de América Latina. *Cuadernos Económicos de ICE N.º 80*.

Harberger, A. (1971). Three Basic Postulates for Applied Welfare Economics: An Interpretive Essay. *Journal of Economic Literature*. 9(3), 785-797.

Instituto Nacional de Estadísticas. (2016). Censos de población y vivienda. Disponible en: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos/censo_poblacion_vivienda.php

León, C., Romero, M., Ruíz, M.V., y Suárez, H. (2014). *Evaluación socioeconómica y financiera de políticas públicas*. Ed. Septem.

Little, I., & Mirrlees, J. (1974). *Project Appraisal and Planning for Developing Countries*. Heinemann Educational. Universidad de Michigan.

Mackie, P., Worsley, T., & Eliasson, J. (2014). Transport appraisal revisited. *Research in Transportation Economics*. 47, 3-18.

MESPIVU. (1988). Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana. Comisión de Transporte Urbano, Secretaría Ejecutiva, Chile.

MIDEPLAN. (1998). Preparación y Presentación de Proyectos de Inversión. Departamento de Inversiones, Chile.

MIDEPLAN - SECTRA (2006). Actualización de Encuestas Origen Destino de Viajes, IV Etapa. Ciudad de Valdivia, Informe de Difusión.

Ministerio de Desarrollo Social. (2016a). Encuesta de caracterización socioeconómica nacional. http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen/casen_obj.php

Ministerio de Desarrollo Social. (2016b). Precios Sociales Vigentes 2016. División de Evaluación Social de Inversiones, Chile.

Ministerio de Desarrollo Social. (2015). Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Inversión Pública. División de Evaluación Social de Inversiones, Chile.

Ministerio de Desarrollo Social. (2013a). Metodología de preparación y evaluación de proyectos de vialidad urbana. División de Evaluación Social de Inversiones, Chile.

Ministerio de Desarrollo Social. (2013b). Curso de Preparación y Evaluación Social de Proyectos, Unidad 1. División de Evaluación Social de Inversiones, Chile.

Niehaus, M., Galilea, P., y Hurtubia, R. (2015). Accesibilidad y equidad: ampliando la caja de herramientas para la planificación de transporte. *XVII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*. 13 – 16 Octubre, Concepción, Chile.

Rizzi, L.I. (2011). Reflexiones a partir del uso de un único valor social de ahorros de tiempo de viaje en evaluación social de proyectos. *XV Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*. 3-6 Octubre, Santiago, Chile.

SECTRA. (2013). Mejoramiento Eje Pinto – Schmidt, Valdivia. *Informe final, Evaluación de Proyecto*. Realizado por PGC Ingenieros Ltda.

SECTRA. (1996). Diagnóstico del Sistema de Transporte Urbano de las Ciudades de Osorno – Valdivia. Ministerio de Planificación y Cooperación. Realizado por CIS Asociados Consultores en Transporte.

Shi, J., & Zhou, N. (2012). A Quantitative Transportation Project Investment Evaluation Approach with both Equity and Efficiency Aspects, *Research in Transportation Economics*. 36(1), 93-100.

Squire, L., y Van der Tak, H. (1977). Análisis Económico de Proyectos. Editorial Tecnos, publicado para el Banco Mundial. Madrid, España.

Thomopoulos, N., Grant-Muller, S., & Tight, M.R. (2009). Incorporating equity considerations in transport infrastructure evaluation: Current practice and a proposed methodology. *Evaluation and Program Planning*. 32, 351-359.

Torche Arístides. (1994). *Eficiencia y redistribución del ingreso como criterios de valor en la evaluación de proyectos*. ILPES / CEPAL.

Varian H. (2010). Microeconomía Intermedia, un enfoque actual. 8ª Edición. Antoni Bosch, Barcelona.

8 Anexos

	Impactos distributivos de ingresos privados					¿Son los impactos distribuidos equitativamente?	Impactos clave - declaraciones cualitativas
	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%		
Beneficios de usuarios	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓✓	No	Los que están en el quintil de ingresos mayor experimentan una proporción considerablemente mayor de lo esperado de los beneficios, mientras que los de las zonas más desfavorecidas (quintil 1) experimentan una proporción más pequeña de lo esperado de los beneficios.
Ruido	XXX	✓	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	No	Impactos de ruido a favor de los que están en los quintiles de ingresos menos desfavorecidos. Los que están en el quintil de ingresos más desfavorecido experimentan mayor desbeneficios del ruido, mientras que todos los otros quintiles de ingresos experimentan beneficios de la intervención.
Calidad del aire	✓✓✓	✓✓	✓	XXX	✓	No	Impactos en la calidad del aire favorecen residentes en los quintiles de ingresos más necesitados. Los que están en el quintil de ingresos más desfavorecidos (quintil 1) tiene una considerable mayor proporción de los beneficios de calidad del aire por lo que no es una distribución uniforme. Los residentes que viven en el quintil de ingresos 4 experimentan desbeneficios en la calidad del aire.
Asequibilidad	XX	X	XX	✓	✓✓	No	Los beneficios de asequibilidad personales favorecen aquellos en los quintiles de ingresos menos desfavorecidos. Los que están en los quintiles de ingreso 4 y 5 experimentan beneficios en términos de asequibilidad, mientras que aquellos en los quintiles de ingresos más desfavorecidos (más vulnerables) experimentan desbeneficios como resultado de la intervención.
Accesibilidad	X	X	X	X	X	Si	Los impactos de accesibilidad se aprecian como levemente adverso para todos los quintiles de ingresos y por lo tanto, aunque el impacto es negativo el impacto se distribuye de manera uniforme.

Anexo 8.1 Ejemplo Matriz de evaluación de impactos distributivos. Modificado de (DtT, 2014)

1. Proyecto Mejoramiento Eje Pinto – Smith, Valdivia.

Año	Inversión	Transporte Privado	Transporte Público	Otro	Beneficio Neto
	Residual				
2014	-3.895.586.433				-3.895.586.433
2015		175.338.409	46.020.005	10.879.860	232.238.274
2016		183.893.915	53.560.290	11.078.354	248.532.560
2017		192.449.421	61.100.576	11.276.848	264.826.845
2018		201.004.928	68.640.861	11.475.342	281.121.131
2019		209.560.434	76.181.147	11.673.836	297.415.416
2020		218.115.940	83.721.432	11.872.330	313.709.702
2021		201.004.928	68.640.861	11.475.342	281.121.131
2022		205.282.681	72.411.004	11.574.589	289.268.274
2023		209.560.434	76.181.147	11.673.836	297.415.416
2024		213.838.187	79.951.289	11.773.083	305.562.559
2025		218.115.940	83.721.432	11.872.330	313.709.702
2026		222.393.693	87.491.575	11.971.577	321.856.845
2027		226.671.446	91.261.717	12.070.824	330.003.988
2028		230.949.199	95.031.860	12.170.071	338.151.130
2029		235.226.952	98.802.003	12.269.318	346.298.273
2030		239.504.706	102.572.146	12.368.565	354.445.416
2031		239.504.706	102.572.146	12.368.565	354.445.416
2032		239.504.706	102.572.146	12.368.565	354.445.416
2033		239.504.706	102.572.146	12.368.565	354.445.416
2034	2.160.626.892	239.504.706	102.572.146	12.368.565	2.515.072.308
				VAN(6%)	218.928.172

Anexo 8.2 Flujo de Beneficios e indicadores de rentabilidad proyecto Eje Pinto - Smith.

2. Proyecto Mejoramiento Av. Presidente Ibañez Tramo Av. Ejercito – Av. Austral, Pto. Montt.

Año	Inversión	Transporte Privado	Transporte Público	Otro	Beneficio Neto
	Residual				
2014	-\$ 27.444.232.214				-\$ 27.444.232.214
2015		\$ 1.123.318.911	\$ 507.425.700	\$ 321.303.615	\$ 1.952.048.226
2016		\$ 1.168.251.667	\$ 527.722.728	\$ 334.155.760	\$ 2.030.130.155
2017		\$ 1.214.981.734	\$ 548.831.637	\$ 347.521.990	\$ 2.111.335.361
2018		\$ 1.263.581.004	\$ 570.784.902	\$ 361.422.870	\$ 2.195.788.775
2019		\$ 1.314.124.244	\$ 593.616.298	\$ 375.879.785	\$ 2.283.620.326
2020		\$ 1.366.689.213	\$ 617.360.950	\$ 390.914.976	\$ 2.374.965.140
2021		\$ 1.421.356.782	\$ 642.055.388	\$ 406.551.575	\$ 2.469.963.745
2022		\$ 1.478.211.053	\$ 667.737.604	\$ 422.813.638	\$ 2.568.762.295
2023		\$ 1.537.339.495	\$ 694.447.108	\$ 439.726.183	\$ 2.671.512.787
2024		\$ 1.598.833.075	\$ 722.224.992	\$ 457.315.231	\$ 2.778.373.298
2025		\$ 1.598.833.075	\$ 722.224.992	\$ 457.315.231	\$ 2.778.373.298
2026		\$ 1.598.833.075	\$ 722.224.992	\$ 457.315.231	\$ 2.778.373.298
2027		\$ 1.598.833.075	\$ 722.224.992	\$ 457.315.231	\$ 2.778.373.298
2028		\$ 1.598.833.075	\$ 722.224.992	\$ 457.315.231	\$ 2.778.373.298
2029		\$ 1.598.833.075	\$ 722.224.992	\$ 457.315.231	\$ 2.778.373.298
2030		\$ 1.598.833.075	\$ 722.224.992	\$ 457.315.231	\$ 2.778.373.298
2031		\$ 1.598.833.075	\$ 722.224.992	\$ 457.315.231	\$ 2.778.373.298
2032		\$ 1.598.833.075	\$ 722.224.992	\$ 457.315.231	\$ 2.778.373.298
2033		\$ 1.598.833.075	\$ 722.224.992	\$ 457.315.231	\$ 2.778.373.298
2034	\$ 13.846.511.065	\$ 1.598.833.075	\$ 722.224.992	\$ 457.315.231	\$ 16.624.884.363
VAN(6%)					\$ 5.219.925.010
TIR					7,8%
TRI					7,1
VAN1					\$ 288.107.824

Anexo 8.3 Flujo de Beneficios e indicadores de rentabilidad proyecto Av. Presidente Ibañez.

3. Proyecto Mejoramiento Av. Interconexión Sector Alerce, Pto. Montt.

Año	Inversión	Transporte Privado	Transporte Público	Otro	Beneficio Neto
	Residual				
2014	-\$ 16.150.764.995				-\$ 16.150.764.995
2015		\$ 645.339.253	\$ 467.035.651	\$ 26.011.902	\$ 1.138.386.807
2016		\$ 671.152.823	\$ 485.717.077	\$ 27.052.378	\$ 1.183.922.279
2017		\$ 697.998.936	\$ 505.145.760	\$ 28.134.474	\$ 1.231.279.170
2018		\$ 725.918.893	\$ 525.351.591	\$ 29.259.853	\$ 1.280.530.337
2019		\$ 754.955.649	\$ 546.365.654	\$ 30.430.247	\$ 1.331.751.550
2020		\$ 785.153.875	\$ 568.220.281	\$ 31.647.457	\$ 1.385.021.612
2021		\$ 816.560.030	\$ 590.949.092	\$ 32.913.355	\$ 1.440.422.477
2022		\$ 849.222.431	\$ 614.587.056	\$ 34.229.889	\$ 1.498.039.376
2023		\$ 883.191.328	\$ 639.170.538	\$ 35.599.085	\$ 1.557.960.951
2024		\$ 918.518.982	\$ 664.737.359	\$ 37.023.048	\$ 1.620.279.389
2025		\$ 918.518.982	\$ 664.737.359	\$ 37.023.048	\$ 1.620.279.389
2026		\$ 918.518.982	\$ 664.737.359	\$ 37.023.048	\$ 1.620.279.389
2027		\$ 918.518.982	\$ 664.737.359	\$ 37.023.048	\$ 1.620.279.389
2028		\$ 918.518.982	\$ 664.737.359	\$ 37.023.048	\$ 1.620.279.389
2029		\$ 918.518.982	\$ 664.737.359	\$ 37.023.048	\$ 1.620.279.389
2030		\$ 918.518.982	\$ 664.737.359	\$ 37.023.048	\$ 1.620.279.389
2031		\$ 918.518.982	\$ 664.737.359	\$ 37.023.048	\$ 1.620.279.389
2032		\$ 918.518.982	\$ 664.737.359	\$ 37.023.048	\$ 1.620.279.389
2033		\$ 918.518.982	\$ 664.737.359	\$ 37.023.048	\$ 1.620.279.389
2034	\$ 3.078.838.342	\$ 918.518.982	\$ 664.737.359	\$ 37.023.048	\$ 4.699.117.730
VAN(6%)					\$ 1.340.362.783
TIR					6,9%
TRI					7,0
VAN1					\$ 159.755.573

Anexo 8.4 Flujo de Beneficios e indicadores de rentabilidad proyecto Av. Sector Alerce.

4. Proyecto de Mejoramiento Avenida Padre Hurtado, Los Ángeles.

Año	Inversión	Transporte Privado	Transporte Público	Beneficio Neto
	Residual			
2017	-\$ 5.798.814.493			-\$ 5.798.814.493
2018		\$ 208.326.882	\$ 165.448.989	\$ 373.775.871
2019		\$ 228.898.324	\$ 188.794.281	\$ 417.692.604
2020		\$ 249.469.765	\$ 212.139.573	\$ 461.609.337
2021		\$ 270.041.206	\$ 235.484.864	\$ 505.526.071
2022		\$ 290.612.647	\$ 258.830.156	\$ 549.442.804
2023		\$ 311.184.089	\$ 282.175.448	\$ 593.359.537
2024		\$ 331.755.530	\$ 305.520.740	\$ 637.276.270
2025		\$ 352.326.971	\$ 328.866.032	\$ 681.193.003
2026		\$ 367.536.675	\$ 343.062.944	\$ 710.599.618
2027		\$ 383.402.970	\$ 357.872.726	\$ 741.275.696
2028		\$ 399.954.203	\$ 373.321.836	\$ 773.276.039
2029		\$ 417.219.940	\$ 389.437.873	\$ 806.657.813
2030		\$ 435.231.027	\$ 406.249.628	\$ 841.480.655
2031		\$ 435.231.027	\$ 406.249.628	\$ 841.480.655
2032		\$ 435.231.027	\$ 406.249.628	\$ 841.480.655
2033		\$ 435.231.027	\$ 406.249.628	\$ 841.480.655
2034		\$ 435.231.027	\$ 406.249.628	\$ 841.480.655
2035		\$ 435.231.027	\$ 406.249.628	\$ 841.480.655
2036		\$ 435.231.027	\$ 406.249.628	\$ 841.480.655
2037	\$ 2.048.111.285	\$ 435.231.027	\$ 406.249.628	\$ 2.889.591.940
VAN(6%)				\$ 2.271.882.800
TIR				9,5%
TRI				6,4
VAN1				\$ 24.383.964

Anexo 8.5 Flujo de Beneficios e indicadores de rentabilidad proyecto Av. Padre Hurtado.

Ingreso Familiar		Hogares	Ingreso familiar promedio	Ingreso total
\$ 12.000	\$ 105.500	6.098	\$ 58.750	\$ 358.257.500
\$ 105.501	\$ 190.000	6.970	\$ 147.751	\$ 1.029.820.985
\$ 190.001	\$ 250.000	4.737	\$ 220.001	\$ 1.042.142.369
\$ 250.001	\$ 350.000	5.856	\$ 300.001	\$ 1.756.802.928
\$ 350.001	\$ 450.000	3.531	\$ 400.001	\$ 1.412.401.766
\$ 450.001	\$ 630.000	3.755	\$ 540.001	\$ 2.027.701.878
\$ 630.001	\$ 800.000	1.750	\$ 715.001	\$ 1.251.250.875
\$ 800.001	\$ 1.000.000	1.140	\$ 900.001	\$ 1.026.000.570
\$ 1.000.001	\$ 1.500.000	929	\$ 1.250.001	\$ 1.161.250.465
\$ 1.500.001	\$ 5.000.000	496	\$ 3.250.001	\$ 1.612.000.248

Anexo 8.6 Ingreso promedio familiar de la Ciudad de Valdivia, según rango de ingresos y número de hogares (EOD, 2002).

Ingreso Familiar		Hogares	Ingreso familiar promedio	Ingreso total
\$ 20.000	\$ 105.500	3.247	\$ 62.750	\$ 203.749.250
\$ 105.501	\$ 160.000	4.016	\$ 132.751	\$ 533.126.008
\$ 160.001	\$ 200.000	3.498	\$ 180.001	\$ 629.641.749
\$ 200.001	\$ 350.000	11.112	\$ 275.001	\$ 3.055.805.556
\$ 350.001	\$ 450.000	5.078	\$ 400.001	\$ 2.031.202.539
\$ 450.001	\$ 600.000	4.761	\$ 525.001	\$ 2.499.527.381
\$ 600.001	\$ 700.000	2.167	\$ 650.001	\$ 1.408.551.084
\$ 700.001	\$ 1.000.000	3.738	\$ 850.001	\$ 3.177.301.869
\$ 1.000.001	\$ 1.500.000	1.726	\$ 1.250.001	\$ 2.157.500.863
\$ 1.500.001	\$ 5.200.000	1.474	\$ 3.350.001	\$ 4.937.900.737

Anexo 8.7 Ingreso promedio familiar de la Ciudad de Pto. Montt, según rango de ingresos y número de hogares (EOD, 2004).

Ingreso Familiar		Hogares	Ingreso familiar promedio	Ingreso total
\$ 30.000	\$ 105.500	3.150	\$ 67.750	\$ 213.412.500
\$ 105.501	\$ 160.000	3.330	\$ 132.751	\$ 442.059.165
\$ 160.001	\$ 200.000	3.675	\$ 180.001	\$ 661.501.838
\$ 200.001	\$ 350.000	9.184	\$ 275.001	\$ 2.525.604.592
\$ 350.001	\$ 450.000	3.825	\$ 400.001	\$ 1.530.001.913
\$ 450.001	\$ 600.000	3.841	\$ 525.001	\$ 2.016.526.921
\$ 600.001	\$ 700.000	1.378	\$ 650.001	\$ 895.700.689
\$ 700.001	\$ 1.000.000	1.935	\$ 850.001	\$ 1.644.750.968
\$ 1.000.001	\$ 1.500.000	1.120	\$ 1.250.001	\$ 1.400.000.560
\$ 1.500.001	\$ 4.100.000	441	\$ 2.800.001	\$ 1.234.800.221

Anexo 8.8 Ingreso promedio familiar de la Ciudad de Los Ángeles, según rango de ingresos y número de hogares (EOD, 2004).

Ciudad	Nivel de Ingreso		
	Valdivia	Pto. Montt	Los Ángeles
Bajo	\$ 106.220	\$ 126.988	\$ 129.687
Medio	\$ 348.960	\$ 389.094	\$ 382.260
Alto	\$ 1.170.452	\$ 1.480.643	\$ 1.224.128
Promedio	\$ 359.527	\$ 505.532	\$ 394.127

Anexo 8.9 Nivel de ingreso promedio familiar en base a; Tablas 8.1, 8.2 y 8.3.

El cálculo de las Tasas de Generación de Viajes Basados en el Hogar (BHI) tiene directa relación con la definición de los estratos de ingreso que se realiza, porque ésta definición afecta tanto al Viaje como al Hogar en donde se produce ese viaje.

La Tasa Simple queda definida por:

$$T^{pn} = \frac{O_{i(BHI)}^{pn}}{H^n} \quad (8.1)$$

Donde:

T^{pn} : Tasa de viajes por propósito p y de hogares de categoría n.

$O_{i(BHI)}^{pn}$: Número de Viajes con propósito p generados en los Hogares con categoría n.

H^n : Número de hogares de categoría n.

Así, lo esperable es que las Tasas Simples sean crecientes tanto en Ingreso como en Motorización.

Tabla 8.1. Tasas Simples.

Tasa simple	0 Veh.	1 Veh.	2 o más Veh.
Ingreso Bajo			
Ingreso Medio			
Ingreso Alto			

Entonces, el objetivo es encontrar una especificación de Corte de Ingreso que permita estimar Tasas Simples crecientes. Para ello, se prueban diversos cortes de ingreso y se calculan las Tasas Simples para cada uno de ellos, para cada Propósito; Trabajo, Estudio y Otros, y cada Periodo; Punta Mañana, Fuera Punta y Punta Tarde.

Anexo 8.10 Metodología para la determinación de Cortes de Ingreso con Tasas Simples.

Rangos de Ingresos		Viajes Tte. Pub.	Viajes Tte. Priv.
\$ 12.000	\$ 105.500	15.600	1.756
\$ 105.501	\$ 190.000	25.726	5.449
\$ 190.001	\$ 250.000	20.799	5.840
\$ 250.001	\$ 350.000	28.002	11.983
\$ 350.001	\$ 450.000	17.217	10.777
\$ 450.001	\$ 630.000	19.365	14.676
\$ 630.001	\$ 800.000	6.901	9.343
\$ 800.001	\$ 1.000.000	3.902	10.888
\$ 1.000.001	\$ 1.500.000	3.262	7.102
\$ 1.500.001	\$ 5.000.000	1.828	7.453

Anexo 8.11 Viajes generados según rango de ingresos en modo Transporte Público y Privado para la Ciudad de Valdivia (EOD, 2002).

Rangos de Ingresos		Viajes Tte. Pub.	Viajes Tte. Priv.
\$ 20.000	\$ 105.500	6.013	1.503
\$ 105.501	\$ 160.000	9.275	1.284
\$ 160.001	\$ 200.000	10.646	2.307
\$ 200.001	\$ 350.000	32.636	12.860
\$ 350.001	\$ 450.000	17.710	10.972
\$ 450.001	\$ 600.000	15.997	12.593
\$ 600.001	\$ 700.000	8.646	13.488
\$ 700.001	\$ 1.000.000	10.950	22.108
\$ 1.000.001	\$ 1.500.000	3.967	12.017
\$ 1.500.001	\$ 5.200.000	1.611	15.506

Anexo 8.12 Viajes generados según rango de ingresos en modo Transporte Público y Privado para la Ciudad de Puerto Montt (EOD, 2004).

Rangos de Ingresos		Viajes Tte. Pub.	Viajes Tte. Priv.
\$ 30.000	\$ 105.500	4.496	647
\$ 105.501	\$ 160.000	7.562	1047
\$ 160.001	\$ 200.000	8.799	1892
\$ 200.001	\$ 350.000	24.699	10152
\$ 350.001	\$ 450.000	12.190	10314
\$ 450.001	\$ 600.000	10.762	9562
\$ 600.001	\$ 700.000	3.486	5471
\$ 700.001	\$ 1.000.000	5.261	8630
\$ 1.000.001	\$ 1.500.000	1.709	7002
\$ 1.500.001	\$ 4.100.000	229	4168

Anexo 8.13 Viajes generados según rango de ingresos en modo Transporte Público y Privado para la Ciudad de Los Ángeles (EOD, 2004).