



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
ESCUELA DE INGENIERÍA

**EL VALOR DEL ALTRUISMO: HACIA LA  
VALORIZACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD  
UNIVERSAL EN PROYECTOS DE  
TRANSPORTE**

**VALERIA IGNACIA ACEVEDO REYES**

Tesis para optar al grado de  
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Supervisor:  
PATRICIA GALILEA ARANDA

Santiago de Chile, Junio 2021

© MMXXI, VALERIA ACEVEDO REYES



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
ESCUELA DE INGENIERÍA

# EL VALOR DEL ALTRUISMO: HACIA LA VALORIZACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD UNIVERSAL EN PROYECTOS DE TRANSPORTE

**VALERIA IGNACIA ACEVEDO REYES**

Miembros del Comité:

PATRICIA GALILEA ARANDA

SEBASTIÁN RAVEAU FELIÚ

SEBASTIÁN SERIANI AWAD

MIGUEL NUSSBAUM VOEHL

DocuSigned by:  
  
8FAB758C7BD541B...

Tesis para optar al grado de  
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, Junio 2021

© MMXXI, VALERIA ACEVEDO REYES

*A Rosa, Sergio, Osvaldo y Gonzalo,  
por apoyarme siempre.*

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer en primer lugar a mi profesor supervisor, Patricia Galilea, por mostrarme el amor a la especialidad, su constante guía y apoyo. Sumado a lo anterior, me gustaría agradecer al equipo del proyecto Senadis DICTUC, por hacerme partícipe de las reuniones y dejarme utilizar los datos de su encuesta. Especialmente a Paula Iglesias por el constante apoyo en el desarrollo de la Encuesta PD, a Francisco Fresard y Kristine France, por la experiencia y buena disposición, a Daniel y Joan por el análisis del WHODAS y a Michelle Madrid por el desarrollo de la Evaluación Social y su apoyo incondicional.

En la realización de mi investigación, me gustaría agradecer al profesor Sebastián Raveau por la buena disposición y el tiempo dedicado a conversar sobre mis modelos, a Jaime Soza por reforzar la codificación de modelos ML y al profesor Juan de Dios Ortúzar por los comentarios finales de mi tesis. También, quiero agradecerle a mi familia, Rosa, Sergio, Osvaldo y Gonzalo, por los sacrificios hechos para que pudiera estudiar, sin duda ustedes han sido mi principal fortaleza, el empuje para no rendirme y quienes me dieron alas para soñar. Gracias también a mis angelitos que me acompañaron todo este tiempo.

Me gustaría agradecer a Antonio Ossa, quien me acompañó y cuidó durante toda la carrera y a Constanza Carmona por los trabajos en grupo y la compañía. También quiero agradecer a los profesores y funcionarios del DITL, y a mis compañeros de postgrado, especialmente a Sofía, Andrés, Carlos y Sebastián, por todos los momentos compartidos (y los postres). Gracias a los chiquillos de la Mafia y a mis amigas de la Residencia, que fueron un gran apoyo y con quienes compartí grandes anécdotas en el paso por la universidad.

Finalmente quiero agradecer a los profesores que me dieron la oportunidad de ser su ayudante, principalmente a Ricardo Raineri y Alexandra Soto. A los distintos grupos a los que pertencí durante mi carrera: a Talento e Inclusión por la beca y acompañamiento, al Cuerpo de Tutores y a Gimnasia Aeróbica, por convertirme en una persona integral.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	IV
Índice de figuras	VIII
Índice de tablas	XI
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Necesidades y objetivos . . . . .	2
1.2. Alcances de la investigación . . . . .	3
1.3. Estructura de la tesis . . . . .	4
Capítulo 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Conceptos claves . . . . .	5
2.1.1. Discapacidad . . . . .	5
2.1.2. Movilidad reducida . . . . .	6
2.1.3. Accesibilidad . . . . .	7
2.2. Accesibilidad en Transporte Público en Chile . . . . .	9
2.3. Revisión de la normativa internacional . . . . .	12
2.3.1. Inglaterra . . . . .	12
2.3.2. Australia . . . . .	13
2.3.3. España . . . . .	13
2.3.4. Colombia . . . . .	14
2.3.5. Singapur . . . . .	15
2.3.6. Japón . . . . .	15
2.3.7. Estados Unidos . . . . .	15
2.3.8. Francia . . . . .	16

2.4.	Análisis de la normativa nacional . . . . .	18
2.5.	Valoración de elementos de accesibilidad universal . . . . .	20
2.6.	Altruismo . . . . .	22
2.6.1.	Definiciones de altruismo . . . . .	22
2.6.2.	Modelación del altruismo en otras disciplinas . . . . .	24
2.6.3.	Modelación económica del altruismo . . . . .	24
2.6.4.	El altruismo se podría modelar como una externalidad . . . . .	25
Capítulo 3. METODOLOGÍA		26
3.1.	Encuestas de Preferencias Declaradas . . . . .	26
3.2.	Modelos de Elección Discreta . . . . .	27
3.2.1.	Modelo Logit Multinomial (MNL) . . . . .	29
3.2.2.	Modelo Logit Mixto (ML) . . . . .	32
3.2.3.	Modelos con Variables Latentes . . . . .	34
3.3.	Diseño de Experimentos de Elección . . . . .	37
Capítulo 4. DISEÑO DE LA ENCUESTA		39
4.1.	Selección de elementos . . . . .	40
4.2.	Encuesta Piloto . . . . .	41
4.2.1.	Atributos y niveles . . . . .	41
4.2.2.	Características de la encuesta piloto . . . . .	45
4.2.3.	Análisis y resultados de la encuesta piloto . . . . .	45
4.2.4.	Aprendizajes de la encuesta piloto . . . . .	47
4.3.	Encuesta final . . . . .	49
4.3.1.	Atributos y niveles . . . . .	49
4.3.2.	Características de la encuesta final . . . . .	50
4.4.	Recolección y análisis de la muestra . . . . .	52
4.4.1.	Forma de reclutamiento . . . . .	52
4.4.2.	Composición de la muestra . . . . .	53
4.4.3.	Cantidad de respuestas obtenidas . . . . .	53

4.4.4. Análisis de la muestra . . . . .	54
4.5. Corrección de representatividad . . . . .	64
Capítulo 5. RESULTADOS	65
5.1. Modelos Logit Mixto . . . . .	65
5.1.1. Modelo Base . . . . .	66
5.1.2. Modelo con consideración de heterogeneidad de los usuarios . . . . .	68
5.1.3. Modelo con Variables Latentes . . . . .	77
5.2. Valorización de atributos . . . . .	87
5.2.1. Modelo Base . . . . .	88
5.2.2. Modelo con consideración de heterogeneidad de los usuarios . . . . .	89
5.2.3. Modelo con Variables Latentes . . . . .	94
Capítulo 6. CONCLUSIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	104
Anexos	111
A. Sesgo en los modelos de elección con variables latentes estimados de manera secuencial . . . . .	112
B. Contexto de Decisión . . . . .	114
C. Whodas Funcional . . . . .	115
D. Indicadores Altruismo . . . . .	117
E. Ejemplo de Evaluación Social . . . . .	118
E.1. Metodología para la estimación de beneficios . . . . .	118
E.2. Resumen de la metodología . . . . .	121
E.3. Aplicación de la metodología . . . . .	121
F. Encuesta Final Aplicada . . . . .	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

4.1. Pregunta de Ejemplo . . . . .	51
4.2. Distribución de las respuestas por género . . . . .	55
4.3. Distribución de las respuestas por rangos de edad . . . . .	56
4.4. Distribución de las respuestas por nivel de ingreso . . . . .	56
4.5. Distribución de las respuestas por nivel educacional . . . . .	57
4.6. Proporción de los modos usados en la Región Metropolitana . . . . .	58
4.7. Proporción de los modos usados fuera de la Región Metropolitana . . . . .	59
4.8. Tiempos de viaje por ciudad . . . . .	60
4.9. Dificultad física - Distribución por género . . . . .	62
4.10. Niveles de dificultad física . . . . .	63
4.11. Dificultad física - Distribución por ciudad . . . . .	64
5.1. Estructura Modelo MIMIC . . . . .	80
A.1. Sesgo causado por estimación secuencial en modelos con variables latentes . . . . .	113
B.1. Contexto de Decisión - Encuesta Piloto . . . . .	114
D.1. Gráfico de correlación entre preguntas . . . . .	117
E.1. Mapa Referencial del Proyecto . . . . .	122
F.1. Página 1 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	128
F.2. Página 2 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	129
F.3. Página 3 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	130

F.4.	Página 4 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	131
F.5.	Página 5 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	132
F.6.	Página 6 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	133
F.7.	Página 7 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	134
F.8.	Página 8 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	135
F.9.	Página 9 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	136
F.10.	Página 10 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	137
F.11.	Página 11 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	138
F.12.	Página 12 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	139
F.13.	Página 13 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	140
F.14.	Página 14 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	141
F.15.	Página 15 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	142
F.16.	Página 16 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	143
F.17.	Página 17 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	144
F.18.	Página 18 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	145
F.19.	Página 19 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	146
F.20.	Página 20 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	147
F.21.	Página 21 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	148
F.22.	Página 22 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	149
F.23.	Página 23 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	150
F.24.	Página 24 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	151

F.25. Página 25 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	152
F.26. Página 26 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	153
F.27. Página 27 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	154
F.28. Página 28 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	155
F.29. Página 29 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	156
F.30. Página 30 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	157
F.31. Página 31 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	158
F.32. Página 32 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	159
F.33. Página 33 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	160
F.34. Página 34 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	161
F.35. Página 35 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	162
F.36. Página 36 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	163
F.37. Página 37 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	164
F.38. Página 38 - Encuesta de Preferencias Declaradas . . . . .	165

## ÍNDICE DE TABLAS

2.1.	Servicios alimentadores con accesibilidad en Transantiago. . . . .	10
2.2.	Tabla Comparativa Internacional . . . . .	17
4.1.	Niveles en diferencias - Estado y condición de la vereda . . . . .	42
4.2.	Niveles en diferencias - Accesibilidad del paradero . . . . .	42
4.3.	Niveles en diferencias - Información en el paradero . . . . .	43
4.4.	Niveles en diferencias - Puntos de apoyo y descanso en el paradero . . . . .	43
4.5.	Niveles - Tiempo de viaje (con base 30 minutos) . . . . .	44
4.6.	Definición de Variables Modelo Logit Multinomial . . . . .	46
4.7.	Resultados Modelo MNL1 - Encuesta Piloto . . . . .	47
4.8.	Resultados Modelo MNL2 - Encuesta Piloto . . . . .	47
4.9.	Niveles en diferencias - Información en el paradero . . . . .	49
4.10.	Proporción de las respuestas por actividad principal . . . . .	58
4.11.	Proporción de las respuestas por cantidad de integrantes en el hogar . . . . .	61
5.1.	Definición de Variables Modelo Logit Mixto . . . . .	66
5.2.	Resultados Modelo ML Base . . . . .	67
5.3.	Parámetros Modelo ML Base . . . . .	67
5.4.	Definición de Variables Específicas de los usuarios . . . . .	70
5.5.	Resultados Modelo ML con Variación Sistemática de los Gustos . . . . .	71
5.6.	Parámetros Modelo ML con Variación Sistemática de los Gustos . . . . .	72

5.7.	Comparación de parámetros - Zona del país . . . . .	73
5.8.	Comparación de parámetros - Dificultad Física . . . . .	74
5.9.	Comparación de parámetros - Tiempo de Acceso . . . . .	74
5.10.	Comparación de parámetros - VSG Completo . . . . .	75
5.11.	Preguntas de actitud . . . . .	78
5.12.	Definición de Variables Ecuación Estructural . . . . .	80
5.13.	Definición de Variables Modelo de Elección . . . . .	81
5.14.	Modelo con Variable Latente - Resultados Modelo Variable Latente . . . . .	82
5.15.	Modelo con Variable Latente - Resultados Modelo de Elección . . . . .	84
5.16.	Parámetros Modelo con Variable Latente . . . . .	85
5.17.	Comparación de Parámetros entre Modelos con VSG . . . . .	86
5.18.	Tasa de Sustitución - Modelo ML Base . . . . .	88
5.19.	Valorización Elementos - Modelo ML Base . . . . .	88
5.20.	Tasa de Sustitución - Modelo VSG Base . . . . .	89
5.21.	Valorización Elementos - Modelo VSG Base . . . . .	89
5.22.	Comparación Parámetros Vereda Accesible . . . . .	91
5.23.	Tasa de Sustitución - Modelo VSG Completo . . . . .	92
5.24.	Valorización Elementos - Modelo VSG Completo . . . . .	93
5.25.	Tasa de Sustitución - Modelo con Variable Latente . . . . .	94
5.26.	Valorización Elementos - Modelo con Variable Latente . . . . .	94
5.27.	Casos analizados en el cálculo de la variable latente . . . . .	96

5.28. Valores relacionados con el egoísmo para el Caso 1 . . . . .	97
5.29. Valores relacionados con el egoísmo para el Caso 2 . . . . .	97
5.30. Variación respecto al parámetro de accesibilidad universal, Caso 1 . . . . .	97
5.31. Variación respecto al parámetro de accesibilidad universal, Caso 2 . . . . .	98
5.32. Comparación de la valoración entre persona egoísta y altruista . . . . .	98
C.1. Preguntas WHODAS 2.0 abreviado . . . . .	116
E.1. Costos asociados a reponer las veredas de vías de acceso al eje . . . . .	123
E.2. Costos asociados a elementos de accesibilidad a incorporar . . . . .	124
E.3. Costos de algunos elementos de accesibilidad incluidos en la evaluación original . . . . .	124
E.4. Beneficios para el año 2019 . . . . .	126
E.5. Contribución al VAN del proyecto en un horizonte de 20 años desde 2012 . .	127

## RESUMEN

El sistema de transporte público chileno presenta deficiencias en términos de accesibilidad universal, pero en las metodologías de evaluación social de proyectos no se incluyen directamente los beneficios de los elementos que potencian la accesibilidad universal, solo quedan contabilizados sus costos. Esta investigación valoriza los beneficios de accesibilidad universal, estimando modelos de elección discreta a partir de una encuesta de preferencias declaradas.

En específico, este estudio considera dos tipos de modelos, logit mixto y con variables latentes, donde este último modelo permite estimar una componente altruista de las personas. Además, con los parámetros obtenidos en el modelo que solo considera los elementos de accesibilidad universal, se contribuye metodológicamente en la incorporación de estos elementos en la evaluación social de proyectos mediante un ejemplo aplicado.

Esta investigación también muestra que existe una mayor disposición al pago por incluir estos elementos de accesibilidad universal y se demuestra que existe heterogeneidad en las preferencias de los usuarios de transporte público que se debe considerar al momento de hacer política pública. Específicamente, los modelos presentados muestran que hay diferencias en las valoraciones de personas que tienen dificultad física y que pertenecen a distintas zonas del país.

Finalmente, este estudio presenta aprendizajes relevantes en el desarrollo de una encuesta de preferencias declaradas en formato *online*, teniendo en consideración la funcionalidad de texto alternativo. Dentro de las restricciones existentes, se encuentra la situación de elección y los elementos de accesibilidad universal escogidos, junto con las frases diseñadas para construir los indicadores de la variable latente, que pueden ser utilizadas como punto de partida en futuras investigaciones.

**Palabras Claves:** accesibilidad universal, altruismo, modelos de elección discreta.

## ABSTRACT

The public transport system of Chile has deficiencies in universal accessibility, but in the methodology of social cost-benefit analysis are not included the benefits of the elements that improve the universal accessibility, only count its costs. This investigation evaluates the benefits of universal accessibility estimating discrete choice models based on stated preferences data.

Specifically, this study considers two types of models: mixed logit, and latent variable model, where this latest model allows estimate the altruistic component of the people, introducing a theoretical support. Besides, the model contributes to the incorporation of elements with universal accessibility in the evaluation of social project with an applied example.

This investigation shows that for our sample there is greater willingness to pay for include this universal accessibility items and confirms there is heterogeneity in the preferences of the public transport users that should be considered in the public policy. Specifically, the model show that people with physical difficulties and people that live in different areas of Chile value differently these elements.

Finally, this study present relevant learning in the design of a stated preferences survey in online format, taking in consideration the alt text functionality. Inside the existent restrictions, it is found the election situations and the universal accessibility items choose, joined to the designed phrases to build the latent variable indicator, can be use as baseline in future investigations.

**Keywords:** universal accessibility, altruism, discrete choice models.

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

De acuerdo con SENADIS (2016) un 20 % de la población adulta corresponde a personas en situación de discapacidad, donde un 39,3 % son activas laboralmente y utilizan el transporte público para trasladarse. Por otro lado, al revisar las características de los buses que operan en Santiago, según DTPM (2019), un 86,9 % presenta elementos de accesibilidad universal lo que muestra una deficiencia en términos de accesibilidad para personas con discapacidad. Por lo tanto se vuelve relevante indagar más en la valoración de elementos de accesibilidad universal para contribuir en la discusión de su incorporación en la evaluación social de proyectos.

Donde, el Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MES-PIVU) actualizado en 2013, recoge el estado del arte en materias de análisis, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad urbana. Este documento, junto con la Metodología de Análisis del Sistema de Transporte de Ciudades de Gran Tamaño y Tamaño Medio (MESPE), constituyen la principal herramienta metodológica para el análisis y evaluación social de los proyectos de vialidad urbana, pasando a formar parte integrante de los documentos del Sistema Nacional de Inversiones (SNI).

De esta manera, el diseño universal, entendido como una estrategia en que las soluciones se adaptan a todas las condiciones y capacidades de las distintas personas, es un concepto que actualmente no es ajeno a la planificación de transporte en nuestro país, pero se requiere seguir avanzando en esta materia y realizar esfuerzos concretos para que los proyectos de infraestructura física y, en general, la oferta de transporte, tanto en nuestras ciudades, como en su interconexión, responda a esta necesidad. En este camino, un paso fundamental resulta la inclusión de criterios de accesibilidad a la evaluación de proyectos de transporte de distinta envergadura, dando objetividad a esos análisis mediante el uso de medidas cuantitativas, estándares y métodos probados.

Esta investigación toma como punto de partida las valoraciones realizadas por Peña et al. (2018) para tres elementos de accesibilidad universal de un paradero en la ciudad de Santiago: información en paraderos, elevación de paraderos y rampas en los buses. Además, la presente investigación tratará de distinguir, dentro de la valoración del elemento, cuánto de esa valoración se atribuye a un sentimiento altruista del individuo.

Según lo planteado por Simon (1992), el altruismo puede definirse como la maximización de utilidad al incorporar la satisfacción de otras personas en la función de utilidad propia, sacrificando la utilidad del altruista. Por esta razón, cuando se busca calcular cuál es la disposición al pago por un elemento de accesibilidad, se espera identificar cuánto de esa valoración corresponde a un beneficio propio versus si beneficia a alguien más y por lo tanto se incluirá en la investigación el valor asociado al altruismo.

### **1.1. Necesidades y objetivos**

La hipótesis de este trabajo es mostrar que una parte de la valoración de los elementos de accesibilidad universal se debe al altruismo, por lo cual será incluido en la función de utilidad de los modelos de elección discreta a través de variables latentes. En concordancia con lo planteado anteriormente, el objetivo principal de esta investigación es obtener valoraciones de elementos de accesibilidad, congruentes con el diseño universal. Además, otro objetivo es incluir en la modelación variables que permitan caracterizar de mejor manera las valoraciones de personas altruistas y establecer disposiciones al pago que permitan incorporar la accesibilidad universal dentro de la evaluación social de proyectos.

Dentro de los objetivos específicos se encuentran los siguientes:

- Seleccionar elementos de accesibilidad que mejor caractericen la problemática actual.
- Plantear una función de utilidad que incluya una representación del altruismo.
- Obtener modelos que se ajusten de buena manera a lo investigado.
- Estudiar la relación existente entre los elementos de accesibilidad y el altruismo.

## 1.2. Alcances de la investigación

Ya que en el contexto chileno solo se ha realizado una investigación que valora elementos propios del diseño universal, esto en torno a la accesibilidad de un sistema de buses urbanos, el alcance de esta investigación además de valorar ciertos atributos busca tener en consideración la componente altruista de las personas que serán entrevistadas. En base a revisión bibliográfica, este experimento se acotará a cuatro elementos de accesibilidad universal en el contexto del sistema de transporte urbano de Chile, los cuales serán: accesibilidad del paradero, puntos de apoyo y descanso, información en el paradero y estado y condición de la vereda.

Para predecir el comportamiento de los usuarios se estimarán modelos de elección discreta para los cuales será necesario generar bases de datos de elecciones individuales a través de encuestas. Como se quiere analizar la valorización de elementos que actualmente no se encuentran incorporados en el sistema de transporte público, se realizará una encuesta de preferencias declaradas (PD), ya que se basa en juicios efectuados por individuos acerca de cómo actuarían frente a diferentes situaciones hipotéticas que les son presentadas (Ortúzar, 2012).

En primer lugar se aplicará una encuesta piloto y en base a los aprendizajes, se generará una versión final corregida, que se aplicará en la Región Metropolitana y en cinco ciudades de Chile (Antofagasta, Coquimbo, Talca, Temuco y Puerto Montt). Donde, las personas consideradas en el reclutamiento de la encuesta, corresponden a usuarios de transporte público que en sus desplazamientos por la ciudad, en el período normal del año 2019, declaran utilizar buses al menos una vez cada dos semanas.

Con la base de datos de elecciones individuales y la sección correspondiente a afirmaciones que abordan distintas temáticas, se generarán modelos de elección discreta que buscarán valorizar los elementos de accesibilidad universal estudiados para por un lado, incluirlos en la evaluación social de proyectos y por otro, profundizar en la estimación de

modelos más interesantes teóricamente, que permitirán caracterizar de mejor manera a los usuarios de transporte público.

### **1.3. Estructura de la tesis**

El contenido de esta tesis se estructura en seis secciones. En la segunda sección se presenta la revisión bibliográfica en la cual se desarrolla esta investigación, en donde se definen algunos conceptos claves, se presenta un análisis de la normativa nacional y se revisan distintos estudios en los cuales se ha hecho valoración de la accesibilidad universal, relevantes para el resto del documento. En la tercera sección se muestra la metodología teórica que sustenta la investigación, y posteriormente en la cuarta sección se presenta el diseño de la encuesta de preferencias declaradas, donde se detalla principalmente el proceso de selección de los elementos a valorizar, la elaboración de la encuesta final, junto con la recolección y análisis de la muestra. En la quinta sección se presentan los resultados de esta investigación, entregando análisis relevantes obtenidos a partir de lo que dichos resultados muestran. Y finalmente, en la sexta sección se mencionan las conclusiones, junto con futuras líneas de investigación.

## **CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

En este capítulo se presentarán los avances realizados por la literatura en la investigación de la accesibilidad universal. En primer lugar, se definirán algunos conceptos claves para establecer un marco conceptual claro que será utilizado a lo largo de la investigación. Luego, se presentará un análisis de la normativa nacional y finalmente se revisarán distintos estudios que han valorado la accesibilidad universal, lo que se utilizará como punto de partida para esta investigación.

### **2.1. Conceptos claves**

A continuación se realizará una pequeña revisión de la literatura en torno a tres conceptos claves: discapacidad, movilidad reducida y accesibilidad. Este marco conceptual es necesario para abordar la metodología de trabajo que se expondrá más adelante.

#### **2.1.1. Discapacidad**

El concepto de discapacidad varía entre distintas disciplinas, de acuerdo a la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM), planteada por la Organización Mundial de la Salud, una discapacidad se puede definir como toda restricción o ausencia (debido a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano. Ahora bien, según lo que plantea Mitra (2006) la discapacidad ha estado sujeta a muchas definiciones en diferentes disciplinas y para diferentes propósitos.

Entre los enfoques que se han planteado para definir la discapacidad se destacan principalmente dos, el primero de ellos es el enfoque médico que considera la discapacidad como un problema del individuo que es causado por una enfermedad, una lesión o alguna otra condición de salud que requiere atención médica en forma de tratamiento y rehabilitación. En segundo lugar, se plantea el enfoque social que ve a la discapacidad como algo creado

por la sociedad dado que no es atributo del individuo, sino que es originado por el entorno y esto es lo que requiere un cambio (Mitra, 2006).

Toboso y Arnau (2008) sustentan esta definición dado que en un enfoque social no son las limitaciones individuales de las personas con discapacidad la causa del problema, sino las limitaciones de la sociedad para prestar los servicios apropiados y para garantizar que las necesidades de esas personas sean tomadas en cuenta. Para una adecuada equiparación de oportunidades, Palacios (2008) se centra en la eliminación de cualquier tipo de barrera, lo cual ayuda a la autonomía de la persona con discapacidad y permite que pueda aportar a la sociedad en igual medida que el resto de las personas, desde la valoración y el respeto a la diferencia.

En el contexto chileno, la *Ley N°20.422* (2010) que establece normas sobre la igualdad de oportunidades e inclusión de personas con discapacidad, define a una persona con discapacidad como aquella que teniendo una o más deficiencias, al interactuar con diversas barreras presentes en el entorno ve impedida o restringida su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás. Estas deficiencias pueden ser físicas o mentales, ya sea por causa psiquiátrica, intelectual o sensorial, y de carácter temporal o permanente.

A lo largo de esta investigación se utilizará el enfoque social, en el que a pesar de que la discapacidad es un atributo del individuo, el entorno es quien lo restringe si no plantea las condiciones adecuadas que le permitan una correcta autonomía. Esto, ya que es el entorno el que podrá facilitar o dificultar el desempeño a través de los facilitadores o barreras con las que se disponga.

### **2.1.2. Movilidad reducida**

Otro concepto relevante en esta investigación es la movilidad reducida, para la Unión-Europea (2014) se define como: *“toda persona con un impedimento físico, mental, intelectual o sensorial de carácter permanente o temporal que, en presencia de determinados*

*obstáculos, puede limitar la utilización plena y efectiva de los medios de transporte en igualdad con otros viajeros, o cuya movilidad en relación con dicha utilización se ha reducido por razones de edad”.*

Ahora bien, en los distintos aeropuertos europeos existen guías de estándar de servicio que tienen relación con las personas con movilidad reducida (PMR) a las cuales definen como individuos cuya movilidad se reduce debido a una incapacidad física (sensorial o motora), una deficiencia intelectual, edad, enfermedad o cualquier otra causa de discapacidad al usar el transporte y cuya situación necesita una atención especial (Vienna-Airport, s.f.). Por otro lado, en el contexto chileno, el *Decreto 122* (2014) define a las personas con movilidad reducida como aquellas personas que tienen dificultades para acceder o utilizar el transporte público, por ejemplo, las personas con discapacidad, las mujeres embarazadas, las personas con carritos de compra y las personas con niños, etc.

Por lo planteado anteriormente, los problemas de movilidad se intensifican si los distintos modos de transporte no entregan una atención especial. Por esta razón a lo largo de esta investigación se definirá a una persona con movilidad reducida como aquella que posea un impedimento físico que limite su capacidad de desplazarse, dada la presencia de determinados obstáculos que no permiten que usen los medios de transporte en igualdad de condiciones con otros viajeros.

### **2.1.3. Accesibilidad**

En cuanto al concepto de accesibilidad existen diversas definiciones, dentro de las cuales cabe destacar la entregada por Ingram (1971) que plantea que está relacionada con la capacidad de un sistema de transporte para proporcionar un método para superar la distancia entre diferentes ubicaciones. Además, presenta dos tipos de accesibilidad: la accesibilidad relativa, que es el grado en que dos lugares en la misma superficie están conectados y la accesibilidad integral, que se define para un punto dado, que corresponde al grado de interconexión con todos los demás puntos en la misma superficie.

También se puede definir como una medida de la distribución espacial de las actividades en torno a un punto, ajustada por la capacidad y el deseo de las personas de superar la separación espacial (Hansen, 1959). Por esta razón, tal como plantean Handy y Niemeier (1997) la mayoría de las medidas de accesibilidad presentan dos partes: un elemento de transporte y un elemento de actividad. El elemento de transporte refleja la facilidad de viaje entre los puntos en el espacio, determinado por el carácter y la calidad del servicio proporcionado por el sistema de transporte y medido por la distancia de viaje, el tiempo o el costo. En cambio, el elemento de actividad refleja la distribución espacial de actividades, que se caracteriza por la cantidad y la ubicación de ellas. Además, esta actividad es la que hace atractivo un lugar como destino de viaje.

Por otro lado, la accesibilidad se puede dividir en diferentes niveles: micro, meso y macro. En el nivel micro, la accesibilidad corresponde al entorno inmediato en términos físicos como la vivienda y sus alrededores. Por otro lado, el nivel meso corresponde al vecindario, definido como el entorno público al aire libre y las instalaciones públicas. Finalmente, a nivel macro se ubica la sociedad como un todo (Iwarsson y Ståhl, 2003). Adicionalmente, según lo que plantea Geurs y Van Wee (2004) se pueden identificar cuatro perspectivas básicas para medir la accesibilidad:

1. Medidas basadas en infraestructura: que analizan el rendimiento o el nivel de servicio de la infraestructura de transporte.
2. Medidas basadas en la ubicación: que analizan la accesibilidad en las ubicaciones, normalmente en un nivel macro.
3. Medidas basadas en la persona: que analizan la accesibilidad a nivel individual, como las actividades en las que un individuo puede participar en un momento dado.
4. Medidas basadas en la utilidad: que analizan los beneficios económicos que las personas obtienen del acceso a las actividades distribuidas espacialmente.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el diseño universal busca proporcionar accesibilidad sin estigmatización, mediante la integración de características de accesibilidad

que beneficien a todos los usuarios, basado en el principio de que hay una sola población compuesta por individuos que representan diversas características y habilidades. Por esta razón, si se implementa correctamente, el diseño universal crea entornos seguros, accesibles y utilizables para el espectro más amplio de personas posible (Carr et al., 2013).

A lo largo de esta investigación se considerará que la accesibilidad está relacionada con la capacidad de un sistema de transporte para proporcionar un método que permita superar la distancia entre distintas ubicaciones. Además, se hará un énfasis en la facilidad de llegar de un lugar a otro utilizando un sistema de transporte particular en término de distancias y de capacidad humana, dado que es el entorno quien restringe la autonomía de las personas con discapacidad.

De esta manera, la accesibilidad considerará solo dos componentes: individual y ambiental. El componente individual se define como la capacidad propia del individuo y sus limitaciones, teniendo un especial énfasis en los individuos que presentan algún grado de discapacidad. A su vez, el componente ambiental corresponde a las barreras del ambiente en relación a las normas y estándares disponibles en el sistema de transporte.

## **2.2. Accesibilidad en Transporte Público en Chile**

En cuanto al contexto de Santiago, Peña et al. (2018) menciona que la accesibilidad en el sistema de buses urbanos ha contado con serios déficits, especialmente cuando se habla de personas con movilidad reducida. Dada la información disponible del DTPM (2012), a esa fecha Transantiago presentaba una flota de 6.200 buses, divididos en 13 unidades de negocios: 5 que operaban servicios troncales y 8 que operaban servicios alimentadores. De la flota total, un 73 % corresponden a buses con entrada baja que posee una rampa que permite el acceso de usuarios en sillas de ruedas.

Existe una clara diferencia entre los servicios troncales y alimentadores en cuanto a accesibilidad, los servicios troncales presentan un 97 % de sus servicios accesibles, donde 3 unidades de negocios llegan al 100 %. En cambio, los servicios alimentadores tienen un

escenario menos alentador llegando solo a un 42,8 % de servicios accesibles, un mayor detalle se puede observar en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Servicios alimentadores con accesibilidad en Transantiago.

Unidad de Negocio	Servicios Accesibles	Servicios No Accesibles
B	46,2 %	53,8 %
C	37,9 %	62,1 %
D	37,2 %	62,8 %
E	48,8 %	51,1 %
F	57,2 %	42,9 %
G	42,0 %	58,0 %
I	29,9 %	70,1 %
J	41,9 %	58,2 %
<b>% Total</b>	<b>42,8 %</b>	<b>57,2 %</b>

Fuente: Estudio de Accesibilidad (DTPM, 2012)

Ahora bien, la flota de buses de Red (ex Transantiago) al año 2019 presenta un total de 7.270 buses, donde un 89,3 % pertenecen a la flota operacional, del total de buses un 86,9 % presenta características de accesibilidad universal, por lo cual es posible notar un aumento en la accesibilidad en 13,9 puntos porcentuales entre el año 2012 y 2019 (DTPM, 2019).

En cuanto a la información disponible en el DTPM (2012) correspondiente al Metro de Santiago, se analizó el nivel de accesibilidad de dos estaciones intermodales. Entre los elementos analizados se observan: la información de salidas y/o conexiones y dispositivos de accesibilidad en el andén, dispositivos de accesibilidad e información de salidas y/o conexiones en la zona de boleterías y finalmente, la información de salidas y/o conexiones y dispositivos de accesibilidad en la estación intermodal.

Sumado a esto, de acuerdo con Metro (2017) busca entregar un servicio de transporte que sea inclusivo para todos, que facilite los viajes a las personas con movilidad reducida y hacer así de Santiago una ciudad más amable. En ese sentido, han construido estaciones

accesibles para personas con movilidad reducida, incorporado ascensores, rutas para personas no videntes, asientos preferenciales y un dispositivo sonoro y luminoso para el cierre de las puertas de los trenes.

En la actualidad, existen obras de mejoramiento de la red para aumentar la accesibilidad, entre las que se encuentran: ascensores en las líneas 1, 2 y 5, puertas bidireccionales configurables para personas con movilidad reducida en las líneas 1, 2 y 5, y finalmente, espacio reservado en trenes para ser utilizado por personas con movilidad reducida (Metro, 2018).

Por otro lado, al revisar la accesibilidad del transporte público en regiones es posible notar que no existe esta información, ya que no hay un estudio como el mostrado por el DTPM que se preocupe de esta problemática. Además, la mayoría de los buses que operan en estas zonas corresponden a taxibuses los cuales no presentan ninguna característica de accesibilidad debido a que no poseen piso bajo, presentan escalera tanto para la subida como para la bajada, etc.

De acuerdo con lo planteado por Tirachini: *“el transporte público en regiones presenta una ralentización en la modernización, las ciudades tienen buses antiguos, de mala calidad, con conductores con malas condiciones laborales y vehículos que no están diseñados bajo los requerimientos de la accesibilidad universal”* (Moraga, 2018).

A pesar de que existe una División de Transporte Público Regional (DTPR), esta se preocupa principalmente de entregar información de los subsidios existentes en el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT) y de realizar el Plan de Transporte Público Regional, que muestra la caracterización de los sistemas de transporte, pero presenta mayoritariamente la cantidad de flota vigente y la antigüedad de esta. Es decir, no incorpora dentro de la caracterización de los sistemas de transporte la accesibilidad universal.

Es posible notar diferencias en cuanto a accesibilidad en el transporte público y la información disponible en la Región Metropolitana y el resto de las regiones de Chile. De esta manera, se vuelve necesaria una investigación que permita valorizar los mismos elementos de accesibilidad universal y que además plantee diferencias dada la zona del país.

### **2.3. Revisión de la normativa internacional**

En la actualidad se observa una tendencia creciente a la búsqueda de mejores espacios públicos, como condicionantes de la calidad de vida de los ciudadanos de los más diversos lugares del mundo. Se busca no solo el diseño de entornos más confortables y servicios de transporte adecuados para la mayoría de los viajeros, sino que, promover ciudades caminables y amigables para el usuario universal.

Los criterios de calidad o aceptabilidad, o las formas de entender la accesibilidad universal pueden diferir significativamente entre ciudades o países. Asimismo, las respectivas políticas de transporte y urbanísticas configuran, en cada caso, el marco de diseño y operación del transporte público, pudiendo favorecer la incorporación de las mejoras. A continuación, se presenta un resumen de normativas de distintos países con respecto a la accesibilidad universal, con el fin de conocer acciones concretas para transformar los espacios públicos en espacios más amigables, funcionales y útiles para la movilidad de todos.

#### **2.3.1. Inglaterra**

En Londres ha habido una gran consideración de incluir las necesidades de las personas con discapacidad en las políticas públicas. En el año 2010 se creó un marco legal para proteger los derechos de las personas y promover la igualdad de oportunidades para todos, protegiendo así a las personas del trato injusto y promoviendo una sociedad justa y más igualitaria (*Equality Act 2010*, 2010).

Luego en el año 2018 se publicó el plan de gobierno que especifica medidas para hacer el sistema de transporte más inclusivo y facilitar el viaje para las personas con discapacidad. Así, Londres tiene como meta para el 2030 proveer igualdad de acceso para las personas con discapacidad que utilicen el transporte público, con las asistencias correspondientes si es que la infraestructura sigue siendo un obstáculo (Department for Transport, 2018).

Adicionalmente existe el *Bus Service Act* que presenta todo lo que deben incluir los servicios de buses y la guía *Accessible Bus Stop Design Guidance* que presenta las normas y requerimientos mínimos que deben tener los distintos elementos que forman parte de la parada de bus y el diseño mismo de estas, con el fin de que todas las personas puedan tener el mayor acceso posible a las redes de transporte público (Transport for London, 2017).

### **2.3.2. Australia**

Para erradicar cualquier tipo de discriminación hacia las personas con discapacidad se creó la *Accessibility Policy* (2017), una normativa que presenta las políticas de accesibilidad que son consideradas en la nación. Dentro de esta política existe un apartado que guarda relación con el transporte público y detalla las siguientes normas/estándares:

- *Disability Standard for Accessible Public Transport*: Tiene como función eliminar la discriminación por discapacidad del servicio del transporte público durante un período de 30 años (Commonwealth Attorney-General's Department, 2002).
- *Public Transport Bus Stop Site Layout Guidelines*: Presenta las normas de diseño de los paraderos de buses (Public Transport Authority of Western Australia, 2010).

### **2.3.3. España**

La Ley de Integración Social de los Minusválidos (1982) marca el punto de partida de un camino paralelo al que fueron recorriendo otros países, el cual presenta las primeras medidas de accesibilidad. Luego en el año 2003 se inaugura una segunda fase legislativa con la aprobación de la Ley de Igualdad de Oportunidades, No Discriminación y Accesibilidad Universal (2003), el cual busca superar el modelo de la mera supresión de barreras y se pasa al modelo de accesibilidad universal y diseño para todos.

Luego, en el año 2007 se crea el Real Decreto 1544, que regula las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los modos de transporte para personas con discapacidad, referido al transporte ferroviario, marítimo, aéreo, por

carretera, autobús urbano y suburbano, ferrocarril y taxi. Por último, en el año 2011 se realiza el Real Decreto 1276/2011 que obliga la elaboración de Planes de Accesibilidad en todos los sectores del transporte, tanto en infraestructuras y servicios, para así poder facilitar el acceso a los elementos básicos de información por parte de todas las personas.

#### **2.3.4. Colombia**

El estado actual de la legislación colombiana asociada al diario vivir de las personas con algún tipo discapacidad y/o que presenten movilidad reducida se presentan continuación:

- Ley 12 (1987): Aprobación de Convención Interamericana para la Eliminación de todas las formas de discriminación contra las personas con discapacidad.
- Decreto 1660 (2003): Mecanismos de accesibilidad en los medios masivos de transporte.
- Decreto 1538 (2005): Condiciones de accesibilidad en espacios públicos.
- Ley 1083 (2006): Vela por la movilidad de las personas con discapacidad dentro del perímetro urbano.
- Resolución 4659 (2008): Se adoptan medidas de accesibilidad a los sistemas de transporte público masivo de pasajeros.
- Ley 1346 (2009): Aprobación de Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.

En Bogotá se creó en el año 2015 la Resolución 264 que fija las condiciones técnicas y de accesibilidad para los paraderos de transporte público en el marco del Sistema Integrado de Transporte Público, así como los criterios y procedimientos para su ubicación dentro del área urbana del Distrito Capital (Secretaría Distrital de Movilidad, 2015). Dentro de esta resolución se hace referencia a la Norma Técnica Colombiana 5351 que presenta las normas asociadas a la accesibilidad de las personas al medio físico por medio de paraderos accesibles de transporte público, colectivo y masivo de pasajeros (ICONTEC, 2005).

### **2.3.5. Singapur**

En Singapur existe un código de accesibilidad que consiste en un conjunto integral de requisitos que deben cumplir los edificios y espacios públicos para para que cumplan con un estándar mínimo de accesibilidad. Beneficiando a un espectro amplio de personas, incluidas las personas con discapacidad, los padres que se movilizan con sus bebés, las personas jóvenes y las personas mayores (Building y Authority, 2013).

Además, la autoridad de transporte de Singapur posee un documento con los estándares de elementos de carretera. En este se presenta información relevante sobre los requerimientos que deben tener los principales elementos de la vía pública que estén involucrados en el transporte, como lo son las señaléticas, las veredas, las calles, los paraderos de buses, entre otros (Authority, 2017).

### **2.3.6. Japón**

En Tokio se realizó en el año 2017, con la colaboración de organizaciones gubernamentales relevantes, una guía de accesibilidad que contiene los estándares mínimos que la ciudad debe cumplir para contribuir a lograr una sociedad inclusiva con respeto mutuo por la personalidad e individualidad entre todas las personas, independientemente de su situación. Esto tuvo como fin garantizar que todos los lugares, instalaciones, infraestructura y servicios proporcionados para los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Tokio 2020 sean accesibles e inclusivos para todos los ciudadanos, turistas y espectadores (The Tokyo Organising Committee of the Olympic and Paralympic Games, 2017).

### **2.3.7. Estados Unidos**

En este país existe la ley *Americans with Disabilities (ADA)* que identifica quién es una persona con discapacidad, los requisitos generales de no discriminación y otras obligaciones básicas. Con esta ley se les delega el desarrollo de estas obligaciones a las distintas

agencias federales dentro del país, en donde las agencias emiten las regulaciones necesarias y los estándares de diseño (ADA, 1990).

Luego en el año 2010 el Departamento de Justicia norteamericano publicó los requerimientos mínimos, tanto en alcance como en técnica, para los gobiernos locales y estatales y sus respectivas construcciones y diseños, además de considerar sus instalaciones y las instalaciones comerciales, para que estas sean accesibles y fácilmente utilizables por las personas con discapacidad (*2010 ADA Standards for Accessible Design*, 2010).

### **2.3.8. Francia**

En este país existen una serie de normas relacionadas al transporte público y la infraestructura que este involucra: terminales, estaciones, paraderos, entre otros. En cuanto a las normativas asociadas a la infraestructura del transporte público se puede encontrar la siguiente información de los requerimientos de las paradas de buses y su respectiva accesibilidad:

- Décret 2006-1658: Decreto del año 2006 relativo a las prescripciones técnicas para la accesibilidad de la red vial y los espacios públicos.
- Arrêté 15 janvier 2007: Decreto del año 2007 que aplica el Decreto 2006-1658 del 2006, relativo a las prescripciones técnicas para la accesibilidad de carreteras y espacios públicos.

Finalmente, en la Tabla 2.2, se presenta un resumen de las normativas y buenas prácticas que realizan cada uno de los países analizados respecto a la accesibilidad universal y se comparan con lo ocurre en Chile, previo a la revisión de su normativa.

Tabla 2.2. Tabla Comparativa Internacional

		Inglaterra	Australia	España	Colombia	Singapur	Japón	USA	Francia	Chile
Información	Formato	Visual	X	X	X	X	X	X	X	X
		Braille	-	-	X	X	-	-	-	-
		Auditiva	-	-	-	-	-	X	-	-
	Tipo	Mínima (servicios)	X	X	X	-	-	-	X	-
		Detallada (servicios, rutas, horarios)	-	-	-	X	X	X	-	X
Altura de solera		X	X	X	X	X	X	-	X	-
Indicador táctil en superficie del suelo		-	X	X	X	-	X	-	-	-
Área de embarque	Materialidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Pendiente	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Conexión con la vereda	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Posición de parada del bus		X	X		X	X	X	-	X	X
Asientos (o apoyo isquiático)		-	-	-	-	x	X	-	-	-
Radio de giro (silla de ruedas)		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema Braille		-	-	X	X	X	X	-	-	-
Ancho libre de paso		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Footpath clearance</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	X
Bolardos de seguridad		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación		-	-	-	-	X	X	-	-	-
Refugio		-	-	-	-	X	X	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4. Análisis de la normativa nacional

Ha existido un cambio desde un modelo de discapacidad que nace de la mirada invalidante, hacia un modelo social, donde es el medio el que impide la participación. Este cambio de mirada resulta vital para las consideraciones de cambios normativos, ya que evaluar soluciones de accesibilidad pensando que solo benefician a personas con discapacidad, los esfuerzos e inversiones en la infraestructura pública seguirán siendo para un grupo reducido de la población y por lo tanto, resultará inviable cualquier valorización social de los proyectos.

La importancia del Decreto Supremo 50/2015 radica en la incorporación como requisito fundamental de una **ruta accesible** en todos los proyectos nuevos y adecuaciones de espacios o edificios de uso público. En esta normativa se contemplan algunos aspectos que norman el espacio público, tales como: veredas, cruces peatonales y paraderos, entre otros (Art. 2.2.8).

El Decreto Supremo 122/1991 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, fija los requisitos dimensionales y funcionales a vehículos que presten servicios de locomoción colectiva urbana. Algunos puntos relevantes son las dimensiones de espacio al interior del bus para silla de ruedas, dimensiones de la plataforma que se despliega y puerta que presenta la plataforma.

Por otro lado, el Decreto Supremo 174/2014 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, crea una Comisión Asesora Pro Movilidad Urbana, cuyo objetivo es recoger, con procesos participativos, medidas que garanticen sistemas de transporte modernos, eficientes y accesibles. Así como acciones que permitan mitigar los niveles de congestión que se registran en distintas ciudades y que impactan negativamente en la calidad de vida de sus habitantes.

En el ámbito público la ruta accesible es el eje de la accesibilidad en la ciudad, por lo que los elementos susceptibles de mejoras tienen que ver con los espacios de desplazamiento como lo son las veredas y aquellos espacios de transición que conectan esas vías de circulación, como lo son los cruces peatonales y el paradero.

En el caso de la vereda, esta debe ser de pavimento liso, sin resaltos, estable y antideslizante en seco y en mojado. Donde, las dimensiones de la ruta accesible debe tener un ancho continuo y corresponderá con un mínimo libre de 1,20 metros. Sin embargo, en el Manual de Vialidad Urbana denominado Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana (REDEVU) recomienda un ancho mínimo de 2,0 metros que corresponde al espacio necesario para que se crucen dos personas que lleven paquetes, coches de bebé o que circulen en sillas de ruedas.

Finalmente, con el fin de aumentar la seguridad del peatón y por lo tanto la accesibilidad para personas con discapacidad sensorial e intelectual, se debe identificar claramente la ruta accesible, los cruces peatonales y los elementos que puedan obstruir parcialmente las circulaciones, así como la pendiente para que no sea una barrera en el desplazamiento.

En cuanto a los paraderos, estos deben estar conectados a la vereda por medio de una ruta accesible, donde la conexión por ambos lados del refugio facilita el desplazamiento de los pasajeros desde y hacia la vereda. La determinación de requerimientos de la superficie de abordaje/descenso es fundamental, el área de abordaje o descenso del bus no debe tener pendientes superiores al 2 % en ninguna dirección.

Luego, resulta indispensable avanzar en los requerimientos de la entrega de información y orientación en paraderos, dado que en Chile no existe una normativa específica. La cual tampoco considera elementos de apoyo o lugares de descanso en paraderos, esta es una buena práctica que mejora las condiciones de *confort* de la situación de espera. Donde los asientos son importantes para personas mayores o con dificultades motrices, estos deben ser cómodos, con base que entregue estabilidad al sentarse, con una altura de 0,45 metros y apoya brazos en al menos uno de sus costados.

De esta manera, para la selección de los elementos que serán considerados en el experimento, definidos en la sección 4.1, se revisarán elementos que contribuyan positivamente a la ruta accesible, como lo son el estado de las veredas y el paradero.

## **2.5. Valoración de elementos de accesibilidad universal**

Dentro del desarrollo de esta investigación, se buscará valorar ciertos elementos de accesibilidad universal y por esta razón, es importante revisar los distintos estudios que existen en este ámbito. Además, cabe mencionar la gran diferencia existente al comparar el contexto de Chile con el internacional, pero ambos serán analizados en esta sección para tener una mayor claridad de lo que se ha realizado hasta la fecha.

A nivel internacional, entre las investigaciones que toman en cuenta estos elementos se destaca Fearnley et al. (2011), el cual considera dispositivos de información en las paradas o estaciones, dispositivos de información a bordo, buses de piso bajo, entre otros, como medidas que permiten mejorar la accesibilidad. Por otro lado, Odeck et al. (2010) propone un análisis de costo beneficio y muestra el detalle de elementos que se deben considerar para valorar ciertos proyectos de diseño universal, donde se rescatan: buses de piso bajo, iluminación mejorada en la parada del autobús, mantenimiento del paradero, etc.

Según lo planteado por Martens (2018), puede existir una adaptación de los sistemas de transporte que los haga accesibles universalmente. Esto se puede lograr con las siguientes medidas: añadir ascensores a las estaciones, introducir buses de piso bajo, colocar dispositivos de sonido en los semáforos, colocar anuncios hablados en los paraderos de transporte público y dentro de los mismos vehículos, por nombrar algunos.

Ahora bien, para Currie y Wallis (2008) existen variables blandas que permiten mejorar la calidad del servicio y una serie de estudios de este tipo se han realizado utilizando encuestas de preferencias declaradas. Las variables blandas que son consideradas en el trabajo de los autores son: confiabilidad, disponibilidad de información, confort, seguridad ante accidentes, seguridad y disponibilidad.

También se han realizado varios estudios que miden en términos monetarios los beneficios de la mejora de la accesibilidad del transporte para los usuarios. En este sentido, Karekla et al. (2011) se centra en el problema generado por la separación existente entre la estación y el tren. Este estudio plantea que la eliminación de esta distancia beneficiaría al público general que utiliza este modo de transporte, ya que constituye una de las principales barreras que impiden que personas con discapacidad o mayores de edad utilicen los ferrocarriles. Existen algunos beneficios que se generarían por el proyecto propuesto dado que se disminuyen las velocidades de abordaje y descenso del tren, y también un aumento de la seguridad ya que la eliminación de la brecha existente reduciría los costos asociados con los accidentes causados.

Otro de los elementos importante de analizar al definir accesibilidad universal corresponde a cuáles son las barreras que hacen que las personas con discapacidad tengan dificultades para acceder al transporte público. Un número limitado de publicaciones examinaron las barreras con respecto a todo el viaje en transporte público (Ahmad, 2015; Gallagher et al., 2011; Carlsson, 2004; Sundling et al., 2014). Como resultado se obtuvo que las barreras se asocian principalmente con los autobuses, ya que los servicios de trenes no requerían ninguna interacción con el conductor y las estaciones de tren tenían mejores características de accesibilidad. Las barreras mencionadas con mayor frecuencia fueron el entorno urbano, diseño de terminales y paradas, senderos de mala calidad y servicios (Park y Chowdhury, 2018).

En cuanto al contexto nacional es importante recalcar la investigación realizada por Peña et al. (2018), donde en el contexto de un paradero de bus para la ciudad de Santiago se valorizaron tres elementos de accesibilidad universal: información en paraderos (pantalla digital con parlantes), elevación de paraderos y rampas en los buses. Para finalizar esta sección es posible recalcar que existen elementos que han sido valorados con mayor frecuencia, tales como la información en paraderos o estaciones, los dispositivos de información abordo y los buses de piso bajo.

## **2.6. Altruismo**

La hipótesis de esta investigación es mostrar que una parte de la valoración de los elementos de accesibilidad universal se debe al altruismo, por lo que se incluirá en la modelación variables que permitan caracterizar de mejor manera las valoraciones de personas altruistas. En esta sección se presentarán distintas definiciones de altruismo y se elegirá aquella que se adecúe de mejor manera a la investigación. Luego, se mostrarán modelaciones de este comportamiento en distintas disciplinas para finalmente centrarse en una modelación económica, con la cual se mostrará cómo se podría modelar el altruismo en la función de utilidad.

### **2.6.1. Definiciones de altruismo**

Según lo planteado por Simon (1992) el altruismo puede definirse como la maximización de utilidad al incorporar la satisfacción de otras personas en la función de utilidad propia, sacrificando la utilidad del altruista. En cambio, según lo mencionado por Rose-Ackerman (1996) la etiqueta de altruista se reservaría para aquellas personas que sienten alguna obligación moral de ayudar a otras.

Karylowski (1982) ha argumentado que la ayuda altruista puede basarse en la necesidad de estar a la altura de tal imperativo moral (altruismo endocéntrico) o en el deseo de mejorar la condición de otra persona (altruismo exocéntrico). En el primer caso, el individuo realmente debe ayudar para sentir gratificación; en el segundo, es suficiente que el otro reciba ayuda, independientemente de la fuente de esa ayuda.

Ahora bien, puede haber varios puntos críticos en la definición de un altruista, dentro de los cuales es necesario destacar que: el altruismo debe implicar una acción, debe promover el bienestar de otro, el acto debe conllevar alguna posibilidad de disminución del bienestar propio y finalmente, las intenciones cuentan más que las consecuencias, esto quiere decir que si trato de hacer algo bueno por otro, y termina mal o con consecuencias negativas a largo plazo, esto no disminuye el altruismo de mi acción inicial (Monroe, 1994).

Tal como plantea Monroe (1994) es importante realizar el contraste de un altruista con otros, aunque solo sea para determinar que el rasgo o la actitud de comportamiento demostrado por el altruista realmente difiere de los rasgos de otros que no lo son. Sin embargo, los analistas que tratan el altruismo como funciones de utilidad interdependientes rara vez discuten porqué la felicidad de los demás da placer al altruista.

Entonces, para predecir el comportamiento debe existir información empírica sobre los motivos que guían a las personas, sobre sus conocimientos y creencias con respecto al funcionamiento de la economía, en particular a un subconjunto de valores, conocimientos y creencias centrados en los eventos (Simon, 1992).

Por un lado, no se tiene certeza si el altruismo es exclusivo de la naturaleza humana, ya que puede tener un componente genético. Así, tenemos mucho en común con los animales, los cuales presentan comportamientos altamente altruistas tales como: las aves que dan alarmas de depredadores o los babuinos que ayudan a defender su grupo (Radke-Yarrow y Zahn-Waxler, 1986).

El punto central que se intenta resaltar en esta revisión es que los datos de distintas áreas son, al menos, compatibles con la posición de que el altruismo es parte de la naturaleza humana. Siguiendo esta misma línea, Bergstrom y Stark (1993) plantean que existen biólogos de población que predicen el comportamiento altruista no solo entre padres e hijos, sino también entre hermanos y otros parientes cercanos.

Por otro lado, según lo que plantea Post (2005) el vínculo entre el altruismo y la salud es importante para la forma en que pensamos sobre la naturaleza y la realización humana. Existen distintas situaciones en las cuales se puede ver un comportamiento altruista, dentro de las que se puede encontrar las donaciones, voluntariados y la ayuda en momentos de desastres. Así, aquellas personas que son voluntarios tienen una mayor satisfacción con la vida y voluntad de vivir y menos síntomas de depresión, ansiedad y somatización.

A lo largo de esta investigación se utilizará la definición planteada por Simon (1992), ya que muestra la relación entre el altruista y el resto de la sociedad en forma de una

maximización de utilidad, y dado que se incluye dentro de funciones de utilidad permite representar este comportamiento de una mejor manera, la cual está alineada con los objetivos de este trabajo.

### **2.6.2. Modelación del altruismo en otras disciplinas**

En primer lugar, Post (2005) plantea ejemplos donde se utiliza el altruismo como algo terapéutico, entre los que se puede destacar los doce pasos de los Alcohólicos Anónimos (AA), donde el último paso requiere que el alcohólico en recuperación ayude a otras personas con alcoholismo. El marco es paradójico: el individuo que se recupera y ayuda a otros con esta enfermedad debe hacerlo libremente y sin esperar recompensa.

Ahora bien, en el ámbito del transporte la literatura ha incorporado el altruismo en la disposición de las personas a pagar por la seguridad de otros, donde se considera la manera en la que la preocupación altruista de la gente por la seguridad de otras personas debe incorporarse en los valores de la vida y la seguridad estadísticos basados en la disposición a pagar (Jones-Lee, 1991). Por otro lado, los tipos de comportamiento altruista pueden afectar el cálculo de los impuestos óptimos de corrección de externalidad, como el valor óptimo a pagar para disminuir el riesgo de accidentes en una carretera, ya que dependen de manera crucial de la forma en que se modela el altruismo (Johansson, 1997).

### **2.6.3. Modelación económica del altruismo**

En cuanto a la economía, se critican las teorías convencionales de la elección del consumidor por ignorar las interacciones sociales y considerar las donaciones caritativas simplemente como un "bien" que ingresa en la función de utilidad del donante junto con el resto de los bienes (Becker, 1974). El trabajo de Becker también es importante porque enfrenta el altruismo directamente y, al hacerlo, tropieza con la paradoja en el corazón de la economía: la primacía del interés propio como fuerza motriz en el comportamiento humano y la persistencia de la benevolencia. Por lo tanto, la disposición a veces para proporcionar bienes públicos también se vuelve comprensible una vez que el altruismo se encuentra en

el conjunto de motivos humanos efectivos y no importa lo raro que sea empíricamente, la mera existencia del altruismo presenta un importante desafío para la teoría económica.

#### **2.6.4. El altruismo se podría modelar como una externalidad**

Una externalidad consiste en una acción efectuada por un agente económico - empresa o individuo - que tiene un impacto directo sobre los procesos productivos de otra empresa y/o sobre el bienestar de otro individuo:

En otras palabras, el valor de una variable relevante, no monetaria, no es elegida por el individuo o la empresa, sino por un tercer agente. Además, este tercer agente no compensa a quienes afecta de manera negativa; tampoco recibe compensación de quienes se benefician, en caso de externalidades positivas.

La idea clave que define una externalidad es la existencia de un efecto directo sobre el bienestar de las personas, es por esta razón que se plantea que el altruismo podría modelarse como una externalidad. De acuerdo a lo anterior, para considerar el altruismo en la modelación se debería incluir como parámetro dentro de la función de utilidad de cada individuo, la función de utilidad del resto de la población.

Los conceptos claves analizados en esta sección, serán utilizados como punto de partida para revisar la metodología sobre la cual se basará esta investigación, lo cual se desarrollará en el capítulo siguiente.

## **CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA**

En esta sección se realizará una revisión de la metodología a utilizar, centrándose en la definición de las encuestas de preferencias declaradas, los modelos de elección discreta y la valoración de atributos.

### **3.1. Encuestas de Preferencias Declaradas**

Tras establecer el marco conceptual en el que se basará esta investigación, es importante detallar cuál será la metodología a utilizar. En primer lugar, será necesario generar bases de datos de elecciones individuales, lo cual será realizado a través de encuestas. En esta sección se revisarán los tipos de encuestas existentes, sus ventajas y desventajas y finalmente se mencionará cuál encuesta se realizará en la investigación.

Para estimar modelos de elección discreta, suelen generarse bases de datos de elecciones individuales a través de encuestas, donde las encuestas de preferencias reveladas (PR) ocupan tradicionalmente técnicas basadas en la observación real de los individuos. En cambio, las técnicas de preferencias declaradas (PD) son un conjunto de metodologías que se basan en juicios efectuados por individuos acerca de cómo actuarían frente a diferentes situaciones hipotéticas que les son presentadas (Ortúzar, 2012).

Ambos tipos de encuestas presentados tienen ventajas y limitaciones, que apoyan o restringen su uso como herramienta general. Dentro de las ventajas de las encuestas de preferencias declaradas se puede encontrar: uso en la modelación de la demanda de alternativas que no están disponibles en el año base, posibilidad de construir escenarios que reduzcan completamente la correlación entre las variables explicativas, que los efectos de las variables de interés pueden ser aislados totalmente, y por construcción no existe error de medición en los datos.

Por otro lado, la principal desventaja es que pueden existir grandes diferencias entre lo que los individuos declaran que harían en una determinada situación y lo que realmente

harán si esta se presenta, lo que sugiere la existencia de errores de medición de la variable dependiente. Además, existen ciertas predisposiciones (errores no aleatorios) debido a experiencias anteriores, percepciones cotidianas de los encuestados, o interacción entre el encuestador y los encuestados, que pueden distorsionar la información obtenida a través de una encuesta de preferencias declaradas.

Además, en la literatura se mencionan distintos sesgos o predisposiciones como responsables de las distorsiones asociadas a las encuestas de preferencias declaradas, los cuales corresponden a sesgos de información, racionalización, política y no restricción. Para un mayor detalle revisar Ortúzar (2012).

Por la información presentada previamente en esta investigación se utilizarán encuestas de preferencias declaradas, dado que se quiere analizar la valorización de distintos elementos o niveles de accesibilidad en viajes en el sistema de transporte público urbano, elementos que actualmente no se encuentran incorporados en él. El objetivo principal del estudio será estimar funciones de utilidad para las alternativas presentes en el experimento, donde las elecciones que serán planteadas a los encuestados son descripciones de situaciones construidas que se diferencian a través del valor que tomarán sus atributos.

### **3.2. Modelos de Elección Discreta**

En esta sección se presentará la metodología que será utilizada en este estudio. En primer lugar se explicarán los modelos de elección discreta junto a la teoría que los sustenta. Posteriormente, se revisará la metodología dentro de los modelos logit multinomiales y los modelos logit mixtos. Finalmente se explicarán los modelos con variables latentes, la forma de estimarlos y se comentarán algunas consideraciones relacionadas con ellos.

De acuerdo a lo que plantea Ortúzar y Willumsen (2011) los modelos de elección discreta afirman que la probabilidad de que los individuos elijan una determinada alternativa es función de sus características socioeconómicas y de cuán atractiva resulta la alternativa en cuestión en comparación a las demás. La base teórica para generar estos modelos

corresponde a la Teoría de Utilidad Aleatoria, planteada por McFadden (1974) que fundamentalmente afirma que los individuos pertenecen a una población homogénea, los que actúan racionalmente y poseen información perfecta, razón por la cual eligen siempre la alternativa que maximiza su utilidad.

Existe un conjunto de alternativas disponibles, donde cada alternativa  $A_j \in A$  tiene asociada una utilidad  $U_{jq}$  para cada individuo  $q$ . Como el modelador no posee información completa, la utilidad tiene dos componentes:

- Una parte sistemática  $V_{jq}$ , que es función de atributos medibles donde se introduce el subíndice  $q$  dado que  $V$  es función de atributos  $X$ , los cuales pueden variar entre individuos. Lo cual queda representado de la siguiente manera:

$$V_{jq} = \sum_k \theta_{kj} \cdot X_{jkq} \quad (3.1)$$

- Una componente aleatoria  $\epsilon_{jq}$  que representa las preferencias de cada individuo y que además incluye los errores que puede cometer el modelador.

Entonces,

$$U_{jq} = V_{jq} + \epsilon_{jq} \quad (3.2)$$

Como se mencionó anteriormente, el individuo escoge la alternativa que le proporciona su máxima utilidad, es decir, elije  $A_j$  si y solo si:

$$U_{jq} \geq U_{iq} \quad \forall A_i \in A(q) \quad (3.3)$$

Es decir,

$$V_{jq} - V_{iq} \geq \epsilon_{iq} - \epsilon_{jq} \quad (3.4)$$

Sin embargo, como el modelador ignora el valor de  $\epsilon_{iq} - \epsilon_{jq}$ , sólo puede plantear la probabilidad de elegir la alternativa  $A_j$ , que viene dada por:

$$P_{jq} = Prob \{ \epsilon_{iq} \leq \epsilon_{jq} + (V_{jq} - V_{iq}) \} \quad \forall A_i \in A(q) \quad (3.5)$$

Para calcular  $P_{jq}$  es necesario realizar algunos supuestos sobre el término de error y su distribución, los que dan como resultado diferentes modelos de elección (Ortúzar y Willumsen, 2011).

### 3.2.1. Modelo Logit Multinomial (MNL)

Este modelo de elección discreta es el más sencillo y popularmente utilizado, se obtiene cuando los residuos  $\epsilon$  son variables aleatorias idénticamente distribuidas Gumbel con media cero y desviación estándar  $\sigma$  (Ortúzar y Willumsen, 2011; Ortúzar, 2000), generando la siguiente expresión:

$$P_{iq} = \frac{\exp(\lambda \cdot V_{iq})}{\sum_{A_j \in A(q)} \exp(\lambda \cdot V_{jq})} \quad (3.6)$$

Donde las funciones de utilidad generalmente son lineales y, además el parámetro  $\lambda$  no se puede estimar separadamente de los parámetros  $\theta_{kj}$  del modelo, debido a un problema de identificabilidad, por lo que se supone igual a 1. Es importante mencionar que  $\lambda$  está ligado a la desviación estándar común de la variable Gumbel mediante la siguiente relación:

$$\lambda^2 = \frac{\pi^2}{6 \cdot \sigma^2} \quad (3.7)$$

Para estimar los coeficientes  $\theta_{kj}$  de la ecuación 3.1 se utiliza normalmente el método de máxima verosimilitud. Este método se basa en la idea de que, aunque se puede obtener la muestra de varias poblaciones, una muestra concreta tiene una probabilidad más alta de haber sido obtenida de una cierta población que el resto. Además, como las observaciones son independientes, la función de verosimilitud viene dada por el producto de probabilidades de que cada individuo elija la opción que realmente seleccionó, lo cual puede escribirse de la siguiente manera:

$$L(\theta) = \prod_{q=1}^Q \prod_{A_j \in A(q)} (P_{jq})^{g_{jq}} \quad (3.8)$$

Donde,

$$g_{jq} = \begin{cases} 1, & \text{si } q \text{ elige } A_j \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Usualmente se utiliza el logaritmo natural de la función de máximo verosimilitud presentada en la ecuación 3.8, denominada log-verosimilitud, ya que es más manejable computacionalmente.

$$l(\theta) = \ln(L(\theta)) = \sum_{q=1}^Q \sum_{A_j \in A(q)} g_{jq} \cdot \ln(P_{jq}) \quad (3.9)$$

Al maximizar  $l(\theta)$  se obtiene un conjunto de parámetros estimados  $\theta^*$  que distribuyen asintóticamente  $N(\theta^*, S^2)$ , donde  $S^2$  corresponde a la matriz de covarianza, denotada por:

$$S^2 = - \left( E \left( \frac{\partial^2 l(\theta)}{\partial \theta^2} \right) \right)^{-1} \quad (3.10)$$

Al momento de estimar un modelo, es posible realizar diversas pruebas estadísticas para poder seleccionar aquel modelo más adecuado a lo que se está buscando. Dentro de estas pruebas se encuentran test para revisar la significancia de un parámetro, test de ajuste general y test de razón de verosimilitud.

Si queremos comparar un modelo que implica un conjunto de restricciones sobre un modelo más general, se lleva a cabo esta última prueba. Para la cual es necesario estimar los dos modelos y calcular log-verosimilitud del modelo general  $l(\hat{\theta})$  y del modelo restringido  $l(\hat{\theta}_r)$ , de esta manera la especificación del estadígrafo LR está definido como (Ortúzar y Willumsen, 2011):

$$LR = -2\{l(\hat{\theta}_r) - l(\hat{\theta})\} \quad (3.11)$$

LR distribuye asintóticamente con  $r$  grados de libertad, donde  $r$  es el número de restricciones lineales, calculadas al comparar el modelo restringido y el general.

Si  $LR \leq \chi_{(r,\alpha)}^2$ , el modelo restringido es estadísticamente igual al general (y este último se debiese elegir por parsimonia).

### ***Limitaciones del modelo***

Según lo planteado por Train (2009), existen algunas limitaciones en los modelos logit que son principalmente: variaciones de los gustos, patrones de sustitución y elecciones repetidas a lo largo del tiempo. Por lo tanto, la aplicabilidad de estos modelos puede resumirse como sigue:

1. Un modelo logit puede representar la variación sistemática del gusto, la que se relaciona con las características observadas del tomador de decisiones, pero no la variación aleatoria del gusto, ya que no hay una forma de vincularlas con las características observadas.
2. El modelo logit implica una sustitución proporcional entre alternativas, dada la especificación del investigador de la utilidad representativa.
3. Si los factores no observados son independientes a lo largo del tiempo en situaciones de elección repetida, logit puede capturar la dinámica de la elección repetida, incluida la dependencia del estado. Sin embargo, no puede manejar situaciones donde los factores no observados se correlacionan con el tiempo.

### ***Variaciones Sistemáticas en los Gustos (VSG)***

El modelo MNL planteado anteriormente considera que todos los individuos poseen la misma valoración de los atributos, es decir, no existen diferencias en las valoraciones de atributos entre distintos individuos de la muestra.

Sin embargo, existe una forma de introducir la posibilidad de que distintos tipos de individuos presentes diferentes valoraciones de atributos, lo que se conoce como Variaciones Sistemáticas de los Gustos (Ortúzar y Willumsen, 2011). Esta técnica consiste en hacer que los parámetros de cada atributo sean una función de las características individuales. De esta manera el parámetro  $\theta_{kj}$  definido anteriormente, pasaría a ser un parámetro  $\theta_{kjq}$ , lo que quedaría representado de la siguiente manera:

$$\theta_{kjq} = \theta_{kj} + \sum_m \theta_{kjm} \cdot X_{m,q} \quad \forall k, j, q \quad (3.12)$$

Donde  $m$  corresponde a las distintas variables socioeconómicas que caracterizan a los individuos de la base de datos. De esta manera, cada individuo que cuente con niveles diferentes de las variables  $m$  incluidas en la ecuación presentarán un parámetro distinto. Pero cabe destacar que los modelos con VSG no son capaces de incorporar aquellas variaciones correspondientes a variables no observadas o al azar (Train, 2009).

### 3.2.2. Modelo Logit Mixto (ML)

Este modelo es altamente flexible, ya que evita las tres limitaciones del modelo MNL mencionadas previamente: permite la variación aleatoria del gusto, patrones de sustitución no restringidos y la correlación en factores no observados a lo largo del tiempo. Este modelo se define sobre la base de la forma funcional para sus probabilidades de elección, ya que las probabilidades logit mixtas son las integrales de las probabilidades logit estándar sobre una densidad de parámetros. Dicho de manera más explícita, un modelo logit mixto es cualquier modelo cuyas probabilidades de elección se pueden expresar en la forma:

$$P_{iq} = \int_{\theta} \frac{\exp(\lambda \cdot V_{iq}(\theta))}{\sum_{j \in A(q)} \exp(\lambda \cdot V_{jq}(\theta))} \cdot f(\theta) \cdot \partial\theta \quad (3.13)$$

La probabilidad del modelo logit mixto es un promedio ponderado de la fórmula logit evaluada en diferentes valores de  $\theta$ , con los pesos dados por la densidad  $f(\theta)$ . Existen dos formulaciones comunes de este modelo: la de coeficientes aleatorios y la de componentes de error (Train, 2009).

#### *Coefficientes aleatorios*

El tomador de decisiones se enfrenta a una elección entre  $J$  alternativas. La utilidad que obtiene la persona  $q$  de la alternativa  $j$  se especifica como:

$$U_{jq} = \theta_q \cdot x_{jq} + \epsilon_{jq} \quad (3.14)$$

Donde,  $x_{jq}$  son variables observables que se relacionan con la alternativa  $j$  y la persona  $q$ ,  $\theta_q$  es un vector de coeficientes de estas variables para la persona  $q$  que representa sus

preferencias y  $\epsilon_{jq}$  es un término aleatorio, que distribuye independiente e idénticamente distribuida (iid)  $Gumbel(0, \sigma^2)$ .

Los coeficientes varían según los tomadores de decisiones en la población con densidad  $f(\theta)$ . El tomador de decisiones sabe el valor de su propia  $\theta_q$  y  $\epsilon_{jq}$  para todo  $j$  y elige la alternativa  $i$  si y solo si  $U_{iq} > U_{jq} \quad \forall j \neq i$ . El modelador observa los  $x_{jq}$  pero no conoce ni los  $\theta_q$  ni los  $\epsilon_{jq}$ . Por esta razón el modelador especifica una distribución para los coeficientes y estima los parámetros de esa distribución. En la mayoría de las aplicaciones se ha especificado que  $f(\theta)$  es normal o lognormal (Train, 2009).

### ***Componentes de error***

En este caso, la utilidad se especifica como:

$$U_{jq} = V_{jq} + \eta_{jq} + \epsilon_{jq} \quad (3.15)$$

La función de utilidad  $U_{jq}$  está compuesta por una parte determinística  $V_{jq}$ , un término aleatorio  $\epsilon_{jq}$  que distribuye independiente e idénticamente distribuida (iid)  $Gumbel(0, \sigma^2)$  y otro término  $\eta_{jq}$  que sigue cualquier distribución conocida.

$$U_{jq} = \theta_q \cdot x_{jq} + \mu_{jq} \cdot z_{jq} + \epsilon_{jq} \quad (3.16)$$

Donde  $x_{jq}$  y  $z_{jq}$  son vectores de variables observadas relacionadas con la alternativa  $j$ ,  $\theta$  es un vector de coeficientes fijos,  $\mu$  es un vector de términos aleatorios con media cero, y  $\epsilon_{jq}$  es un valor extremo. Los términos en  $z_{jq}$  son componentes de error que, junto con  $\epsilon_{jq}$ , definen la parte estocástica de la utilidad. Es decir, la porción de utilidad no observada (aleatoria) es:  $\eta_{jq} = \mu_{jq} \cdot z_{jq} + \epsilon_{jq}$  que puede correlacionarse sobre alternativas dependiendo de la especificación de  $z_{jq}$ .

Si bien los coeficientes aleatorios y los componentes de error son formalmente equivalentes, la forma en que un modelador piensa sobre el modelo afecta la especificación del logit mixto. Finalmente, estimar un modelo ML es mucho más complejo que un MNL, donde

la integral definida en 3.13 se puede calcular por simulación (promediando R extracciones de la función de distribución) o por estimación bayesiana.

### 3.2.3. Modelos con Variables Latentes

Muchas de las decisiones que toman los individuos están guiadas por atributos que no son fácilmente observables, por lo que probablemente no se obtendría un modelo con buen poder explicativo al solo considerar los atributos observables. El problema con este enfoque de modelación es que estos atributos no son directamente medibles, sino que latentes u ocultos, por lo que el modelador puede intentar representar estas variables mediante distintas metodologías, sin embargo, la que se abordará en esta sección fue postulada por Ben-Akiva et al. (2002).

Esta metodología supone que, a pesar de que las variables latentes no son observables, se manifiestan en decisiones observables de los individuos. Por lo que, basado en este supuesto, se propone recolectar indicadores que entreguen información sobre las variables latentes de interés y a partir de estos, construir las variables inobservables. La práctica usual es presentar a las personas encuestadas preguntas ligadas a escalas Likert, la cual permite medir actitudes y conocer el grado de conformidad del encuestado respecto a ciertas afirmaciones propuestas.

Este tipo de modelo posee dos componentes: un modelo MIMIC (Multiple Indicator Multiple Cause) de variables latentes y un modelo de elección discreta. Donde, las variables latentes son explicadas por características individuales y/o de las alternativas a través de ecuaciones estructurales de la siguiente manera:

$$\eta_{ilq} = \sum_r \alpha_{ilr} \cdot s_{irq} + \nu_{ilq} \quad (3.17)$$

La ecuación 3.17 indica que la variable latente  $\eta_{ilq}$  es explicada por las características del individuo ( $s_{irq}$ ), las cuales están ponderadas por  $\alpha_{ilr}$  y, también considera un error  $\nu_{ilq}$  con media cero y desviación estándar a ser estimada. En cuanto a los subíndices de esta

ecuación  $q$  representa a un individuo,  $i$  a una alternativa,  $l$  a la variable latente y por último  $r$  corresponde a una variable explicativa. Al mismo tiempo, las variables latentes explican un conjunto de indicadores de percepción a través de ecuaciones de medición:

$$y_{ipq} = \sum_l \gamma_{ilp} \cdot \eta_{ilq} + \xi_{ipq} \quad (3.18)$$

Donde  $y_{ipq}$  es el indicador de percepción a ser explicado por las variables latentes  $\eta_{ilq}$ , además en esta ecuación también existe un error  $\xi_{ipq}$  con media cero y desviación estándar a ser estimada. En cuanto a los subíndices se agrega  $p$  que representa a un indicador de percepción.

Por otro lado, para el modelo de elección se re-define la utilidad representativa  $V_{iq}$  para incluir la variable latente:

$$V_{iq} = \sum_k \theta_{ik} \cdot X_{ikq} + \sum_l \beta_{il} \cdot \eta_{ilq} \quad (3.19)$$

Donde, la elección estará definida de la siguiente manera:

$$g_{iq} = \begin{cases} 1, & \text{si } q \ U_{iq} \geq U_{jq}, \ \forall j \in A_q \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

De esta manera, la estimación del modelo se realiza en forma conjunta, considerando la verosimilitud de replicar ambas variables endógenas correspondientes a las elecciones individuales y los indicadores de percepción, dada la ecuación 3.20.

$$P(g_{iq}, y_{ipq} \mid (X_{ikq}, s_{qr}, \theta_{ik}, \beta_{il}, \alpha_{ilr}, \gamma_{ipq})) = \int_{\eta_{ilq}} P(g_{iq} \mid X_{ikq}, \eta_{ilq}, \theta_{ik}, \beta_{il}) \cdot f(y_{ipq} \mid \eta_{ilq}, \gamma_{ipq}) \cdot g(\eta_{ilq} \mid s_{ilr}, \alpha_{ilr}) \partial \eta_{ilq} \quad (3.20)$$

Una vez definidas las formas funcionales de las tres componentes probabilísticas, es posible usar máxima verosimilitud simulada para estimar los parámetros del modelo, imponiendo las respectivas restricciones de identificabilidad.

$$\max_{\{\theta_{ik}, \beta_{il}, \alpha_{ilr}, \gamma_{ipq}\}} = \sum_q \sum_p \sum_i \ln(P(g_{iq}, y_{ipq} \mid X_{ikq}, s_{qr}, \theta_{ik}, \beta_{il}, \alpha_{ilr}, \gamma_{ipq})) \quad (3.21)$$

Luego, para estimar los modelos de variables latentes existen dos formas, la estimación completa de acuerdo a la metodología planteada previamente, es decir, estimar la log-verosimilitud con la ecuación 3.21. Esto es muy lento si se quiere crear modelos muy complejos ya que la integral tiene dimensión igual a la cantidad de variables latentes incluidas en el modelo.

La segunda forma es estimar los modelos de elección y la variable latente de manera secuencial: en primer lugar, se estima el modelo de variable latente (ecuaciones 3.17 y 3.18) obteniendo los estimadores máximo verosímiles para  $\alpha_{ilr}$  y  $\gamma_{ilp}$ . Posteriormente se crean las variables latentes  $\eta_{ilq}$  sin considerar la naturaleza estocástica de los coeficientes (es decir, asumiendo los valores obtenidos como los verdaderos) y luego estas se utilizan para estimar el modelo de elección

El problema con lo anterior es que los parámetros  $\theta_{ik}$  que se obtienen para el modelo de elección resultan ser sesgados (Ben-Akiva et al., 2002). La razón por la que se da esta propiedad indeseable se explica en el anexo A. Sin embargo, según lo planteado por Raveau et al. (2010) las desviaciones estándar de los parámetros tienden a subestimarse, produciendo estimadores cuyo nivel de significancia estadística es más elevado que su aporte real al modelo. Este problema puede solucionarse mediante una corrección estadística de las varianzas de los parámetros (Murphy y Topel, 2002).

Finalmente, las variables latentes han sido usadas en la literatura para representar actitudes y percepciones. Rossetti et al. (2018), por ejemplo, propuso una formulación modificada de la elección integrada y el modelo de variables latentes para considerar el efecto que la seguridad percibida tiene en las preferencias para el diseño de infraestructura de bicicletas. Esta metodología se utiliza con los datos recopilados a través de una encuesta de preferencias declaradas realizada en Santiago (Chile) para estimar los modelos de elección que informan sobre las preferencias de los usuarios para el diseño de infraestructura de ciclismo y el impacto que la seguridad tiene sobre estos. Con estos datos, se estimaron modelos que incluían un submodelo de variables latentes que modelaba explícitamente la

seguridad percibida. Con lo cual se mostró que el uso de variables latentes perceptivas era útil para comprender mejor las decisiones de los usuarios.

Otro caso ajeno al transporte es el estudio realizado por O'Neill et al. (2014) los cuales utilizaron modelos de elección discreta avanzada para obtener una mejor comprensión de las elecciones de alimentos de los consumidores. Para esto, se utilizó información provista por los encuestados en preguntas de clasificación y de actitud dentro de un modelo de elección híbrida que hace uso de variables latentes. Lo cual entregó una mejor comprensión de lo que impulsa la elección de alimentos y las diferencias en estos impulsores en toda la población. El modelo formulado contaba con siete variables latentes, las cuales se utilizaban para explicar tanto las diferencias en las sensibilidades en el modelo de elección como las respuestas a las preguntas de clasificación de atributos y preguntas de actitud.

### **3.3. Diseño de Experimentos de Elección**

Según lo planteado por Louviere et al. (2000) los experimentos de elección corresponden a un conjunto de situaciones hipotéticas, en donde los encuestados deben escoger entre un grupo de alternativas disponibles. El propósito de realizar estos experimentos es determinar la influencia independiente de diferentes variables sobre algún resultado observado, y además permite manipular los atributos y sus niveles para permitir una prueba rigurosa de ciertas hipótesis de interés.

Los experimentos de elección suelen consistir en encuestados a los que se les pide que completen una serie de tareas de elección en las que se les pide que seleccionen una o más alternativas entre un conjunto finito de alternativas. En cada tarea, las alternativas, ya sean rotuladas o sin etiquetar, se definen típicamente en una cantidad de dimensiones de atributos diferentes, cada una de las cuales se describe con más detalle mediante niveles preespecificados extraídos de algún diseño experimental subyacente (ChoiceMetrics, 2012).

Se revisarán principalmente la clase de diseños conocidos como diseños factoriales, tanto completos como fraccionarios. De acuerdo a ChoiceMetrics (2012) un diseño factorial completo consiste en todas las posibles situaciones de elección, con este diseño se pueden estimar todos los efectos posibles (principales y de interacción). Sin embargo, para un estudio práctico, el número de situaciones de elección en un diseño factorial completo es demasiado grande.

En cambio en los diseños factoriales fraccionarios a cada encuestado solo se le muestra un subconjunto de situaciones de elección del número total de situaciones de elección. El tipo de diseño factorial fraccional más conocido es el diseño ortogonal cuyo objetivo es minimizar la correlación entre los niveles de atributo en las situaciones de elección.

Más recientemente, varios investigadores han sugerido otro tipo de diseños factoriales fraccionados, llamados diseños eficientes en los cuales se busca encontrar diseños que sean estadísticamente tan eficientes como sea posible en términos de errores estándar predichos de las estimaciones de los parámetros. Esencialmente, estos diseños intentan maximizar la información de cada situación de elección. Por lo tanto, los diseños eficientes se basan en la precisión de las estimaciones de parámetros anteriores.

Dentro de esta investigación, al realizar el diseño de la encuesta, se impusieron algunas restricciones para generar una matriz semi-balanceada dados los niveles de cada atributo y posteriormente con este resultado se generó un diseño eficiente que buscaba reducir el D-error de las distintas combinaciones de elementos analizados. Un mayor detalle del diseño de la encuesta aplicada se abordará en el próximo capítulo.

## **CAPÍTULO 4. DISEÑO DE LA ENCUESTA**

El objetivo principal de este estudio es utilizar encuestas de preferencias declaradas para obtener la valorización de elementos de accesibilidad universal de usuarios de transporte público urbano, tomando en consideración la instancia de espera en paraderos. El experimento está orientado a todo tipo de usuarios del sistema, dado que un proyecto que contempla elementos de diseño universal beneficia a todos los usuarios de alguna forma, aunque sea indispensable solo para algunos.

Con este fin, se diseñó y aplicó una encuesta que recabó información sociodemográfica y de uso de transporte público, además de incluir experimentos de preferencias declaradas, obtener indicadores para crear variables latentes e información sobre el perfil funcional de cada encuestado.

El objetivo de este capítulo es explicar el diseño y aplicación de esta encuesta y mencionar algunos resultados obtenidos. En la sección 4.1 se detallan cuales fueron los elementos de accesibilidad universal incluidos en la encuesta, posteriormente en la sección 4.2 se realiza una revisión de los atributos de la encuesta piloto, junto con los resultados y aprendizajes obtenidos. Luego, en la sección 4.3 se revisan las características de la encuesta final, en la sección 4.4 se efectúa un análisis en profundidad de la muestra obtenida y finalmente en la sección 4.5 se explicita la forma en la que se corrigió la muestra previo a la estimación de los modelos.

Cabe destacar que específicamente el diseño de la encuesta de esta investigación se enmarca dentro de una asesoría realizada por la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC), para el Servicio Nacional de la Discapacidad (SENADIS).

#### **4.1. Selección de elementos**

Para seleccionar los elementos a considerar se elaboró primero una lista extensa, incluyendo distintos aspectos relevantes del trayecto y paradero, diferenciando cada elemento por el beneficio que genera. En esta diversidad, existen ciertos elementos primordiales cuyas características benefician a todo tipo de usuarios y, en particular, a aquellos con mayores grados de dificultad de uso o desplazamiento en el sistema de transporte.

Por otro lado, también se realizaron entrevistas a profesionales expertos en accesibilidad universal, académicos, especialistas en transporte público y representantes de organizaciones vinculadas a temas de accesibilidad e inclusión. En base al listado exhaustivo de elementos, la información recolectada en las entrevistas y la definición del proyecto, se elaboró una selección de aquellos elementos cruciales a ser incorporados en el experimento del estudio.

Los elementos elegidos son: condición de la vereda, información disponible en el paradero, acceso al paradero y tipo de apoyo disponible. La condición de la vereda tiene relación con que tan adecuada es la vereda que conecta con el paradero, mientras que el acceso al paradero busca medir la dificultad de acceder desde la vereda, estos dos elementos son importantes para garantizar la ruta accesible desde y hacia el paradero. La información disponible corresponde a distintos niveles de información, un nivel mínimo que muestra solo los servicios, un nivel detallado que además de los servicios presenta las rutas y horarios, y finalmente un nivel que además de la información detallada presenta la vinculación de otros dispositivos móviles. Finalmente, los puntos de apoyo y descanso analizados corresponden a tres niveles, inexistente, barra de apoyo isquiático y asientos.

Tal como se muestra en el Anexo B el contexto de decisión que se planteó a los entrevistados presenta una situación habitual de viaje que enfrentó dos instancias propuestas: el trayecto peatonal y la situación de acceso, espera y abordaje en el paradero. Para cada ejercicio de elección se plantearon dos situaciones hipotéticas de condición de acceso al

modo, que incluyó los elementos de accesibilidad mencionados, en forma descriptiva y visual.

Además, dentro del experimento se incluyó una variable que implica un costo que el usuario debe incurrir para acceder a mejores niveles de accesibilidad. El mecanismo de pago escogido corresponde al tiempo de viaje, de esta manera se puede obtener la valorización relativa de los elementos asociados y posteriormente se utiliza para la conversión a precios sociales. Es decir, se estimará, desde la perspectiva de los usuarios, una equivalencia entre los distintos ajustes a veredas y paraderos que se planteen y ahorros de tiempo, para que los elementos puedan ser valorizados posteriormente mediante el valor social del tiempo.

De acuerdo con la información presentada, cada encuestado respondió ocho ejercicios de elección donde debía escoger cuál de las dos situaciones hipotéticas presentadas prefería, donde variaban los distintos niveles de accesibilidad y los ahorros de tiempo. Las situaciones presentadas están referidas a un lugar de destino habitual, en un día laboral normal, considerando el mismo servicio y tarifa habitual.

## **4.2. Encuesta Piloto**

### **4.2.1. Atributos y niveles**

Para el experimento de elección se optó por un diseño eficiente que permite contar con un conjunto de situaciones de elección altamente informativo para la calibración de modelos de elección. El experimento fue ajustado en base a las diferencias de niveles para cada atributo considerado para ambas opciones.

De acuerdo a los valores que puede tomar el atributo en las dos alternativas, y el orden en que se le presentan al encuestado, se construye el vector de diferencia de niveles. Los atributos y opciones a considerar fueron las siguientes:

### **Estado y condición de la vereda:**

Las veredas pueden presentar adecuada materialidad, estado de mantención y mínima pendiente, u observarse interrumpidas, con desniveles, pendientes o inadecuada materialidad. Se consideraron dos niveles, adecuadas e inadecuadas, donde los niveles en diferencias para este atributo son:

Tabla 4.1. Niveles en diferencias - Estado y condición de la vereda

<b>Nivel</b>	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>
1	Adecuada	Inadecuada
0	Adecuada	Adecuada
-1	Inadecuada	Adecuada

Fuente: Elaboración propia

### **Accesibilidad del paradero:**

Un paradero adecuado presenta no solo una adecuada superficie, en cuanto a su materialidad y mínima pendiente, sino que además permite un acceso directo, estando libre de gradas u obstáculos que dificulten su uso. Se consideraron dos niveles, accesible y no accesible, donde los niveles en diferencias para este atributo son:

Tabla 4.2. Niveles en diferencias - Accesibilidad del paradero

<b>Nivel</b>	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>
1	Accesible	No accesible
0	Accesible	Accesible
-1	No accesible	Accesible

Fuente: Elaboración propia

### **Información en el paradero:**

En el paradero puede existir información que ayude al usuario a moverse dentro del sistema. Lo básico es la información de los servicios que pasan por el paradero, pero además algunos paraderos presentan mapas de los recorridos o, incluso, dispositivos para acceder a mayor información desde el celular. Se consideraron tres niveles, adicional, detallada y mínima, donde los niveles en diferencias para este atributo son:

Tabla 4.3. Niveles en diferencias - Información en el paradero

<b>Nivel</b>	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>
2	Adicional	Mínima
1	Detallada	Mínima
0	Mínima	Mínima
-1	Mínima	Detallada
-2	Mínima	Adicional

Fuente: Elaboración propia

**Puntos de apoyo y descanso en el paradero:**

Como infraestructura para el momento de espera, los paraderos de buses pueden tener distintos tipos de dispositivos. Hay algunos en que no se dispone de puntos de apoyo o asientos, otros en que existe una barra de apoyo y, lo más tradicional, los asientos.

Tabla 4.4. Niveles en diferencias - Puntos de apoyo y descanso en el paradero

<b>Nivel</b>	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>
2	Asientos	Espera de pie
1	Apoyo Isquiático	Espera de pie
0	Asientos	Asientos
-1	Espera de pie	Apoyo Isquiático
-2	Espera de pie	Asientos

Fuente: Elaboración propia

**Tiempo de viaje:**

Este atributo se define para la alternativa A en un tiempo base de 30 minutos (si el viaje del usuario es igual o inferior a los 45 minutos) o 50 minutos (si el viaje habitual es superior a los 45 minutos), este valor se define a priori y por rangos.

A continuación se ejemplifica para el caso de viajes de menor duración, lo mismo ocurre en el caso en que la base es de 50 minutos, donde a la Alternativa B se le agrega el delta correspondiente (4, 8, 12 o 16 minutos respectivamente):

Tabla 4.5. Niveles - Tiempo de viaje (con base 30 minutos)

<b>Nivel</b>	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>
1	30 minutos	34 minutos
2	30 minutos	38 minutos
3	30 minutos	42 minutos
4	30 minutos	46 minutos

Fuente: Elaboración propia

Para contar con un conjunto de elección semi-balanceado, se impusieron restricciones de equilibrio entre los distintos niveles de diferencias por atributo. En el caso de los atributos de 3 niveles (Vereda y Paradero), los niveles 1 y -1 aparecerán 3 veces, mientras el nivel nulo aparecerá en las restantes 2 situaciones de elecciones. En el caso de los atributos de 5 niveles (Información, Apoyo y Descanso) cada nivel aparecerá al menos una vez, mientras que las restantes 3 elecciones toman un valor al azar entre todos los niveles de diferencias disponibles. Finalmente, para el tiempo de viaje, cada nivel aparecerá 2 veces. Con esto se generará una matriz semi-balanceada en los niveles de cada atributo, en que ningún nivel aparece más de dos veces en una columna.

Para generar un diseño eficiente, se calculó la probabilidad de elección de cada alternativa en cada una de las elecciones, donde la función de utilidad es lineal y los betas de los primeros 4 atributos es 1 y el tiempo de viaje tiene beta 0,125. Este valor se obtuvo de la investigación de Peña et al. (2018) que valoriza el tener información en el paradero en 8 minutos. Este valor 1 para las variables de tres niveles, implica que cuando la diferencia entre ambas alternativas son dos puntos, existirá un ponderador de 0.5. De manera de que el efecto sea el mismo, sin importar la cantidad de niveles en diferencias que se posea. Luego, para comparar entre distintos diseños generados, se calcula el D-error y se elige aquel que minimiza ese valor, donde para obtener el diseño eficiente para la aplicación piloto, se calcularon 30 millones de combinaciones de matrices.

#### 4.2.2. Características de la encuesta piloto

La encuesta piloto se realizó en formato online, utilizando *SurveyGizmo* y presentaba seis secciones secuenciales. La primera recopilaba los datos básicos del usuario, como edad, género y nivel educacional. La segunda parte, se refería a la actividad principal del usuario y su forma de desplazamiento a esta, que permite verificar si la frecuencia de viaje en buses del sistema de transporte público señalada aplica para responder el experimento de elección y la duración del viaje habitual, para adaptar el tiempo de viaje presentado en el experimento. La tercera sección consultaba forma de acceso al paradero, incluyendo tiempo y eventual dificultad.

La encuesta de elección parte con una descripción del contexto de elección a considerar y el ejercicio de elección propiamente tal. Posterior a ello, se incluye una sección para caracterizar al encuestado mediante un perfil funcional, utilizando el WHODAS 2.0 versión reducida de 12 preguntas. Para finalizar la encuesta cierra con una sección con preguntas asociadas al altruismo, que permitirá armar indicadores para variables latentes.

#### 4.2.3. Análisis y resultados de la encuesta piloto

La aplicación piloto fue de suma importancia para asegurar la correcta comprensión del instrumento de parte de los encuestados y para la realización de una calibración preliminar que permitió revisar que los atributos incluidos en la encuesta eran adecuados. Las respuestas fueron recolectadas en formato digital, utilizando la red de contactos y durante el período en el que estuvo disponible se obtuvieron 154 respuestas válidas. Se observa una mayor presencia femenina con 101 respuestas (65,6%), con una distribución etaria amplia que iba desde los 15 a los 74 años, con un *peak* entre los 23 y 25 años.

En cuanto a las comunas de residencia de los encuestados, existía una clara predominancia del sector oriente de Santiago, sin embargo también existían respuestas de comunas fuera de la Región Metropolitana como La Serena y Rancagua. Analizando el nivel educacional, la mayoría corresponde a personas con estudios universitarios y de postgrado. En cuanto

al uso de transporte público un 62,98 % declaró utilizar bus y/o Metro, en comparación con el 29,9 % que utiliza el automóvil. Al revisar cuánto es el tiempo que le toma a los encuestados ir a su actividad principal en bus, este fluctúa entre los 10 y 150 minutos.

De las 154 respuestas obtenidas, 69 respondieron la sección de Encuesta de Elección. La elección entregada por cada encuestado varía entre pregunta y pregunta, pero existe una predominancia clara por elegir la Alternativa A, que es la que presenta el tiempo de base, es decir, a no estar dispuesto a entregar tiempo a cambio de las mejoras en accesibilidad presentadas. Esto pudiera ser un primer indicio de que los rangos de diferencias de tiempo deberán ajustarse a la baja para afinar el ejercicio de elección.

Utilizando el software PndasBiogeme (Bierlaire, 2020), se estimó un modelo cuya función de utilidad incluyó todos los atributos testeados, según la ecuación 4.1, donde  $i$  es la alternativa escogida por el individuo  $n$ .

$$U_{in} = \beta_V \cdot V_i + \beta_P \cdot P_i + \beta_{IA} \cdot IA_i + \beta_{ID} \cdot ID_i + \beta_A \cdot A_i + \beta_B \cdot B_i + \beta_{TV} \cdot TV_i + \epsilon_{in} \quad (4.1)$$

Tabla 4.6. Definición de Variables Modelo Logit Multinomial

<b>Variable</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>
$P_i$	Paradero Accesible	Muda
$B_i$	Barra de Apoyo Isquiático	Muda
$A_i$	Asientos	Muda
$IA_i$	Información Adicional	Muda
$ID_i$	Información Detallada	Muda
$V_i$	Vereda Accesible	Muda
$TV_i$	Tiempo de viaje	Continua

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron signos esperados y valores significativos para todos los parámetros, a excepción de la Información Detallada y la Vereda Accesible. En particular, se obtuvo una baja significancia estadística para ambos atributos. Tras esto, se estimó un segundo modelo, agrupando en un solo parámetro el tener más información en el paradero, según la

Tabla 4.7. Resultados Modelo MNL1 - Encuesta Piloto

Parámetro	Descripción	Valor	Test-t
$\beta_P$	Paradero Accesible	0,824	2,51
$\beta_B$	Barra de Apoyo Isquiático	1,13	2,1
$\beta_A$	Asientos	2,03	3,06
$\beta_{IA}$	Información Adicional	2,09	3,37
$\beta_{ID}$	Información Detallada	0,0824	0,279 (*)
$\beta_V$	Vereda Accesible	0,0515	0,251 (*)
$\beta_{TV}$	Tiempo de viaje	-0,169	-7,4
<b>log-verosimilitud</b>		<b>-302,2483</b>	

Fuente: Elaboración propia

ecuación 4.2:

$$U_{in} = \beta_V \cdot V_i + \beta_P \cdot P_i + \beta_I \cdot (IA_i + ID_i) + \beta_A \cdot A_i + \beta_B \cdot B_i + \beta_{TV} \cdot TV_i + \epsilon_{in} \quad (4.2)$$

Tabla 4.8. Resultados Modelo MNL2 - Encuesta Piloto

Parámetro	Descripción	Valor	Test-t
$\beta_P$	Paradero Accesible	1,83	2,93
$\beta_B$	Barra de Apoyo Isquiático	2,13	2,58
$\beta_A$	Asientos	2,03	3,06
$\beta_I$	Información Adicional o Detallada	1,08	2,93
$\beta_V$	Vereda Accesible	1,05	4,57
$\beta_{TV}$	Tiempo de viaje	-0,169	-7,4
<b>log-verosimilitud</b>		<b>-302,2483</b>	

Fuente: Elaboración propia

En este modelo, se incluye Información Adicional e Información Detallada en un solo parámetro, lo que se compara con el nivel de información mínimo en el paradero. Es posible ver que se obtuvieron signos esperados y valores significativos para todos los parámetros estimados.

#### 4.2.4. Aprendizajes de la encuesta piloto

En primer lugar, el parámetro del atributo Información Detallada no es estadísticamente significativo y su inclusión además genera que el acceso a la vereda pierda significancia.

Esto indicaría que es probable que las personas no notaron una diferencia entre la Información Adicional y la Información Detallada al momento de responder el ejercicio de elección.

En segundo lugar, los tiempos de viaje utilizados no representan correctamente la distribución de viajes existente en la Región Metropolitana, debido a que según la Encuesta Origen Destino 2012 un 38,4 % de los viajes tienen una duración mayor a 60 minutos, por lo que resulta necesario generar un nuevo intervalo que incluya este mayor tiempo de viaje.

En tercer lugar y relacionado con lo anterior, la encuesta también se aplicará en Temuco, Puerto Montt, Antofagasta, Talca y Coquimbo, ciudades en las cuales existe una diferencia en la duración entre los viajes al compararlos con la Región Metropolitana. Por lo tanto, no es correcto utilizar los tiempos de viaje generados para la Región Metropolitana en la encuesta de elección, dado que en las ciudades mencionadas un gran porcentaje de los viajes en transporte público tienen una duración menor a 40 minutos, según su respectiva encuesta de movilidad. De esta forma se requerirán armar tres nuevos intervalos y generar las variaciones en los tiempos de viaje para la encuesta de elección.

En cuarto lugar, al momento de presentar las situaciones de elección las imágenes que acompañan las distintas alternativas no significaron un mayor apoyo, debido a que tenían distinto formato, unas correspondían a diagramas mientras otras eran imágenes de paraderos de Santiago, por lo que es necesario estandarizarlos.

Finalmente, debido a que la encuesta final nuevamente utilizará un formato digital, es necesario considerar que las distintas secciones sean accesibles de forma visual y auditiva, además que los textos y contenidos sean fáciles de comprender, que también presente accesibilidad cognitiva y que pueda ser utilizado por personas en situación de discapacidad.

### 4.3. Encuesta final

Luego de los aprendizajes de la encuesta piloto y la obtención de los parámetros del modelo base, en esta sección se mostrará la generación del diseño de la encuesta final, sus atributos, niveles y características.

#### 4.3.1. Atributos y niveles

En cuanto a los elementos del experimento de elección en el caso de la información disponible en el paradero solo se plantearán dos niveles (Información Mínima e Información Adicional). Donde los nuevos niveles en diferencias considerados para este elemento fueron:

Tabla 4.9. Niveles en diferencias - Información en el paradero

<b>Nivel</b>	<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>
1	Mínima	Adicional
0	Mínima	Mínima
-1	Adicional	Mínima

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se generó una diferencia en los tiempos de viaje a evaluar en cada alternativa para las personas residentes en la Región Metropolitana y en otras regiones. En el caso de la Región Metropolitana y dado que un gran porcentaje de los viajes en transporte público tienen una duración mayor a 45 minutos, se creó un tercer nivel que será utilizado en el caso de que el tiempo de viaje declarado sea mayor a una hora, donde el tiempo base serán 80 minutos. De esta manera, serán tres los niveles de tiempo base presentados en el experimento 30, 50 y 80 minutos, dependiendo de si el tiempo de viaje declarado es menor a 45 minutos, mayor a 45 minutos o mayor a una hora, respectivamente.

Con ambos cambios, se generaron aumentos porcentuales en base a los tiempos de cada intervalo. Para el caso del primer nivel irá desde 6 a 12 minutos (20 % a 40 % del tiempo base), en el segundo nivel irán desde 8 a 16 minutos (16 % a 32 % del tiempo base) y el

último nivel irá desde 10 a 20 minutos (13 % a 25 % del tiempo base). Se generó entonces un nuevo diseño eficiente, según los mismos criterios presentados anteriormente, considerando los parámetros estimados con las respuestas de la encuesta piloto y la distribución empírica del tiempo de viaje que permitió ponderar los intervalos presentados.

Ahora bien, para el caso de las ciudades fuera de la Región Metropolitana se consideró el mismo diseño de la encuesta pero realizando cambios en los niveles de tiempos presentados, considerando que el tiempo de viaje en estas ciudades es menor. Los tres niveles de tiempo base presentados en el experimento son 20, 30 y 50 minutos, dependiendo de si el tiempo de viaje declarado es menor a 20 minutos, mayor a 20 minutos o mayor a 40 minutos, respectivamente. Con estos tiempos se generaron aumentos porcentuales en base a los tiempos de cada intervalo, para el caso del primer nivel irá desde 4 a 8 minutos (20 % a 40 % del tiempo base), en el segundo nivel irán desde 5 a 10 minutos (17 % a 33 % del tiempo base) y el último nivel irá desde 6 a 13 minutos (12 % al 26 % del tiempo base).

#### **4.3.2. Características de la encuesta final**

Para el formulario definitivo se realizaron distintas correcciones basadas en la experiencia piloto, comentarios de personas entendidas en el área y rigurosos criterios de accesibilidad del propio instrumento, orientados a su aplicación digital. Un mayor detalle de la encuesta final aplicada se encuentra en el Anexo F.

En términos generales la encuesta cuenta con distintas secciones, en primer lugar se realiza una caracterización del hogar, luego se presenta una sección referente al viaje a la actividad principal y posteriormente se pregunta la forma en la cual el encuestado llega a su paradero habitual. Luego, con respecto a la experiencia accediendo al transporte público en su ciudad, se le plantean al encuestado algunas preguntas considerando un periodo de operación normal, orientadas principalmente a identificar qué tan problemático es acceder al paradero, utilizar servicios de transporte público y desplazarse hasta los puntos de acceso al transporte público en días con clima adverso.

A continuación se plantea el ejercicio de preferencias, que incorpora un conjunto de preguntas con imágenes referenciales de los elementos a analizar. Además, se modificaron las imágenes que acompañan el experimento de elección por iconos representativos que permiten entender de mejor manera la presencia o ausencia de los distintos elementos, tal como se aprecia en la figura 4.1.

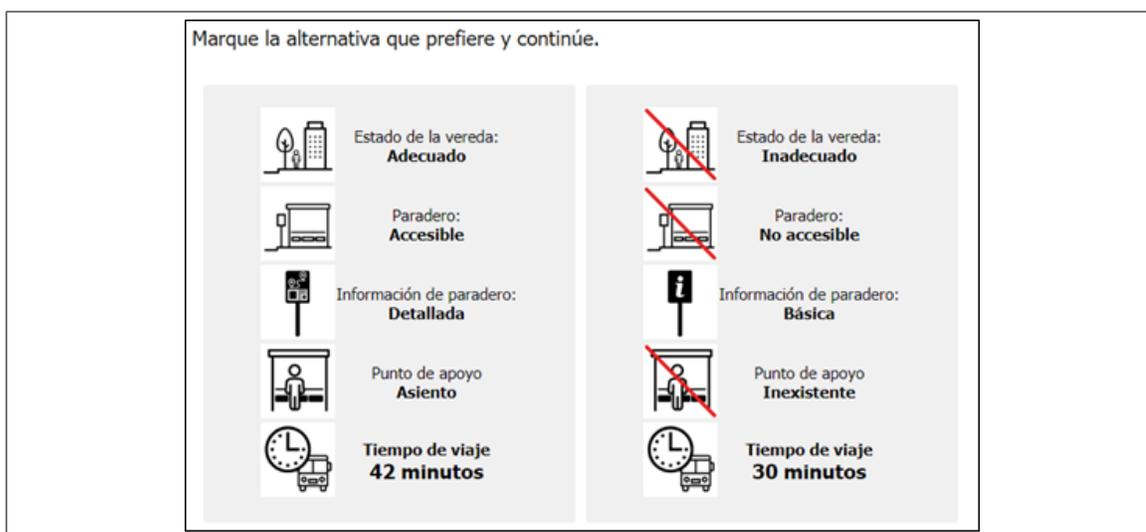


Figura 4.1. Pregunta de Ejemplo

Luego, se encuentra la sección correspondiente al perfil funcional cuyo objetivo es conocer la salud y bienestar del encuestado, específicamente si presenta dificultades de salud que impactan en sus actividades y participación social. Posteriormente se presenta la sección de interacción con usuarios, que presenta 10 afirmaciones breves que abordan distintas temáticas, donde el encuestado debe responder qué tan de acuerdo está con ellas en una escala de cinco niveles.

El instrumento fue revisado en detalle por el Centro UC de Tecnologías de Inclusión (CEDETi), equipo que realizó una valoración de accesibilidad y usabilidad a través de los siguientes procedimientos:

- Accesibilidad visual y auditiva (revisión con lectores de pantalla, contrastes, textos alternativos, entre otros).

- Accesibilidad cognitiva (revisión en contenido, diseño y apoyos necesarios para contestar la encuesta).
- Revisión de textos y contenidos siguiendo las pautas generales de la metodología de Lectura Fácil.
- Valoración de accesibilidad y usabilidad por un usuario con discapacidad perteneciente al equipo de CEDETi UC.

En base a los comentarios y sugerencias que surgieron de dicha revisión, que fue realizada página por página de la encuesta y estuvo orientada a mejorar la usabilidad del experimento, diferenciando entre aspectos generales aplicables a toda la encuesta y aspectos específicos, se generó la versión final, que contiene mejoras en la diagramación y presentación del instrumento, y los textos e imágenes de cada sección, incluyendo la funcionalidad de texto alternativo (apoyo para lector automático).

#### **4.4. Recolección y análisis de la muestra**

##### **4.4.1. Forma de reclutamiento**

Se llevó a cabo el reclutamiento de usuarios generales mediante un panel de habitantes provisto por una empresa que realiza estudios de mercado on line, con fuerte presencia en America Latina. Buscando la posibilidad de controlar sesgos, se optó por utilizar un panel que cuenta con más de 220.000 participantes en las principales ciudades de Chile, con panelistas en distintas zonas y estratos sociodemográficos.

Se encuestaron personas desde los 15 años y como filtro para reclutamiento se consultó al potencial encuestado 1) qué modos de transporte utilizaba regularmente (bus, metro, automóvil, bicicleta, otros) y 2) con qué frecuencia utiliza buses, en sus desplazamientos por la ciudad, en el período normal del año 2019 (previo al estallido social y a la contingencia asociada al COVID-19). Los usuarios que declaran utilizar buses al menos una vez cada dos semanas son considerados en la aplicación.

#### **4.4.2. Composición de la muestra**

Para resguardar contar con una adecuada muestra de los distintos estratos sociodemográficos, y poder garantizar una cobertura geográfica de la muestra en cada ciudad, se realizó un muestreo estratificado por cuotas. Se consideró para la muestra en términos de edad y género una distribución poblacional, generándose una muestra más homogénea entre estratos, de manera de contar con adecuada participación de los estratos menos representados en el panel.

En cuanto al nivel de ingreso, para la segmentación de reclutamiento se consideró la nueva estratificación de Grupos Socio Económicos (GSE) definida por la Asociación de Investigadores de Mercado que utiliza para la clasificación el nivel educacional y ocupacional del jefe de hogar, y, además, el ingreso per cápita equivalente de la familia (ajustado según tamaño del hogar). Para el estudio, se utilizó una agrupación de los siete niveles, según: ABC1 (correspondiente a AB, C1a y C1b), C2, C3, D y E.

#### **4.4.3. Cantidad de respuestas obtenidas**

Para la aplicación del instrumento se propuso una metodología de auto-llenado mediante la WEB, donde la cantidad de respuestas obtenidas en el panel fue igual a 1.701 encuestas, a las cuales se les aplicaron distintos filtros antes de considerarlas válidas.

Los filtros utilizados fueron los siguientes:

1. Las personas que declaran usar metro como modo de transporte deben pertenecer a la Región Metropolitana.
2. La edad mínima de los encuestados corresponde a 15 años.
3. En la sección de interacción con usuarios, no deben responder Neutro en todas las frases planteadas.

4. Los tiempos de viaje tienen que ser superiores a 0 minutos y no deben exceder los 210 minutos en la Región Metropolitana o los 150 minutos en las otras ciudades. Estos valores fueron obtenidos de la Encuesta Origen Destino 2012, y de las respectivas encuestas de movilidad de cada ciudad, y representan más del 99,5 % de los datos.

De esta manera, se consideraron válidas 1.623 encuestas, cuya distribución es:

- 219 respuestas en Antofagasta
- 200 respuestas en Coquimbo
- 489 respuestas en la Región Metropolitana
- 275 respuestas en Talca
- 247 respuestas en Temuco
- 193 respuestas en Puerto Montt

#### **4.4.4. Análisis de la muestra**

##### a) Género:

Del total de personas que respondieron la encuesta, existía una predominancia del sexo femenino con un 63 % en relación al 37 % masculino. Al analizar las distintas ciudades, esta predominancia femenina se mantiene tal como se aprecia en la figura 4.2.

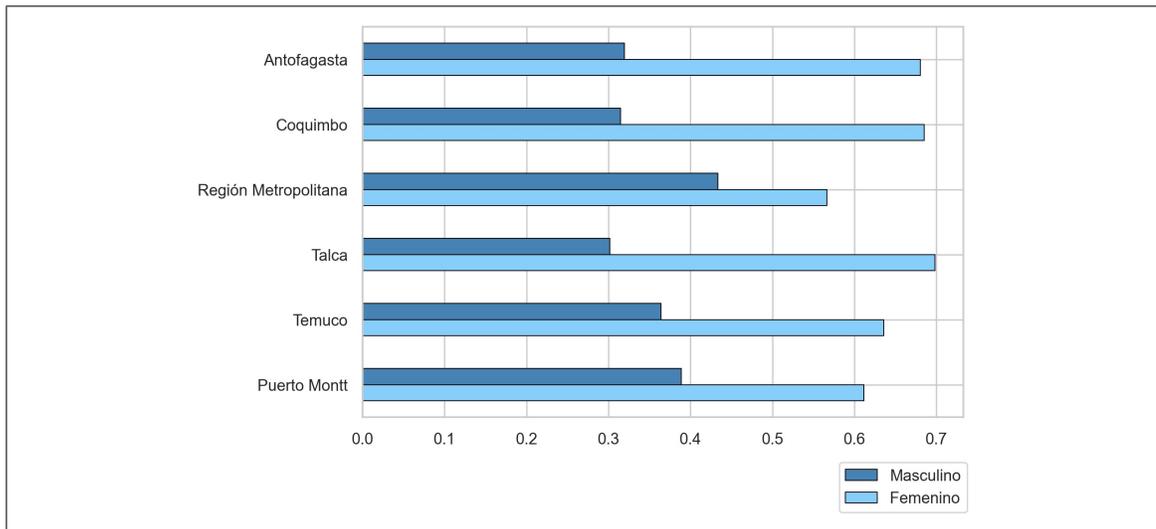


Figura 4.2. Distribución de las respuestas por género

b) Edad:

En las ciudades fuera de la Región Metropolitana, la mayoría de las respuestas corresponde a personas entre 15 y 24 años, número que va decreciendo a medida que aumenta la edad. En cambio en la Región Metropolitana, el rango que presenta mayor cantidad de respuestas corresponde a personas entre 25 y 34 años de edad, seguido de cerca por el rango de 15 a 24 años. Además, no existe una diferencia tan notoria entre los últimos tres rangos, como si ocurre en las otras ciudades.

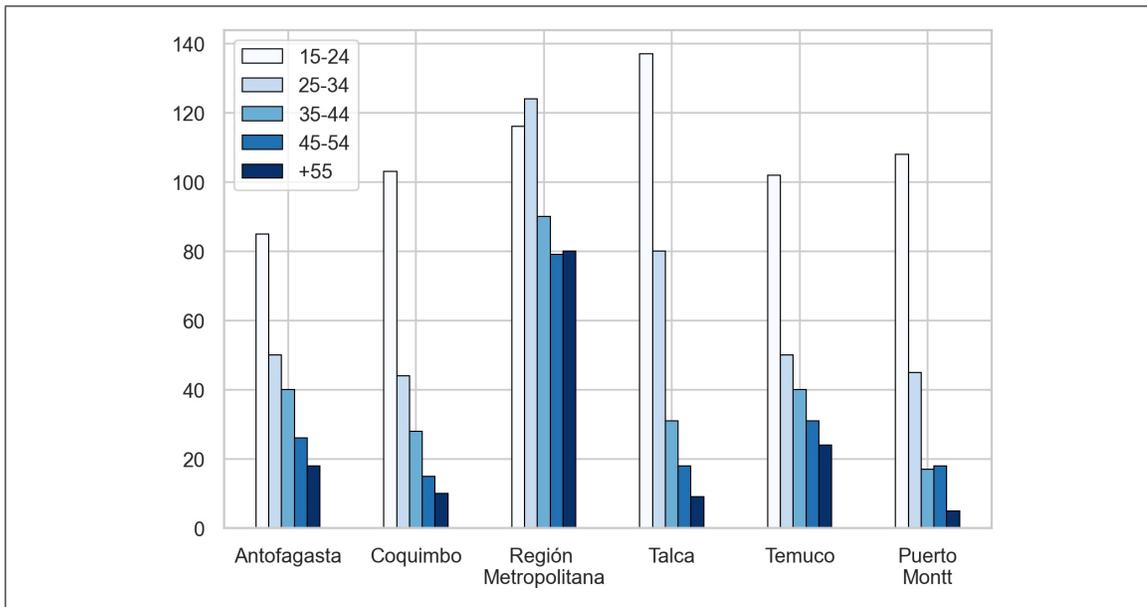


Figura 4.3. Distribución de las respuestas por rangos de edad

c) Ingreso Familiar:

En la encuesta se presentó la opción de decidir entre seis niveles de ingreso o no responder esta pregunta, y debido a la forma en la que fue recolectada la muestra existe una cantidad de respuestas de cada nivel de ingreso en las ciudades analizadas.

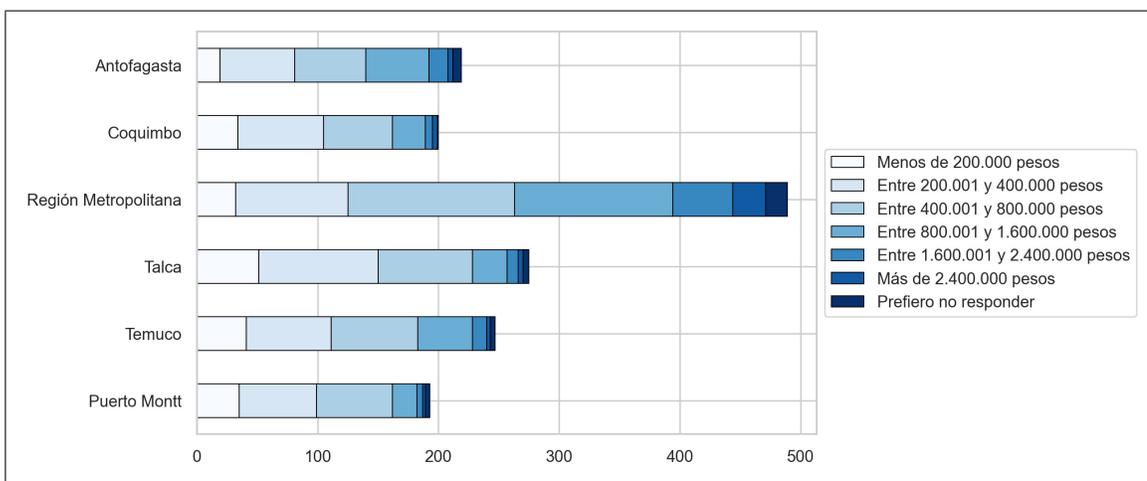


Figura 4.4. Distribución de las respuestas por nivel de ingreso

d) Nivel Educativo:

Por otro lado, al analizar el nivel educacional de los encuestados estos mayoritariamente corresponden a personas con un nivel escolar, técnico o superior. Los porcentajes de cada nivel varían respecto a la ciudad analizada, donde por ejemplo, existe una predominancia de la educación superior en la Región Metropolitana y existe una menor cantidad de personas técnicas en Puerto Montt.

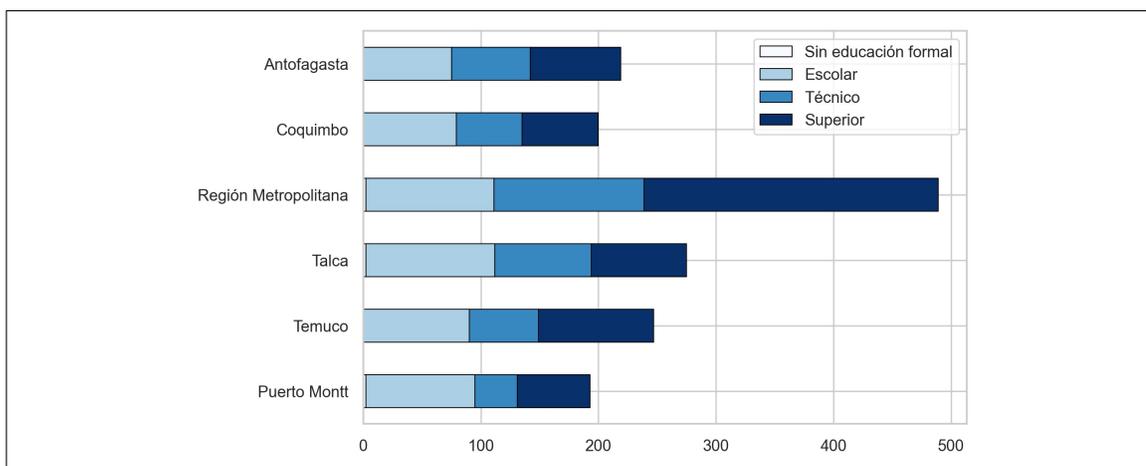


Figura 4.5. Distribución de las respuestas por nivel educacional

e) Actividad principal:

De acuerdo a la ocupación declarada por los encuestados, estos mayoritariamente corresponden a trabajadores tanto dependientes como independientes (45,5 %) y estudiantes (29,1 %). Los porcentajes varían en las distintas ciudades, por lo que un mayor detalle se aprecia en la tabla 4.10.

Tabla 4.10. Proporción de las respuestas por actividad principal

Ocupación	Antofagasta	Coquimbo	Región Metropolitana	Talca	Temuco	Puerto Montt	Total
Trabajador/a dependiente	30,1 %	20,5 %	39,7 %	24,7 %	29,6 %	28,5 %	30,6 %
Trabajador/a independiente	15,1 %	15,0 %	16,0 %	9,8 %	13,8 %	11,4 %	13,8 %
Trabajador/a no remunerado(a)	0,9 %	1,0 %	0,8 %	2,2 %	1,2 %	0,5 %	1,1 %
Estudiante	24,7 %	39,5 %	18,4 %	38,5 %	30,4 %	35,8 %	29,1 %
Dueño/a de casa	12,8 %	13,0 %	7,8 %	12,4 %	9,7 %	8,8 %	10,3 %
Desempleado/a	9,6 %	9,0 %	12,1 %	7,3 %	11,7 %	11,4 %	10,4 %
Jubilado/a	2,7 %	1,0 %	3,9 %	1,1 %	2,4 %	1,0 %	2,3 %
Otra	4,1 %	1,0 %	1,4 %	4,0 %	1,2 %	2,6 %	2,3 %

Fuente: Elaboración propia

f) Modo de transporte:

Por otro lado, al analizar los modos de transporte utilizados por los encuestados, en la Región Metropolitana existe una predominancia del transporte público, donde el 76 % de los encuestados declaran utilizarlo, en relación con el 14,9 % que declara utilizar automóvil.

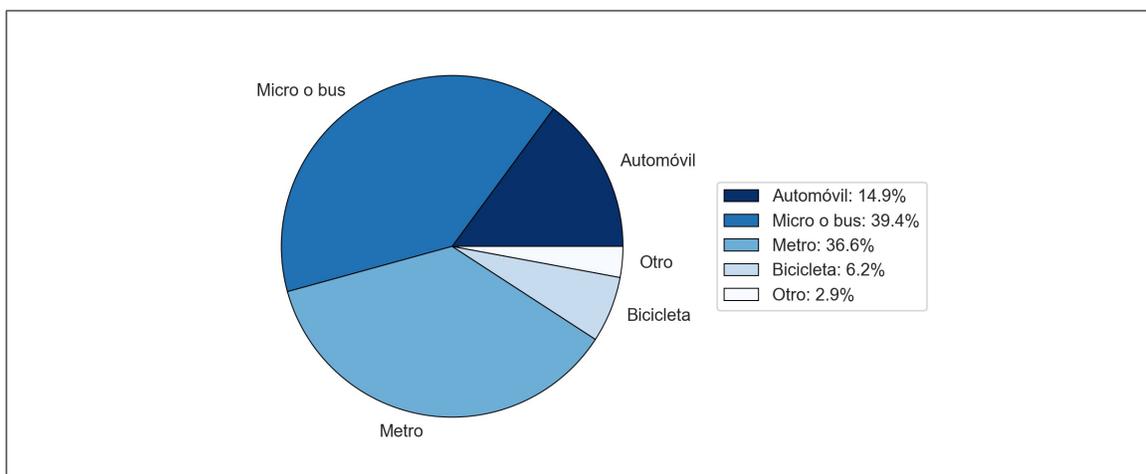


Figura 4.6. Proporción de los modos usados en la Región Metropolitana

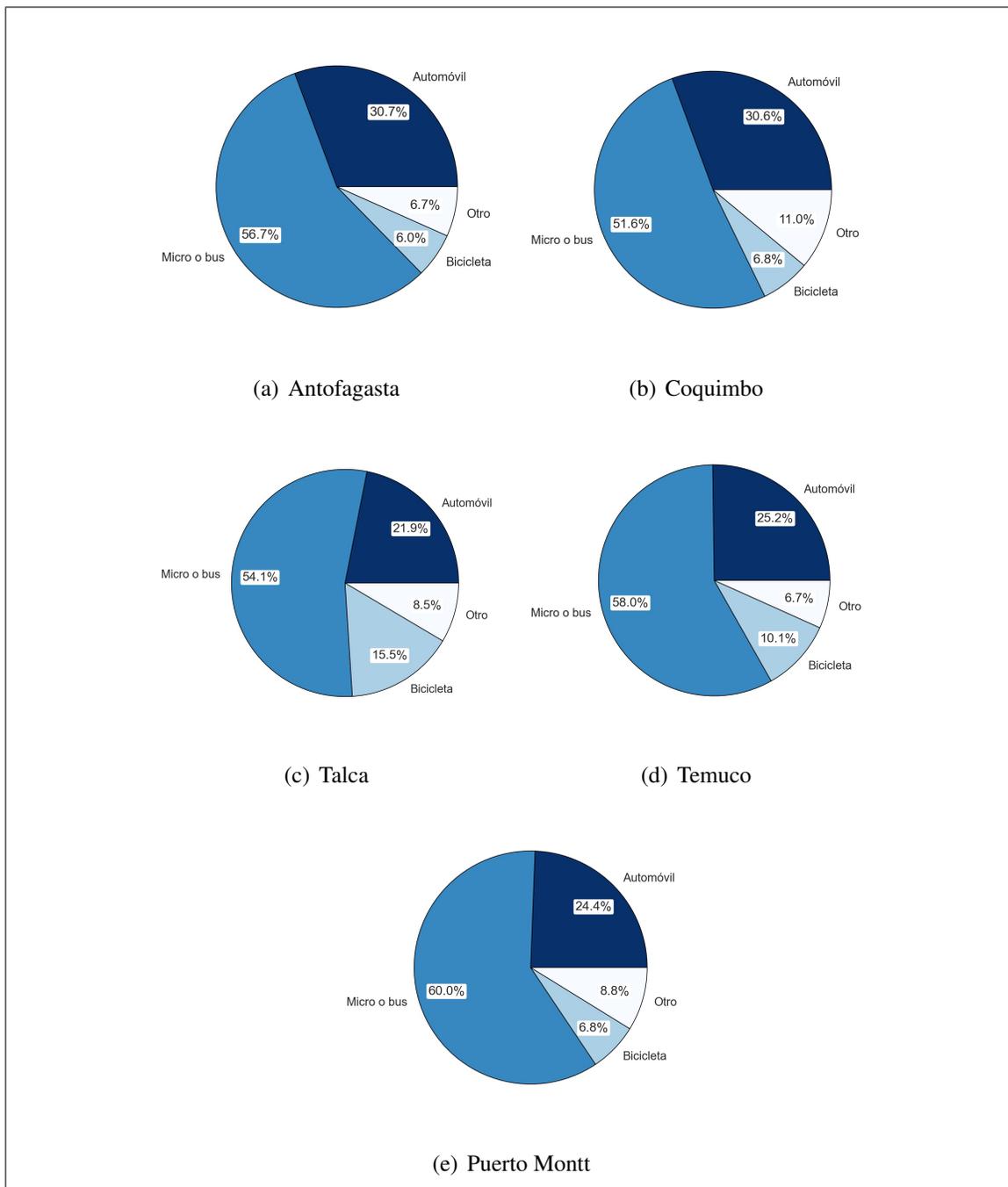


Figura 4.7. Proporción de los modos usados fuera de la Región Metropolitana

En cambio, dado que en regiones solo existen los buses como modo de transporte público, un 56 % de los encuestados declara utilizarlos valor que se compara con el 26,3 %

que utiliza automóvil.

- g) Tiempos de viaje: La distribución de los tiempos de viaje varían entre las distintas ciudades, tal como se aprecia en la imagen a continuación. En el caso de la Región Metropolitana la mayor frecuencia de viajes está cercana a los 100 minutos, mientras en las otras ciudades es menor a los 50 minutos, además en el caso de Puerto Montt la frecuencia es relativamente constante bajo los 100 minutos.

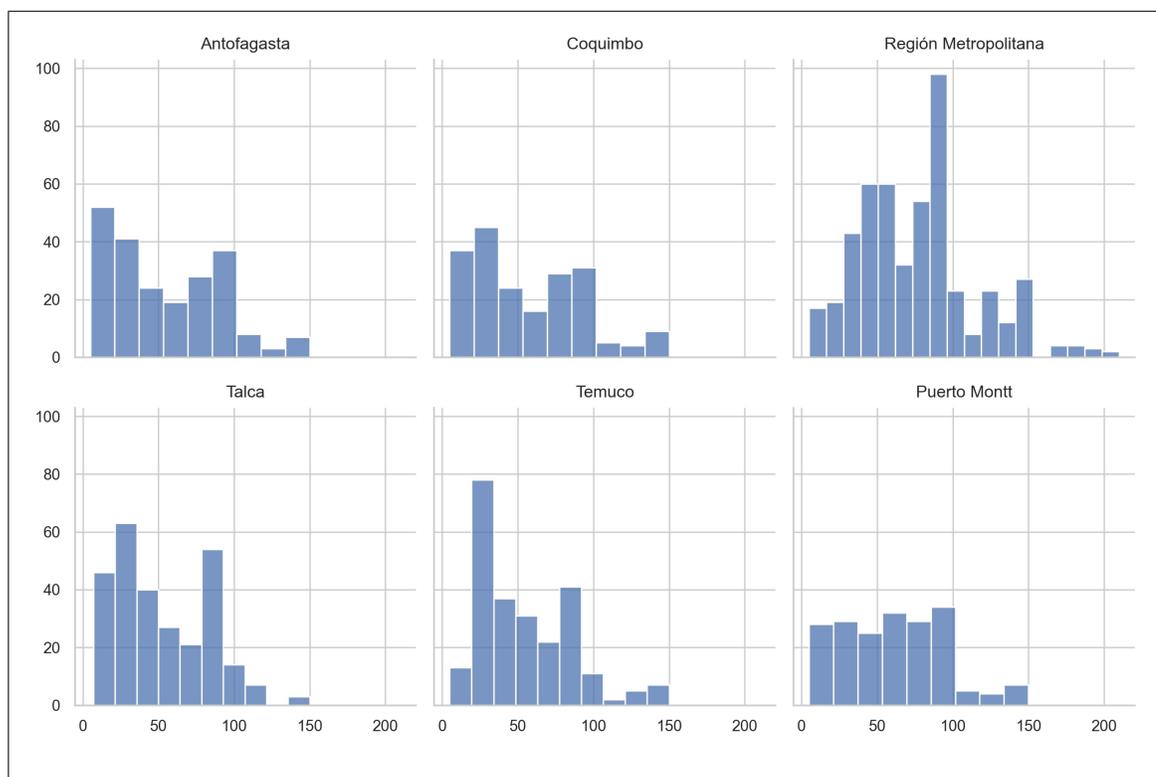


Figura 4.8. Tiempos de viaje por ciudad

- h) Integrantes por hogar:

También se analizó la cantidad de personas que componían los distintos hogares, para ver si existía una diferencia entre las distintas ciudades encuestadas. Es posible ver, que en términos generales un 81,8 % de los encuestados pertenece a hogares que tienen entre 2 y 5 integrantes, situación que se replica en las distintas ciudades. Sin embargo,

en el caso de Temuco y Puerto Montt, hay una mayor cantidad de hogares compuestos por una sola persona, mientras que en Antofagasta hay más hogares compuestos por más de 9 personas, en relación con el resto de las ciudades.

Tabla 4.11. Proporción de las respuestas por cantidad de integrantes en el hogar

Integrantes	Antofagasta	Coquimbo	Región Metropolitana	Talca	Temuco	Puerto Montt	Total
1	2,3 %	2,5 %	4,5 %	3,6 %	8,5 %	7,3 %	4,7 %
2	13,2 %	10,0 %	13,3 %	12,7 %	13,0 %	11,9 %	12,6 %
3	21,5 %	24,5 %	28,2 %	25,1 %	21,5 %	19,7 %	24,3 %
4	29,2 %	29,5 %	28,6 %	29,1 %	29,6 %	26,9 %	28,8 %
5	16,0 %	17,0 %	14,5 %	18,9 %	16,6 %	14,5 %	16,1 %
6	8,2 %	7,5 %	6,1 %	6,2 %	6,5 %	10,4 %	7,1 %
7	3,7 %	5,0 %	4,1 %	1,5 %	2,0 %	3,6 %	3,3 %
8	1,4 %	1,5 %	0,2 %	0,7 %	2,0 %	2,1 %	1,1 %
>9	4,6 %	2,5 %	0,4 %	2,2 %	0,4 %	3,6 %	1,9 %

Fuente: Elaboración propia

i) Dificultad física:

Dentro de la encuesta existía un cuestionario para la evaluación de la discapacidad, desarrollado por el Grupo de Clasificación, Terminología y Estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Un mayor detalle de esta sección de la encuesta y su análisis se encuentra en el Anexo C.

En base a las respuestas entregadas por los encuestados, se calculó un indicador de dificultad física que estaba definido en primer lugar si la persona tiene un puntaje mayor a 12 puntos en las preguntas correspondientes al WHODAS funcional o si tiene una edad mayor a 60 años. Los 12 puntos se basan en la escala propuesta por la OMS, donde una persona tiene una dificultad moderada desde el 25 % de su escala.

Dentro de la muestra, 375 corresponden a personas que poseen dificultades físicas de acuerdo a esta definición. Al analizar la distribución por género, es posible ver que

existe una predominancia de esta condición en las mujeres (61,3 %) en comparación con el género masculino (38,7 %). Un mayor detalle se aprecia en la Figura 4.9.

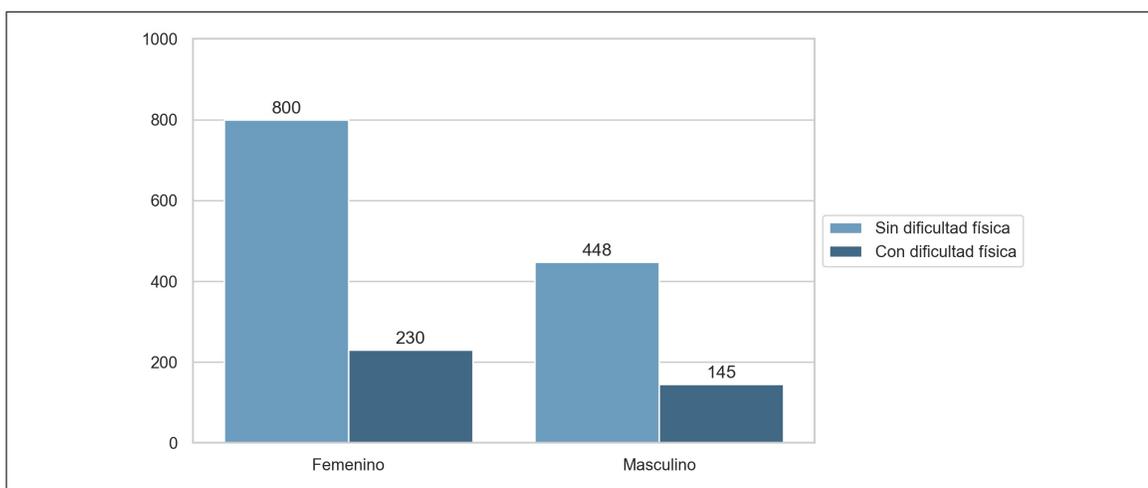


Figura 4.9. Dificultad física - Distribución por género

De las personas consideradas con dificultad física, un 17,9 % corresponden a adultos mayores de 60 años y el restante 82,1 % a personas cuyo WHODAS funcional es mayor a 12 puntos. Además, es posible agrupar en cuatro niveles el indicador de dificultad física, donde un 76,9 % no presenta dificultades, un 19,16 % reportó entre 6 y 18 puntos en el WHODAS funcional, un 3,45 % presenta entre 18 y 24 puntos y el restante 0,39 % presenta dificultades severas, dado que su puntaje es mayor a 24 puntos.

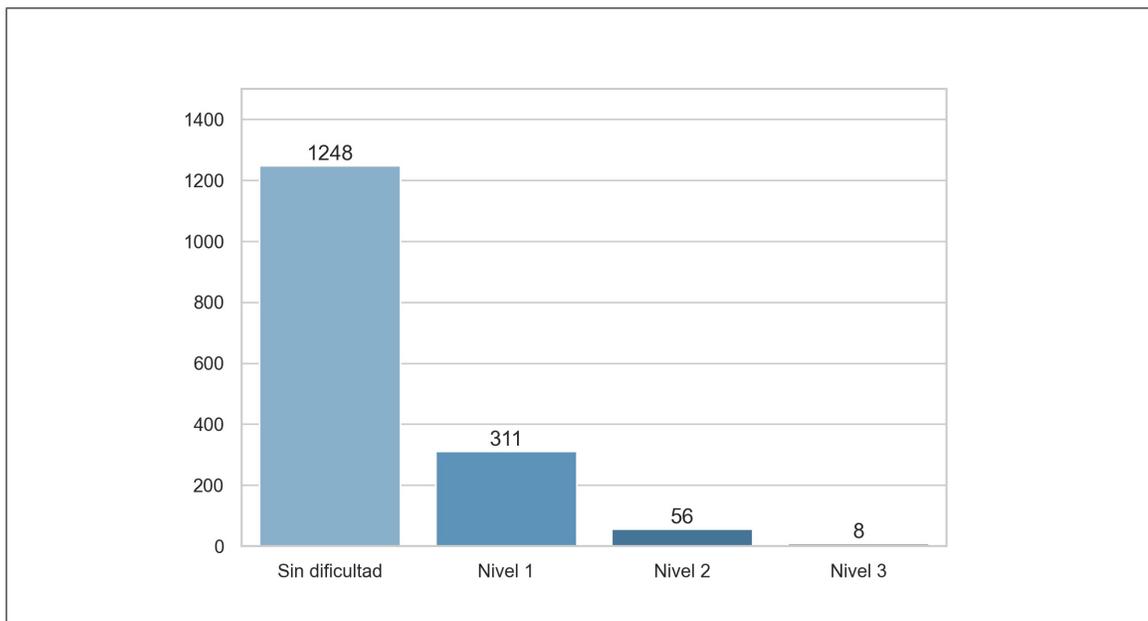


Figura 4.10. Niveles de dificultad física

Por otro lado, al analizar la muestra las personas con dificultad física se encontraban mayoritariamente fuera de la Región Metropolitana (74,4 %), tal como se aprecia en la Figura 4.11. Finalmente, al revisar el nivel educacional alcanzado por las personas con dificultad física, un 31 % corresponde a escolar, un 25 % a técnico y el restante 44 % a educación superior. En cuanto a uso de buses del transporte público, el 81 % de los encuestados declaró utilizarlo al menos una vez a la semana, lo que implica que a pesar de poseer dificultades físicas, buscan movilizarse de manera independiente.

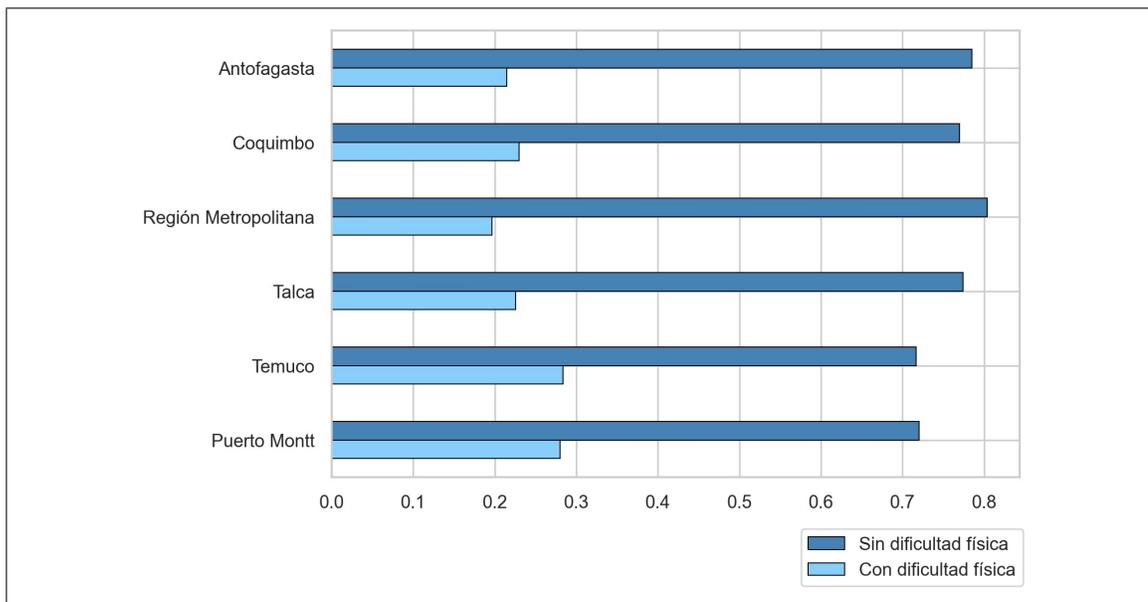


Figura 4.11. Dificultad física - Distribución por ciudad

#### 4.5. Corrección de representatividad

Tal como se analizó en la sección anterior, es posible ver que las distintas muestras presentan más encuestas respondidas por mujeres que por hombres. De la misma manera, es posible analizar que tienen distintas distribuciones en términos de edad y que podría existir un sesgo por nivel de ingreso declarado. Para corregir estos problemas, se calcularon ponderadores para sexo y edad, en base al CENSO 2017 (INE) y para ingreso en base a la *Encuesta Casen* (2017), esto para cada una de las muestras obtenidas. A partir de estos ponderadores y utilizando el método de balanceo de factores (Furness) se calcularon ponderadores únicos para cada categoría.

Luego, dado que la cantidad de respuestas obtenidas no representa la población existente en la Región Metropolitana ni fuera de ella, se calculó un nuevo ponderador que corrige este problema. Finalmente, la multiplicación de ambos ponderadores calculados fue utilizado como factor en la estimación de los distintos modelos, cuyos resultados se presentarán en la próxima sección.

## **CAPÍTULO 5. RESULTADOS**

En esta sección se mostrarán los resultados obtenidos de tres modelos Logit Mixto, un modelo que solo considera los atributos de las alternativas, mientras que el segundo además reconoce la heterogeneidad de los usuarios. Posteriormente, se presentará la especificación de un modelo con variables latentes estimado de manera simultánea, donde también se incluye en el modelo de elección discreta la heterogeneidad de los usuarios. Luego de la presentación de los resultados de cada modelo, se hará un análisis de los valores obtenidos, se compararán los modelos y finalmente se mostrarán las conclusiones que se pueden rescatar del análisis. Todos los modelos presentados fueron estimados usando PandoBio-geme (Bierlaire, 2020).

Dado que los individuos encuestados se enfrentaron a más de un experimento de elección, en la definición de los modelos se consideró el efecto panel existente para reconocer la correlación entre las respuestas de un mismo individuo. Todos los modelos consideran este efecto, y por esta razón los parámetros de los elementos de accesibilidad universal y del tiempo de viaje varían de manera aleatoria.

### **5.1. Modelos Logit Mixto**

Debido a que un mismo individuo respondió ocho experimentos de elección, para identificar la existencia de heterogeneidad en sus respuestas se estimaron modelos Logit Mixto con la formulación de coeficientes aleatorios. De esta manera, los parámetros de los elementos de accesibilidad universal y el tiempo de viaje varían de manera aleatoria con distribución log-normal. Se decidió utilizar esta distribución ya que se sabe que el coeficiente tiene el mismo signo para todos los individuos, donde es positivo para los elementos de accesibilidad universal y negativo para el tiempo de viaje.

### 5.1.1. Modelo Base

Este primer modelo fue estimado, debido a que para realizar una correcta evaluación social de proyectos se requieren parámetros y valorizaciones generales para toda la población. Por esta razón, se utilizaron los atributos de las alternativas sin considerar las características de los usuarios, construyendo una función de utilidad lineal que se muestra en la ecuación 5.1 donde  $i$  es la alternativa escogida por el individuo  $n$ . En la tabla 5.1 se muestra el significado de las variables utilizadas.

$$U_{in} = \beta_0 \cdot ASC_A + \tilde{\beta}_V \cdot V_i + \tilde{\beta}_P \cdot P_i + \tilde{\beta}_I \cdot I_i + \tilde{\beta}_A \cdot A_i + \tilde{\beta}_B \cdot B_i + \tilde{\beta}_{TV} \cdot TV_i + \epsilon_{in} \quad (5.1)$$

Tabla 5.1. Definición de Variables Modelo Logit Mixto

<b>Variable</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>
$ASC_A$	Constante Específica (izquierda)	Muda
$P_i$	Paradero Accesible	Muda
$B_i$	Barra de Apoyo Isquiático	Muda
$A_i$	Asientos	Muda
$I_i$	Información Adicional	Muda
$V_i$	Vereda Accesible	Muda
$TV_i$	Tiempo de viaje	Continua

Fuente: Elaboración propia

Dentro del experimento de elección se incluyeron mejoras en accesibilidad universal en el paradero y se consideró el tiempo de viaje como la variable que implica un costo que el usuario debe incurrir para acceder a estas mejoras. Los individuos podían elegir entre dos alternativas donde la alternativa ubicada a la izquierda siempre presentaba un menor tiempo de viaje que la que se encontraba a la derecha. Por esta razón y dado que todos leemos y escribimos de izquierda a derecha, puede existir una tendencia a elegir la que opción que está a la izquierda o a la derecha en el experimento (Chatterjee, 2011). Por lo tanto, a pesar de que el experimento es no etiquetado, se incluyó una constante específica dentro de la función de utilidad de este modelo.

Dado que los parámetros de los elementos de accesibilidad universal y el tiempo de viaje varían de manera aleatoria con distribución lognormal, en el modelo se estimó la media y la desviación estándar para cada uno de ellos. Luego, para obtener un solo parámetro, se calculó el valor esperado, que representará a los  $\tilde{\beta}$  de la ecuación 5.1, según la siguiente fórmula:

$$E[X] = e^{\mu + \sigma^2/2} \quad (5.2)$$

Tabla 5.2. Resultados Modelo ML Base

Parámetro	Descripción	Valor	Test-t
$\beta_0$	Constante Específica (izquierda)	0,473	3,61
$\mu_P$	Paradero Accesible	0,664	13,4
$\sigma_P$	Paradero Accesible (desv. estándar)	0,582	14,3
$\mu_B$	Barra de Apoyo Isquiático	0,28	3,03
$\sigma_B$	Barra de Apoyo Isquiático (desv. estándar)	0,612	8,13
$\mu_A$	Asientos	0,187	2,65
$\sigma_A$	Asientos (desv. estándar)	0,506	7,44
$\mu_I$	Información Adicional	-1,2	-6,59
$\sigma_I$	Información Adicional (desv. estándar)	0,988	9,49
$\mu_V$	Vereda Accesible	0,126	1,95 (*)
$\sigma_V$	Vereda Accesible (desv. estándar)	0,89	16,9
$\mu_{TV}$	Tiempo de viaje	-2,54	-11,2
$\sigma_{TV}$	Tiempo de viaje (desv. estándar)	1,59	8,63
<b>log-verosimilitud</b>		<b>-6.341,454</b>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3. Parámetros Modelo ML Base

Parámetro	Nombre	Valor	Intervalo de Confianza
$\beta_0$	Constante Específica (izquierda)	0,473	-
$\tilde{\beta}_P$	Paradero Accesible	2,301	[0,6208 ; 6,0813]
$\tilde{\beta}_B$	Barra de Apoyo Isquiático	1,596	[0,3987 ; 4,3946]
$\tilde{\beta}_A$	Asientos	1,370	[0,4473 ; 3,2511]
$\tilde{\beta}_I$	Información Adicional	0,491	[0,0435 ; 2,0888]
$\tilde{\beta}_V$	Vereda Accesible	1,685	[0,1982 ; 6,4925]
$\tilde{\beta}_{TV}$	Tiempo de viaje	-0,279	[-1,7798 ; -0,0035]

Fuente: Elaboración propia

El intervalo de confianza presentado en la tabla, se construyó con los percentiles 2,5 y 97,5 luego de generar 10.000.000 instancias de cada uno de los elementos de accesibilidad universal y el tiempo de viaje, dados los distintos parámetros para sus distribuciones log-normales presentados en la Tabla 5.2.

Al analizar los parámetros obtenidos, se observa que todos resultaron ser significativos al 95 % lo que muestra que las variables encuestadas fueron de importancia para los encuestados. Además, se cumple con los signos esperados en cada variable, donde aquellas que corresponden a mejoras en accesibilidad universal son positivas mientras que el tiempo de viaje es negativo. Esto quiere decir, que los encuestados muestran preferencias por aquellos paraderos que tienen niveles de accesibilidad mayores a la situación base.

Debido a que todas las variables son mudas, se puede ordenar de manera decreciente los elementos de accesibilidad de acuerdo a la valoración que le entregan los encuestados. El elemento más importante corresponde al paradero accesible, seguido por la existencia de una barra de apoyo isquiático en el paradero. En tercer lugar, se encuentra la accesibilidad de la vereda, seguido por la existencia de asientos en el paradero, para concluir con la disponibilidad de información en el paradero con un parámetro bastante menor al resto de los elementos analizados.

### **5.1.2. Modelo con consideración de heterogeneidad de los usuarios**

Ahora bien, si la población muestra preferencias heterogéneas pero los modelos de elección no contabilizan este efecto puede existir un sesgo en la estimación de los parámetros. Por esta razón, se incluyeron en el modelo base de la sección 5.1.1 algunas características de los usuarios en las funciones de utilidad para mostrar estos efectos y obtener parámetros más cercanos a la realidad. Dado que las alternativas no son etiquetadas, las variables relacionadas a los usuarios fueron incluidas como interacciones con los elementos de accesibilidad analizados.

Cabe destacar que con los resultados de este modelo se podría realizar la evaluación social de proyectos de los elementos de accesibilidad universal, pero para hacerlo correctamente se tendrían que calcular valores sociales del tiempo de viaje urbano para cada una de las características modeladas.

Es importante mencionar las razones por las cuales se definieron las características de los usuarios para este modelo. En primer lugar, tal como se mencionó en la sección 4.4.3 la muestra completa considera encuestas en seis ciudades, donde el mayor porcentaje corresponde a la Región Metropolitana. Entonces, se plantea que existan distintas valorizaciones de los elementos de accesibilidad universal de acuerdo a la zona del país donde está ubicada la muestra.

Luego, dentro de la información entregada por cada usuario se encuentra el tiempo de acceso al paradero de transporte público más cercano. Este valor cambia persona a persona, pero cerca del 75 % de la muestra demora menos de 10 minutos, por lo tanto ese valor fue utilizado como corte para la definición de esta variable.

También se incluyó dentro de este modelo la dificultad física, definida en primer lugar si la persona tiene un puntaje mayor a 12 puntos en las preguntas correspondientes al WHODAS funcional o si tiene una edad mayor a 60 años. El WHODAS corresponde a un cuestionario para la evaluación de la discapacidad, desarrollado por el Grupo de Clasificación, Terminología y Estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS) dentro del marco del proyecto conjunto con el Instituto Nacional de Salud (NIH) - OMS/NIH, sobre la Evaluación y Clasificación de Discapacidades.

Dentro de la encuesta se utilizó la versión resumida de 12 preguntas, donde para la construcción de esta variable solo se utilizaron las preguntas correspondientes a aspectos físicos. Un mayor detalle de este cuestionario y las preguntas ocupadas para armar el indicador de dificultad física se pueden observar en el Anexo C. Finalmente, se incluyó el género del encuestado para analizar si existen diferencias en la valorización de los atributos del paradero.

Un resumen de las características de los usuarios consideradas se muestran en la Tabla 5.4. En base a ellas, se probaron varias especificaciones para este modelo, llegando a la forma funcional que se muestra en la Ecuación 5.3.

Tabla 5.4. Definición de Variables Específicas de los usuarios

<b>Variable</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
$N_n$	Zona Norte	Muda	Muestra pertenece a Antofagasta o Coquimbo
$S_n$	Zona Sur	Muda	Muestra pertenece a Talca, Temuco o Puerto Montt
$TA_n$	Tiempo de Acceso	Muda	Tiempo de acceso al transporte público es mayor a 10 minutos
$M_n$	Hombre	Muda	Género es masculino
$Wh_n$	Dificultad Física	Muda	Usuario tiene puntaje en WHODAS funcional mayor a 12 puntos o tiene más de 60 años

Fuente: Elaboración propia

$$\begin{aligned}
 U_{in} = & \beta_0 \cdot ASC_A + (\tilde{\beta}_V + \beta_V^N \cdot N_n + \beta_V^S \cdot S_n + \beta_V^T \cdot TA_n) \cdot V_i + (\tilde{\beta}_P + \beta_P^N \cdot N_n + \beta_P^S \cdot S_n) \cdot P_i + \\
 & (\tilde{\beta}_I + \beta_I^M \cdot M_n) \cdot I_i + (\tilde{\beta}_A + \beta_A^W \cdot Wh_n) \cdot A_i + (\tilde{\beta}_B + \beta_A^W \cdot Wh_n + \beta_B^T \cdot TA_n) \cdot B_i + \\
 & \tilde{\beta}_{TV} \cdot TV_i + \epsilon_{in}
 \end{aligned}
 \tag{5.3}$$

Nuevamente los parámetros de los elementos de accesibilidad universal y el tiempo de viaje varían de manera aleatoria con distribución log-normal, en el modelo se estimó la media y la desviación estándar para cada uno de ellos. Así, para obtener un solo parámetro, se utiliza nuevamente la ecuación 5.2.

Tabla 5.5. Resultados Modelo ML con Variación Sistemática de los Gustos

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Test-t</b>
$\beta_0$	Constante Específica (izquierda)	0,328	2,49
$\mu_P$	Paradero Accesible	0,902	16,2
$\sigma_P$	Paradero Accesible (desv. estándar)	0,49	14,4
$\beta_P^N$	Paradero Accesible: Zona Norte	-0,782	-5,58
$\beta_P^S$	Paradero Accesible: Zona Sur	-0,468	-3,79
$\mu_B$	Barra de Apoyo Isquiático	0,288	3,07
$\sigma_B$	Barra de Apoyo Isquiático (desv. estándar)	0,581	8,92
$\beta_A^W$	Elementos de Apoyo: Dificultad Física	0,275	3,19
$\beta_B^T$	Barra de Apoyo Isquiático: Tiempo de Acceso	0,31	2,05
$\mu_A$	Asientos	0,19	2,57
$\sigma_A$	Asientos (desv. estándar)	0,539	8,8
$\beta_A^W$	Elementos de Apoyo: Dificultad Física	0,275	3,19
$\mu_I$	Información Adicional	-0,903	-5,1
$\sigma_I$	Información Adicional (desv. estándar)	0,899	9,08
$\beta_I^M$	Información Adicional: Hombre	-0,163	-2,02
$\mu_V$	Vereda Accesible	0,366	4,72
$\sigma_V$	Vereda Accesible (desv. estándar)	0,798	15,2
$\beta_V^N$	Vereda Accesible: Zona Norte	-0,539	-4,24
$\beta_V^S$	Vereda Accesible: Zona Sur	-0,381	-3,42
$\beta_V^T$	Vereda Accesible: Tiempo de Acceso	0,302	2,42
$\mu_{TV}$	Tiempo de viaje	-2,23	-12,9
$\sigma_{TV}$	Tiempo de viaje (desv. estándar)	1,39	9,11
<b>log-verosimilitud</b>		<b>-6.295,936</b>	

Fuente: Elaboración propia

El intervalo de confianza presentado en la Tabla 5.6, se construyó con los percentiles 2,5 y 97,5 luego de generar 10.000.000 de instancias de cada uno de los elementos de accesibilidad universal y el tiempo de viaje, dados los distintos parámetros para sus distribuciones log-normales.

Tabla 5.6. Parámetros Modelo ML con Variación Sistemática de los Gustos

Parámetro	Nombre	Valor	Intervalo de Confianza
$\beta_0$	Constante Específica (izquierda)	0,328	-
$\tilde{\beta}_P$	Paradero Accesible	2,779	[0,9434 ; 6,4445]
$\tilde{\beta}_B$	Barra de Apoyo Isquiático	1,579	[0,4269 ; 4,1689]
$\tilde{\beta}_A$	Asientos	1,398	[0,4201 ; 3,4785]
$\tilde{\beta}_I$	Información Adicional	0,607	[0,0696 ; 2,3629]
$\tilde{\beta}_V$	Vereda Accesible	1,968	[0,3016 ; 6,8979]
$\tilde{\beta}_{TV}$	Tiempo de viaje	-0,283	[-1,6437 ; -0,0070]

Fuente: Elaboración propia

Al revisar los parámetros obtenidos en este modelo, se observa que todos resultaron ser significativos al 95 % lo que muestra que las variables encuestadas fueron de importancia. Además, se cumple con los signos esperados en cada variable, donde aquellas que corresponden a mejoras en accesibilidad universal son positivas mientras que el tiempo de viaje es negativo. Entonces los encuestados muestran preferencias por aquellos paraderos que tienen niveles de accesibilidad mayores a la situación base.

Debido a que todas las variables de los elementos de accesibilidad universal son mudas, se puede ordenar de manera decreciente de acuerdo a la valoración que le entregan los encuestados. El elemento más importante nuevamente corresponde al paradero accesible, seguido por la accesibilidad de la vereda, que anteriormente estaba en la tercera posición. A continuación se encuentra la existencia de una barra de apoyo isquiático en el paradero, seguido por la disponibilidad de asientos en el paradero, y se concluye con la información adicional con un parámetro bastante menor al resto de los elementos analizados.

Ahora bien, dada la variación sistemática de los gustos, es posible generar parámetros distintos de acuerdo a las características de cada usuario. En el caso del género, los hombres

valoran menos la disponibilidad de información adicional en el paradero en comparación a las mujeres, analizando los resultados obtenidos en la muestra completa.

En cuanto a la zona, existen diferencias significativas en la valoración del paradero accesible tanto en las ciudades del norte y sur del país, cuyos parámetros son menores que los de la Región Metropolitana. Algo similar ocurre con la vereda accesible, donde los parámetros obtenidos en la zona norte y zona sur son negativos, lo que implica que todas las ciudades fuera de la Región Metropolitana disponibles en la muestra, valoran menos este elemento de accesibilidad universal.

En la tabla 5.7 se presentan la comparación de los parámetros de los elementos de accesibilidad universal para las distintas zonas del país. Es importante destacar que en los casos que no existía una diferencia significativa en la valoración del atributo dada la ubicación del encuestado, los parámetros son iguales para personas en la Región Metropolitana, zona norte y zona sur. Al analizar los parámetros obtenidos, es posible ver que los encuestados de Antofagasta y Coquimbo, valoran menos la accesibilidad del paradero y la vereda accesible que las personas de Talca, Temuco y Puerto Montt. Lo cual puede tener una justificación dada la diferencia geográfica y climática de las ciudades analizadas.

Tabla 5.7. Comparación de parámetros - Zona del país

<b>Elemento</b>	<b>Región Metropolitana</b>	<b>Zona Norte</b>	<b>Zona Sur</b>
Paradero Accesible	2,779	1,997	2,311
Barra de Apoyo Isquiático	1,579	1,579	1,579
Asientos	1,398	1,398	1,398
Información Adicional	0,607	0,607	0,607
Vereda Accesible	1,968	1,429	1,587

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, al analizar las personas con alguna dificultad física, ellas valoran la existencia de elementos de apoyo en el paradero, pero no hay una diferencia significativa al estimar un parámetro distinto para la barra de apoyo isquiático y el asiento, por esta razón se estimó solo un parámetro para ambos elementos. En la tabla 5.8 se presentan la comparación de los parámetros de los elementos de accesibilidad universal para personas con

y sin dificultad física. Es importante destacar que en los casos que no existía una diferencia significativa en la valoración del atributo dada la dificultad física, los parámetros son iguales para personas con y sin dificultad.

Tabla 5.8. Comparación de parámetros - Dificultad Física

<b>Elemento</b>	<b>Sin Dificultad Física</b>	<b>Con Dificultad Física</b>
Paradero Accesible	2,779	2,779
Barra de Apoyo Isquiático	1,579	1,854
Asientos	1,398	1,673
Información Adicional	0,607	0,607
Vereda Accesible	1,968	1,968

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, los usuarios que tardan mayor tiempo en acceder al paradero valoran positivamente la existencia de una barra de apoyo isquiático y que la vereda sea accesible, tal como se muestra en la tabla 5.9.

Tabla 5.9. Comparación de parámetros - Tiempo de Acceso

<b>Elemento</b>	<b>Bajo Tiempo de Acceso</b>	<b>Alto Tiempo de Acceso</b>
Paradero Accesible	2,779	2,779
Barra de Apoyo Isquiático	1,579	1,889
Asientos	1,398	1,398
Información Adicional	0,607	0,607
Vereda Accesible	1,968	2,270

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, es posible plantear una mayor diferencia en la valorización de los elementos debido a las características de los usuarios, esta se genera sumando los correspondientes parámetros estimados en el modelo. Un detalle de los parámetros de la variación sistemática completa se presenta en la Tabla 5.10.

Tabla 5.10. Comparación de parámetros - VSG Completo

Zona	Género	Dificultad	TACC	Paradero Accesible	Apoyo Isquiático	Asientos	Información	Vereda Accesible
RM	Mujer	No	Bajo	2,779	1,579	1,398	0,607	1,968
		No	Alto	2,779	1,889	1,398	0,607	2,27
		Sí	Bajo	2,779	1,854	1,673	0,607	1,968
		Sí	Alto	2,779	2,164	1,673	0,607	2,27
	Hombre	No	Bajo	2,779	1,579	1,398	0,444	1,968
		No	Alto	2,779	1,889	1,398	0,444	2,27
		Sí	Bajo	2,779	1,854	1,673	0,444	1,968
		Sí	Alto	2,779	2,164	1,673	0,444	2,27
Norte	Mujer	No	Bajo	1,997	1,579	1,398	0,607	1,429
		No	Alto	1,997	1,889	1,398	0,607	1,731
		Sí	Bajo	1,997	1,854	1,673	0,607	1,429
		Sí	Alto	1,997	2,164	1,673	0,607	1,731
	Hombre	No	Bajo	1,997	1,579	1,398	0,444	1,429
		No	Alto	1,997	1,889	1,398	0,444	1,731
		Sí	Bajo	1,997	1,854	1,673	0,444	1,429
		Sí	Alto	1,997	2,164	1,673	0,444	1,731
Sur	Mujer	No	Bajo	2,311	1,579	1,398	0,607	1,587
		No	Alto	2,311	1,889	1,398	0,607	1,889
		Sí	Bajo	2,311	1,854	1,673	0,607	1,587
		Sí	Alto	2,311	2,164	1,673	0,607	1,889
	Hombre	No	Bajo	2,311	1,579	1,398	0,444	1,587
		No	Alto	2,311	1,889	1,398	0,444	1,889
		Sí	Bajo	2,311	1,854	1,673	0,444	1,587
		Sí	Alto	2,311	2,164	1,673	0,444	1,889

Fuente: Elaboración propia

Al revisar los parámetros obtenidos en este modelo completo, es posible ver que existen ciertos patrones, de acuerdo al elemento de accesibilidad universal analizado:

- **Paradero Accesible:** No existen diferencias por género, dificultad o tiempo de acceso, solo es estadísticamente significativa la zona a la que pertenece la muestra. El parámetro más alto lo tiene la Región Metropolitana, seguido por la zona sur (Talca, Temuco y Puerto Montt) y por último la zona norte (Antofagasta y La Serena).
- **Barra de Apoyo Isquiático:** No existen diferencias por zona o género, pero son estadísticamente distintos los parámetros obtenidos dada la dificultad física y el tiempo de acceso. El parámetro más alto para este elemento lo tienen las personas con dificultad física y con tiempo de acceso alto, seguido por las personas sin dificultad física y con tiempo de acceso bajo. Luego, las personas con dificultad física y con tiempo de acceso bajo, y por último aquellos sin dificultad y con tiempo de acceso bajo. Al analizar la variación de estos dos parámetros en su conjunto, es posible ver que es más relevante el tiempo de acceso y por eso genera un mayor valor.
- **Asientos:** No existen diferencias por zona, género o tiempo de acceso, por lo tanto solo hay dos parámetros dentro de todo el modelo, que varía dada la dificultad física del encuestado. Al existir esta dificultad, el parámetro calculado es mucho mayor que si no existiera.
- **Información:** No existen diferencias por zona, dificultad o tiempo de acceso, por lo tanto solo existen dos parámetros dentro del modelo, de acuerdo al género del encuestado. Para las mujeres es más importante la existencia de información adicional en el paradero, que para los hombres.
- **Vereda Accesible:** Finalmente para este elemento, no existen diferencias por dificultad ni por género. Son estadísticamente significativos los parámetros que diferencian por tiempo de acceso y zona de la muestra, donde los parámetros más altos están en la Región Metropolitana, seguido por la zona sur y por último la

zona norte. Donde a mayor tiempo de acceso, mayor es el parámetro estimado, tal como se observa en la tabla 5.10.

### **5.1.3. Modelo con Variables Latentes**

Como el foco de esta investigación era incluir el altruismo de los encuestados en la valoración de los elementos de accesibilidad universal, se desarrolló un modelo con variables latentes, dado que muchas de las decisiones que toman los individuos están guiadas por atributos que no son fácilmente observables.

Además, como se explicó en la Sección 3.2.3, existen dos formas de estimar un modelo con variables latentes: estimación completa y estimación secuencial. Dado que esta segunda opción no asegura estimadores insesgados, se prefirió estimar el modelo de la elección y la variable latente de forma conjunta.

Para generar los indicadores a utilizar en el cálculo de la variable latente, a cada encuestado se le pidió responder qué tan de acuerdo estaba a 10 afirmaciones que abordaban distintas temáticas, durante la sección “Preguntas de actitud” de la encuesta. El detalle de las preguntas realizadas se presentan en la tabla 5.11, donde cada encuestado responde con una escala de cinco niveles: Muy en desacuerdo, En desacuerdo, Neutro, De acuerdo y Muy de acuerdo.

Se planteó un análisis factorial, que mostró que solo era necesario estimar una variable latente “Altruismo” para caracterizar la varianza de las afirmaciones obtenidas, esta variable latente estaba compuesta por las preguntas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 y 9, que en adelante serán llamados indicadores. Un mayor detalle del resultado del análisis factorial se presenta en el Anexo D.

Tabla 5.11. Preguntas de actitud

Nº	Pregunta
1	Participo en voluntariados porque es importante para mí.
2	Dono sangre.
3	Reciclo la basura porque es una acción importante para mí.
4	Ayudo monetariamente a quienes lo necesitan.
5	Soy voluntario en caso de ocurrir un desastre natural.
6	Ofrezco mi ayuda si una persona con discapacidad visual o un adulto mayor requiere apoyo para cruzar una calle.
7	Utilizo los asientos o espacios preferenciales sólo cuando nadie los necesita.
8	Ofrezco mi ayuda si me encuentro con una persona con coche de bebé que presenta dificultades.
9	Si uso el ascensor preferencial, le doy preferencia a personas que lo necesitan más que yo.
10	Estoy dispuesto a experimentar un aumento en mis costos de transporte para que el sistema de transporte público sea adecuado y accesible para todos.

Fuente: Elaboración propia

Luego, se decidió modelar la elección del indicador mediante un modelo logit ordinal, considerando que los indicadores se presentaron como alternativas ordenadas. El modelo logit ordinal para este caso específico considera que existe una variable latente  $\eta_q$  que explica la elección del indicador  $y_{pq}$  que toma valores entre el 1 y el 5. De esta manera, el proceso de elección del indicador sigue la Ecuación 5.4, donde los parámetros  $\tau_k$  se estiman maximizando la verosimilitud del modelo.

Para darle mayor libertad al modelo, los  $\tau_k$  son distintos para cada indicador y se construyen estimando  $\tau_1$  y sumando un delta también estimado para cada indicador para calcular los restantes  $\tau_k$ , de la siguiente forma:  $\tau_2 = \tau_1 + \delta_1$ ,  $\tau_3 = \tau_2 + \delta_2$  y  $\tau_4 = \tau_3 + \delta_3$ .

$$y_{pq} = \begin{cases} 1 & \text{si } \eta_q \leq \tau_1 \\ 2 & \text{si } \tau_1 < \eta_q \leq \tau_2 \\ 3 & \text{si } \tau_2 < \eta_q \leq \tau_3 \\ 4 & \text{si } \tau_3 < \eta_q \leq \tau_4 \\ 5 & \text{si } \eta_q > \tau_4 \end{cases} \quad (5.4)$$

De esta forma, la probabilidad de que un individuo elija el indicador  $y_q = k$  dada la variable latente  $\eta_q$  queda como se muestra en la Ecuación 5.5, donde F es la función de distribución de probabilidad logística y f es la función de la variable latente para cada indicador, definida del siguiente manera:  $f(\eta_q) = \lambda \cdot \eta_q$ .

$$P(y_q = k | \eta_q) = \begin{cases} 1 - F(f(\eta_q) - \tau_k) & \text{si } k = 1 \\ F(f(\eta_q) - \tau_{k-1}) - F(f(\eta_q) - \tau_k) & k \in [2, 3] \\ F(f(\eta_q) - \tau_{k-1}) & \text{si } k = 4 \end{cases} \quad (5.5)$$

La ecuación estructural que se consideró para el modelo de variable latente fue lineal, tal como se muestra en la Ecuación 5.6, utilizando los atributos que se definen en la Tabla 5.32. Es importante destacar que el elemento esencial de la estimación conjunta es que se considera que las variables latentes tienen un componente aleatorio, que se reconoce en el cálculo de la verosimilitud. En este caso, para cada variable latente se simuló una variable aleatoria Normal estándar ( $\omega_q$ ), multiplicada por los parámetros  $\sigma_{\omega_q}$  que representan la desviación estándar de este error para cada variable latente.

$$\eta_q = \alpha_E \cdot E_i + \alpha_M \cdot M_i + \alpha_R \cdot R_i + \sigma_{\omega_q} \cdot \omega_q \quad (5.6)$$

Tabla 5.12. Definición de Variables Ecuación Estructural

Variable	Nombre	Tipo
$E_i$	Edad	Continua
$M_i$	Género: Masculino	Muda
$R_i$	Regiones	Muda

Fuente: Elaboración propia

La estructura del modelo MIMIC utilizado para la definición de la variable latente, según la metodología revisada en la sección 3.2.3, se presenta en la figura 5.1.

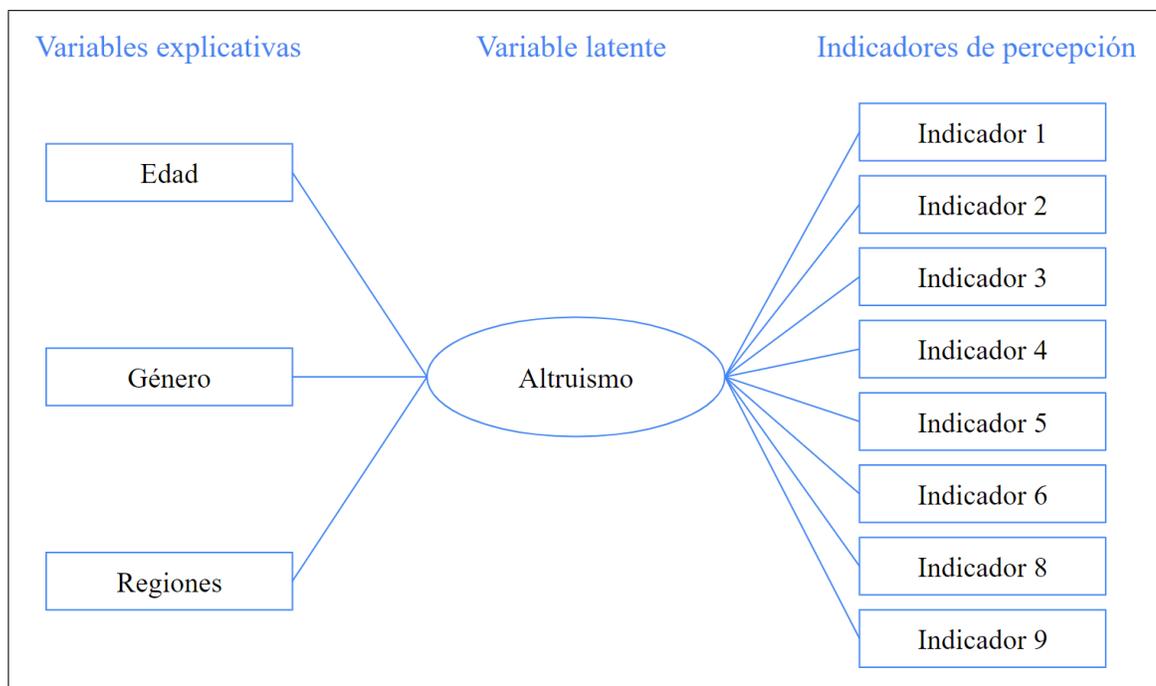


Figura 5.1. Estructura Modelo MIMIC

Luego, se estimó un modelo de elección, incluyendo los elementos de accesibilidad universal y la variación sistemática de los gustos, donde en este último grupo se incluye la variable latente según la ecuación 5.7. En este modelo los elementos de accesibilidad universal y el tiempo de viaje también varían con distribución log-normal. Finalmente, la definición de las variables se presentan en la tabla 5.13.

Tabla 5.13. Definición de Variables Modelo de Elección

Variable	Nombre	Tipo	Descripción
$ASC_A$	Constante Específica	Muda	Constante específica de la alternativa de la izquierda
$P_i$	Paradero Accesible	Muda	Nivel de accesibilidad del paradero
$B_i$	Barra de Apoyo Isquiático	Muda	Elemento de apoyo y descanso
$A_i$	Asientos	Muda	Elemento de apoyo y descanso
$I_i$	Información Adicional	Muda	Nivel de información en el paradero
$V_i$	Vereda Accesible	Muda	Nivel de accesibilidad de la vereda
$TV_i$	Tiempo de viaje	Continua	Tiempo de viaje de la alternativa, que varía por zona y ejercicio de elección
$N_n$	Zona Norte	Muda	Muestra pertenece a Antofagasta o Coquimbo
$S_n$	Zona Sur	Muda	Muestra pertenece a Talca, Temuco o Puerto Montt
$TA_n$	Tiempo de Acceso	Muda	Tiempo de acceso al transporte público es mayor a 10 minutos
$M_n$	Hombre	Muda	Género es masculino
$Wh_n$	Dificultad Física	Muda	Usuario tiene puntaje en WHODAS funcional mayor a 12 puntos o tiene más de 60 años
$\eta_q$	Altruismo	Continua	Variable latente del modelo

Fuente: Elaboración propia

$$\begin{aligned}
U_{in} = & \beta_0 \cdot ASC_A + (\tilde{\beta}_V + \beta_V^N \cdot N_n + \beta_V^S \cdot S_n + \beta_V^T \cdot TA_n) \cdot V_i + (\tilde{\beta}_P + \beta_P^N \cdot N_n + \beta_P^S \cdot S_n) \cdot P_i + \\
& (\tilde{\beta}_I + \beta_I^M \cdot M_n + \beta_I^A \cdot \eta_q) \cdot I_i + (\tilde{\beta}_A + \beta_A^W \cdot Wh_n + \beta_A^A \cdot \eta_q) \cdot A_i + \\
& (\tilde{\beta}_B + \beta_B^W \cdot Wh_n + \beta_B^T \cdot TA_n + \beta_B^A \cdot \eta_q) \cdot B_i + \tilde{\beta}_{TV} \cdot TV_i + \epsilon_{in}
\end{aligned}
\tag{5.7}$$

Los resultados de este modelo se presentarán en dos tablas, separando el modelo de la variable latente y el modelo de elección. Hay que destacar que la log-verosimilitud de los modelos con variables latentes estimados de manera conjunta no son comparables con los modelos logit mixto presentados previamente.

Tabla 5.14. Modelo con Variable Latente - Resultados Modelo Variable Latente

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Test-t</b>
$\alpha_E$	Edad	-0,00438	-1,92 (*)
$\alpha_M$	Género: Masculino	0,22	2,98
$\alpha_R$	Regiones	-0,207	-2,83
$\sigma_{\omega_q}$	Error variable latente	1,33	17,3
$\lambda_{A1}$	Parámetro: Indicador 1	0 (fija)	-
$\tau_{1;A1}$	Umbral Inicial: Indicador 1	-3,48	-20,4
$\delta_{1;A1}$	Distancia 1: Indicador 1	1,43	12,6
$\delta_{2;A1}$	Distancia 2: Indicador 1	2,58	27,7
$\delta_{3;A1}$	Distancia 3: Indicador 1	2,38	23,2
$\lambda_{A2}$	Parámetro: Indicador 2	-0,773	-12,2
$\tau_{1;A2}$	Umbral Inicial: Indicador 2	-3,00	-21,3
$\delta_{1;A2}$	Distancia 1: Indicador 2	0,866	10,3
$\delta_{2;A2}$	Distancia 2: Indicador 2	1,24	17,7
$\delta_{3;A2}$	Distancia 3: Indicador 2	2,02	27,6
$\lambda_{A3}$	Parámetro: Indicador 3	-1,07	-13,0
$\tau_{1;A3}$	Umbral Inicial: Indicador 3	-5,05	-18,3
$\delta_{1;A3}$	Distancia 1: Indicador 3	1,07	5,33
$\delta_{2;A3}$	Distancia 2: Indicador 3	2,23	14,8
$\delta_{3;A3}$	Distancia 3: Indicador 3	2,44	27,1
$\lambda_{A4}$	Parámetro: Indicador 4	-0,96	-13,2
$\tau_{1;A4}$	Umbral Inicial: Indicador 4	-4,27	-20,2
$\delta_{1;A4}$	Distancia 1: Indicador 4	1,19	7,86
$\delta_{2;A4}$	Distancia 2: Indicador 4	2,4	21,3
$\delta_{3;A4}$	Distancia 3: Indicador 4	2,61	28,4
$\lambda_{A5}$	Parámetro: Indicador 5	-1,39	-14,1
$\tau_{1;A5}$	Umbral Inicial: Indicador 5	-5,08	-18,5

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Test-t</b>
$\delta_{1;A5}$	Distancia 1: Indicador 5	1,36	7,21
$\delta_{2;A5}$	Distancia 2: Indicador 5	2,38	17,9
$\delta_{3;A5}$	Distancia 3: Indicador 5	2,67	26,0
$\lambda_{A6}$	Parámetro: Indicador 6	-2,03	-12,1
$\tau_{1;A6}$	Umbral Inicial: Indicador 6	-7,19	-15,4
$\delta_{1;A6}$	Distancia 1: Indicador 6	1,24	4,11
$\delta_{2;A6}$	Distancia 2: Indicador 6	2,28	9,89
$\delta_{3;A6}$	Distancia 3: Indicador 6	3,81	21,7
$\lambda_{A8}$	Parámetro: Indicador 8	-2,0	-11,5
$\tau_{1;A8}$	Umbral Inicial: Indicador 8	-6,76	-15,8
$\delta_{1;A8}$	Distancia 1: Indicador 8	0,681	3,09
$\delta_{2;A8}$	Distancia 2: Indicador 8	2,67	10,7
$\delta_{3;A8}$	Distancia 3: Indicador 8	3,68	21,6
$\lambda_{A9}$	Parámetro: Indicador 9	-1,65	-11,9
$\tau_{1;A9}$	Umbral Inicial: Indicador 9	-5,57	-17,1
$\delta_{1;A9}$	Distancia 1: Indicador 9	0,902	5,06
$\delta_{2;A9}$	Distancia 2: Indicador 9	1,02	7,61
$\delta_{3;A9}$	Distancia 3: Indicador 9	3,01	20,6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.15. Modelo con Variable Latente - Resultados Modelo de Elección

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Test-t</b>
$\beta_0$	Constante Específica (izquierda)	0,441	3,4
$\mu_P$	Paradero Accesible	0,869	16,0
$\sigma_P$	Paradero Accesible (desv. estándar)	0,474	13,0
$\beta_P^N$	Paradero Accesible: Zona Norte	-0,794	-5,95
$\beta_P^S$	Paradero Accesible: Zona Sur	-0,456	-3,84
$\mu_B$	Barra de Apoyo Isquiático	0,191	1,93 (*)
$\sigma_B$	Barra de Apoyo Isquiático (desv. estándar)	0,618	8,64
$\beta_A^W$	Elementos de Apoyo: Dificultad Física	0,252	3,06
$\beta_B^T$	Barra de Apoyo Isquiático: Tiempo de Acceso	0,356	2,41
$\beta_B^A$	Barra de Apoyo Isquiático: Altruismo	-0,0981	-1,85 (*)
$\mu_A$	Asientos	0,14	1,86 (*)
$\sigma_A$	Asientos (desv. estándar)	0,495	6,86
$\beta_A^W$	Elementos de Apoyo: Dificultad Física	0,252	3,06
$\beta_A^A$	Asientos: Altruismo	-0,0946	-2,2
$\mu_I$	Información Adicional	-1,06	-5,02
$\sigma_I$	Información Adicional (desv. estándar)	1,00	7,81
$\beta_I^M$	Información Adicional: Hombre	-0,165	-2,11
$\beta_I^A$	Información Adicional: Altruismo	-0,109	-2,71
$\mu_V$	Vereda Accesible	0,30	3,85
$\sigma_V$	Vereda Accesible (desv. estándar)	0,782	13,7
$\beta_V^N$	Vereda Accesible: Zona Norte	-0,506	-4,11
$\beta_V^S$	Vereda Accesible: Zona Sur	-0,308	-2,87
$\beta_V^T$	Vereda Accesible: Tiempo de Acceso	0,334	2,78
$\mu_{TV}$	Tiempo de viaje	-2,46	-11,5
$\sigma_{TV}$	Tiempo de viaje (desv. estándar)	1,58	7,78
<b>log-verosimilitud</b>		<b>-19.621,68</b>	

Fuente: Elaboración propia

Nuevamente los parámetros de los elementos de accesibilidad universal y el tiempo de viaje varían de manera aleatoria con distribución log-normal, en el modelo se estimó la media y la desviación estándar para cada uno de ellos. Así, para obtener un solo parámetro, se utiliza nuevamente la ecuación 5.2.

El intervalo de confianza presentado en la Tabla 5.16, se construyó con los percentiles 2,5 y 97,5 luego de generar 10.000.000 de instancias de cada uno de los elementos de accesibilidad universal y el tiempo de viaje, dados los distintos parámetros para sus distribuciones log-normales.

Tabla 5.16. Parámetros Modelo con Variable Latente

<b>Parámetro</b>	<b>Nombre</b>	<b>Valor</b>	<b>Intervalo de Confianza</b>
$\beta_0$	Constante Específica (izquierda)	0,441	-
$\tilde{\beta}_P$	Paradero Accesible	2,668	[0,9414 ; 6,0354]
$\tilde{\beta}_B$	Barra de Apoyo Isquiático	1,465	[0,3605 ; 4,0643]
$\tilde{\beta}_A$	Asientos	1,300	[0,4361 ; 3,0364]
$\tilde{\beta}_I$	Información Adicional	0,571	[0,0489 ; 2,4601]
$\tilde{\beta}_V$	Vereda Accesible	1,833	[0,2913 ; 6,2455]
$\tilde{\beta}_{TV}$	Tiempo de viaje	-0,298	[-1,8909 ; -0,0038]

Fuente: Elaboración propia

Debido a que los parámetros de cada uno de los indicadores calculados en la estimación de la variable latente y los parámetros asociados al altruismo en el modelo de elección tienen signo negativo, el modelo estimado finalmente representa el “Egoísmo” de los encuestados. A pesar de este descubrimiento, luego de la estimación del modelo con variables latentes se pueden analizar los resultados y hacer una comparación entre las personas altruistas y egoístas.

En primer lugar, los adultos mayores están más dispuestos a ayudar a otros, dado que su parámetro aumenta de forma lineal con la edad, lo que puede estar relacionado con que tienen más tiempo libre y están más atentos a preocuparse por la persona que está al lado. Las personas más jóvenes, por el contrario son más egoístas y están menos dispuestas a ayudar a los demás, lo que puede estar relacionado con que su tiempo es más acotado.

Algo similar ocurre con las mujeres, es estadísticamente significativo que sean más altruistas que los hombres, los que según los resultados del modelo son egoístas al momento de ayudar al prójimo. Esto, puede tener relación con características propias de las mujeres como ser más sensibles, receptivas y estar constantemente atentas a otras señales poco evidentes.

Además, dada la zona del país a la que pertenecen los encuestados, aquellos que viven tanto en la zona norte como en la zona sur del país son más altruistas que los de la Región Metropolitana, que son más egoístas. Lo que puede tener como causa, que las personas de la Región Metropolitana tienen menos tiempo y están más estresadas por las largas distancias que recorren, en comparación con las personas de regiones que no sienten tanto estrés al utilizar el transporte público y que además están pendientes del resto de las personas.

Ahora bien, es posible analizar los parámetros obtenidos en el modelo de elección, donde en el caso base está compuesto por mujeres, sin dificultad física, de la Región Metropolitana y con tiempo de acceso bajo. El elemento más valorizado corresponde al paradero accesible, seguido por la vereda accesible. Bastante cercanos son los parámetros de apoyo isquiático y asientos, y muy por debajo se encuentra la información adicional. A continuación se presenta una tabla que compara los parámetros de los elementos de accesibilidad universal obtenidos con el modelo logit mixto y con el modelo con variables latentes.

Tabla 5.17. Comparación de Parámetros entre Modelos con VSG

<b>Parámetro</b>	<b>Nombre</b>	<b>Logit Mixto</b>	<b>Variables Latentes</b>
$\beta_0$	Constante Específica (izquierda)	0,328	0,441
$\beta_P$	Paradero Accesible	2,779	2,668
$\beta_B$	Barra de Apoyo Isquiático	1,579	1,465
$\beta_A$	Asientos	1,398	1,300
$\beta_I$	Información Adicional	0,607	0,571
$\beta_V$	Vereda Accesible	1,968	1,833
$\beta_{TV}$	Tiempo de viaje	-0,283	-0,298

Fuente: Elaboración propia

Es posible ver que todos los parámetros del modelo con variables latentes son más pequeños que los estimados con el logit mixto (considerando que el valor de la tabla corresponde al valor esperado de cada parámetro, dada su distribución log-normal), sin embargo, el orden de importancia para los encuestados dada la valorización de los elementos se mantiene idéntica.

En el caso de la variación sistemática del modelo con variables latentes, al analizar la zona del país al que pertenece la muestra, en la zona norte y sur valoran menos el paradero y la vereda accesible que en la Región Metropolitana, lo que puede tener relación con que sus viajes son menores que los que ocurren en el Gran Santiago. Luego, al revisar el tiempo de acceso, si este aumenta genera que las personas valoren más la barra de apoyo isquiático y la vereda accesible, lo que es consistente con lo esperado.

Además, aquellas personas que tienen una mayor dificultad física, dada su edad o lo expresado en el WHODAS funcional, valoran positivamente la existencia de elementos de apoyo y descanso, pero no definiendo un parámetro distinto entre asientos y barra de apoyo isquiático. Finalmente, es posible distinguir una valoración distinta de la información adicional en el paradero, debido al género del encuestado.

## **5.2. Valorización de atributos**

Por otro lado, se calculó la valorización de los elementos de accesibilidad universal analizados considerando los resultados de ambos modelos estimados previamente, donde se calculó la tasa de sustitución en minutos, que representa cuanto tiempo adicional al tiempo de viaje actual están dispuestos a demorarse los usuarios por la presencia de los elementos de accesibilidad universal. Posteriormente, con el fin de monetizar este tiempo adicional, se utilizó el tiempo de viaje urbano de \$2,327 por hora (MDSF, 2020).

### 5.2.1. Modelo Base

Este modelo, solo considera los elementos de accesibilidad universal y no presenta una diferencia dadas las características de los usuarios. Dado que el modelo corresponde a un logit mixto con coeficientes aleatorios, se calculará la valorización de cada elemento dado el valor esperado de cada parámetro (presentado en la sección 5.1.1), el promedio obtenido luego de la generación de 10.000.000 de instancias para cada elemento de accesibilidad universal y el intervalo de confianza del 95 % para las instancias generadas.

Tabla 5.18. Tasa de Sustitución - Modelo ML Base

<b>Elemento</b>	<b>Valorización [min]</b>	<b>Promedio [min]</b>	<b>Intervalo de confianza</b>
Paradero Accesible	8,25	59,04	[1,838 ; 329,373]
Barra de Apoyo Isquiático	5,72	38,50	[1,338 ; 210,302]
Asientos	4,91	36,31	[1,160 ; 201,429]
Información Adicional	1,76	12,83	[0,180 ; 80,7723]
Vereda Accesible	6,04	40,59	[0,852 ; 242,479]

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.19. Valorización Elementos - Modelo ML Base

<b>Elemento</b>	<b>Valorización [\$]</b>	<b>Promedio [\$]</b>	<b>Intervalo de confianza</b>
Paradero Accesible	320	2.290	[71 ; 12.774]
Barra de Apoyo Isquiático	222	1.493	[52 ; 8.156]
Asientos	190	1.408	[45 ; 7.812]
Información Adicional	68	498	[7 ; 3.133]
Vereda Accesible	234	1.574	[33 ; 9.404]

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos para la primera columna de la tabla 5.18 van desde 1,76 a 8,25 minutos, los cuales generan valores sociales del tiempo entre 68 y 320 pesos, valores que son consistentes con lo esperado.

El promedio de instancias es mayor en comparación con el obtenido con el valor esperado de la distribución, debido a que cada una de las instancias generan parámetros que siguen la distribución log-normal y como varía tanto el numerador como el denominador,

aumenta considerablemente su valor. Cabe destacar también que el promedio no es constante, dado que se actualiza cada vez que se generan las instancias, por lo que se prefiere el valor esperado para cada elemento de accesibilidad universal, pero siempre recordando que proviene de una distribución log-normal con  $\mu$  y  $\sigma$  estimados.

### 5.2.2. Modelo con consideración de heterogeneidad de los usuarios

A continuación se presenta el modelo que presenta variación sistemática de los gustos, dadas las características: zona del país, dificultad física, tiempo de acceso y género. En primer lugar se calcula la tasa de sustitución y la valorización de los elementos para los parámetros de la situación base de la variación sistemática, es decir, los parámetros para la Región Metropolitana, mujeres, sin dificultad física y con tiempo de acceso bajo. En la tabla 5.20 también se calcula el parámetro obtenido como promedio de las 10.000.000 instancias y su respectivo intervalo de confianza.

Tabla 5.20. Tasa de Sustitución - Modelo VSG Base

<b>Elemento</b>	<b>Valorización [min]</b>	<b>Promedio [min]</b>	<b>Intervalo de confianza</b>
Paradero Accesible	9,82	46,36	[2,232 ; 234,569]
Barra de Apoyo Isquiático	5,58	23,89	[1,3177 ; 116,810]
Asientos	4,94	21,37	[1,221 ; 103,603]
Información Adicional	2,14	10,11	[0,240 ; 59,1476]
Vereda Accesible	6,95	31,82	[1,019 ; 176,254]

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.21. Valorización Elementos - Modelo VSG Base

<b>Elemento</b>	<b>Valorización [\$]</b>	<b>Promedio [\$]</b>	<b>Intervalo de confianza</b>
Paradero Accesible	381	1.798	[87 ; 9.097]
Barra de Apoyo Isquiático	216	925	[51 ; 4.530]
Asientos	192	829	[47 ; 4.018]
Información Adicional	83	392	[9 ; 2.294]
Vereda Accesible	270	1.234	[40 ; 6.836]

Fuente: Elaboración propia

En este modelo, los valores base obtenidos para la primera columna de la tabla 5.20 van desde 2,14 a 9,82 minutos, los cuales generan valores sociales del tiempo entre 83 y 381

pesos, que a pesar de ser mayores a los calculados anteriormente, son consistentes con lo esperado. Nuevamente el promedio de instancias es mayor en comparación con lo obtenido con el valor esperado de la distribución, debido a que se generan instancias tanto para el numerador como para el denominador, de acuerdo a la distribución log-normal.

Para calcular las tasas de sustitución y las valorizaciones presentadas en las siguientes tablas, se utilizaron los parámetros base dado el valor esperado de las distintas distribuciones log-normal. Al analizar los resultados obtenidos, es posible ver que en el caso del paradero accesible, las personas de la Región Metropolitana están dispuestas a transar en minutos un 39 % más que las personas de la zona norte y un 20 % más que los usuarios de la zona sur. Al comparar solo los valores entre zona norte y sur, estos últimos están dispuestos a aumentar su tiempo de viaje en cerca de un 16 % más que los usuarios de la zona norte.

Al revisar la valorización de la barra de apoyo isquiático, existen cuatro valores distintos, donde las personas con dificultad física y tiempo de acceso alto transan un 17 % más que aquellos con dificultad física y un tiempo de acceso bajo. Este porcentaje aumenta cerca de dos puntos porcentuales, al comparar las personas sin dificultad física pero con distintos tiempos de acceso. Es importante mencionar que el hecho de presentar una dificultad física se traduce en un aumento de 17 % para aquellos usuarios con tiempo de acceso bajo y un 15 % para tiempo de acceso alto.

En el caso de los asientos, las personas con dificultad física están dispuestos a aumentar su tiempo en cerca de un 20 % para que exista este elemento en el paradero, lo que es esperable dado que les genera una mayor comodidad al momento de usar los buses de transporte público. Luego, para que exista información adicional en el paradero las mujeres están dispuestas a transar un 36 % más de tiempo de viaje que los hombres.

Finalmente, la vereda accesible presenta valores distintos dado la zona del encuestado y el tiempo de acceso. Donde, las personas de la Región Metropolitana están dispuestas a transar más tiempo que los usuarios de la zona norte y zona sur, sin importar el tiempo de acceso analizado. Al revisar los tiempos de acceso, si este es mayor a 10 minutos, genera

que los usuarios prefieran transar más tiempo de viaje por la existencia de una vereda accesible que aquellos con un tiempo de acceso menor. Lo cual también es esperable dada la situación analizada y que existen claras diferencias entre la geografía y clima de las ciudades encuestadas.

En la tabla a continuación se presenta la cantidad de minutos extra que están dispuestos a transar los usuarios de la Región Metropolitana en comparación a las zona norte y sur, dada la diferencia del tiempo de acceso.

Tabla 5.22. Comparación Parámetros Vereda Accesible

<b>Zona</b>	<b>TACC Bajo</b>	<b>TACC Alto</b>
Norte	38 %	31 %
Sur	24 %	20 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.23. Tasa de Sustitución - Modelo VSG Completo

Zona	Género	Dificultad	TACC	Paradero Accesible	Apoyo Isquiático	Asientos	Información	Vereda Accesible
RM	Mujer	No	Bajo	9,82	5,58	4,94	2,14	6,95
		No	Alto	9,82	6,67	4,94	2,14	8,02
		Sí	Bajo	9,82	6,55	5,91	2,14	6,95
		Sí	Alto	9,82	7,65	5,91	2,14	8,02
	Hombre	No	Bajo	9,82	5,58	4,94	1,57	6,95
		No	Alto	9,82	6,67	4,94	1,57	8,02
		Sí	Bajo	9,82	6,55	5,91	1,57	6,95
		Sí	Alto	9,82	7,65	5,91	1,57	8,02
Norte	Mujer	No	Bajo	7,06	5,58	4,94	2,14	5,05
		No	Alto	7,06	6,67	4,94	2,14	6,12
		Sí	Bajo	7,06	6,55	5,91	2,14	5,05
		Sí	Alto	7,06	7,65	5,91	2,14	6,12
	Hombre	No	Bajo	7,06	5,58	4,94	1,57	5,05
		No	Alto	7,06	6,67	4,94	1,57	6,12
		Sí	Bajo	7,06	6,55	5,91	1,57	5,05
		Sí	Alto	7,06	7,65	5,91	1,57	6,12
Sur	Mujer	No	Bajo	8,17	5,58	4,94	2,14	5,61
		No	Alto	8,17	6,67	4,94	2,14	6,67
		Sí	Bajo	8,17	6,55	5,91	2,14	5,61
		Sí	Alto	8,17	7,65	5,91	2,14	6,67
	Hombre	No	Bajo	8,17	5,58	4,94	1,57	5,61
		No	Alto	8,17	6,67	4,94	1,57	6,67
		Sí	Bajo	8,17	6,55	5,91	1,57	5,61
		Sí	Alto	8,17	7,65	5,91	1,57	6,67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.24. Valorización Elementos - Modelo VSG Completo

Zona	Género	Dificultad	TACC	Paradero Accesible	Apoyo Isquiático	Asientos	Información	Vereda Accesible
RM	Mujer	No	Bajo	381	216	192	83	270
		No	Alto	381	259	192	83	311
		Sí	Bajo	381	254	229	83	270
		Sí	Alto	381	297	229	83	311
	Hombre	No	Bajo	381	216	192	61	270
		No	Alto	381	259	192	61	311
		Sí	Bajo	381	254	229	61	270
		Sí	Alto	381	297	229	61	311
Norte	Mujer	No	Bajo	274	216	192	83	196
		No	Alto	274	259	192	83	237
		Sí	Bajo	274	254	229	83	196
		Sí	Alto	274	297	229	83	237
	Hombre	No	Bajo	274	216	192	61	196
		No	Alto	274	259	192	61	237
		Sí	Bajo	274	254	229	61	196
		Sí	Alto	274	297	229	61	237
Sur	Mujer	No	Bajo	317	216	192	83	218
		No	Alto	317	259	192	83	259
		Sí	Bajo	317	254	229	83	218
		Sí	Alto	317	297	229	83	259
	Hombre	No	Bajo	317	216	192	61	218
		No	Alto	317	259	192	61	259
		Sí	Bajo	317	254	229	61	218
		Sí	Alto	317	297	229	61	259

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.3. Modelo con Variables Latentes

Dado que este modelo dentro de la variación sistemática de los gustos considera el altruismo (o egoísmo), zona del país, dificultad física, tiempo de acceso y género del encuestado, se calculará la tasa de sustitución y la valorización de los elementos para los parámetros de la situación base de la variación sistemática, es decir, los parámetros para la Región Metropolitana, mujeres, sin dificultad física, con tiempo de acceso bajo y sin considerar el altruismo. En la tabla 5.25 también se calcula el parámetro obtenido como promedio de las 10.000.000 instancias y su respectivo intervalo de confianza.

Tabla 5.25. Tasa de Sustitución - Modelo con Variable Latente

<b>Elemento</b>	<b>Valorización [min]</b>	<b>Promedio [min]</b>	<b>Intervalo de confianza</b>
Paradero Accesible	8,95	73,07	[1,8411 ; 423,880]
Barra de Apoyo Isquiático	4,92	33,70	[1,0728 ; 187,293]
Asientos	4,36	33,29	[0,9645 ; 188,367]
Información Adicional	1,92	14,53	[0,1774 ; 92,845]
Vereda Accesible	6,15	53,68	[0,7355 ; 339,419]

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.26. Valorización Elementos - Modelo con Variable Latente

<b>Elemento</b>	<b>Valorización [\$]</b>	<b>Promedio [\$]</b>	<b>Intervalo de confianza</b>
Paradero Accesible	347	2.834	[71 ; 16.439]
Barra de Apoyo Isquiático	191	1.307	[42 ; 7.264]
Asientos	169	1.291	[37 ; 7.306]
Información Adicional	74	564	[7 ; 3.601]
Vereda Accesible	239	2.082	[29 ; 13.164]

Fuente: Elaboración propia

En este modelo, los valores base obtenidos para la primera columna de la tabla 5.25 van desde 1,92 a 8,95 minutos, los cuales generan valores sociales del tiempo entre 74 y 347 pesos, que son consistentes con lo esperado. Nuevamente el promedio de instancias es mayor en comparación con lo obtenido con el valor esperado de la distribución, debido a que se generan instancias tanto para el numerador como para el denominador, de acuerdo a la distribución log-normal.

De manera consistente con lo analizado en la sección 5.2.2, utilizando los parámetros basado el valor esperado de las distintas distribuciones log-normal, se obtiene que en el caso del paradero accesible, las personas de la Región Metropolitana están dispuestas a transar en minutos un 30 % más que las personas de la zona norte y un 17 % más que los usuarios de la zona sur.

Al revisar la valorización de la barra de apoyo isquiático, aquellos que más valorizan este elemento son las personas con dificultad física y con un tiempo de acceso alto, que se traduce en un aumento del 42 % del tiempo de viaje respecto a aquellos sin dificultad física y con tiempo de acceso bajo.

En el caso de los asientos, las personas con dificultad física están dispuestos a aumentar su tiempo en cerca de un 19 % para que exista este elemento en el paradero, lo que es esperable dado que les genera una mayor comodidad al momento de usar los buses de transporte público. Luego, para que exista información adicional en el paradero las mujeres están dispuestas a transar un 29 % más de tiempo de viaje que los hombres.

Finalmente, la vereda accesible presenta valores distintos dado la zona del encuestado y el tiempo de acceso. Donde, las personas de la Región Metropolitana están dispuestas a transar más tiempo que los usuarios de la zona norte y zona sur, sin importar el tiempo de acceso analizado. Al revisar los tiempos de acceso, si este es mayor a 10 minutos, genera que los usuarios prefieran transar más tiempo de viaje por la existencia de una vereda accesible que aquellos con un tiempo de acceso menor.

Por otro lado, en la definición del modelo con variable latente, se presenta un componente aleatorio en la ecuación estructural, de manera que para calcular el parámetro de la variación sistemática de los gustos dado el egoísmo de la persona se tomarán en consideración tres valores de la distribución Normal con media cero y desviación estándar uno.

Dado el signo de los parámetros estimados en la ecuación estructural, es posible notar que una persona será más altruista si es mujer, de mayor edad y que vive en una ciudad fuera

de la Región Metropolitana. Al contrario, una persona será más egoísta si es hombre, de menor edad y vive en la Región Metropolitana.

De esta manera, cada variable latente corresponde al valor obtenido al reemplazar las características de la persona en la ecuación 5.6 con los parámetros presentados en la Tabla 5.1.3, la variable latente 1 (VL1) se calculó utilizando  $\omega_q = -0,67449$ , la variable latente 2 (VL2) se calculó utilizando  $\omega_q = 0$  y la variable latente 3 (VL3) se calculó utilizando  $\omega_q = 0,67449$ , estos valores corresponden a los cuartiles 1, 2 y 3 de la distribución normal y buscan representar un valor numérico para el modelo con variable latente.

Tabla 5.27. Casos analizados en el cálculo de la variable latente

<b>Caso</b>	<b>Descripción</b>	<b>VL1</b>	<b>VL2</b>	<b>VL3</b>
1	Mujer, 60 años, que vive fuera de la Región Metropolitana	-1,1304	-0,2333	0,6638
2	Hombre, 16 años, que vive en la Región Metropolitana	-0,685	0,2121	1,1092

Fuente: Elaboración propia

En base a la tabla 5.27 es posible analizar que existe una correlación entre el valor obtenido y el  $\omega_q$  utilizado, un mayor valor genera que el parámetro del egoísmo sea más grande y por ende modificará en una mayor medida al parámetro de accesibilidad universal analizado.

De esta manera, se calcularán los parámetros para el egoísmo relacionado con la barra de apoyo isquiático, los asientos y la información adicional para estas dos personas, que fueron los elementos de accesibilidad universal que presentaban parámetros significativos al 90 % en el modelo de elección. Así, dado los valores para cada caso presentados en la tabla 5.27 y los parámetros correspondientes a altruismo en la tabla 5.15, se obtiene lo siguiente:

Tabla 5.28. Valores relacionados con el egoísmo para el Caso 1

<b>Elemento</b>	<b>VL1</b>	<b>VL2</b>	<b>VL3</b>
Barra de Apoyo Isquiático	0,1109	0,0229	-0,0651
Asientos	0,1069	0,0221	-0,0628
Información Adicional	0,1232	0,0254	-0,0724

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.29. Valores relacionados con el egoísmo para el Caso 2

<b>Elemento</b>	<b>VL1</b>	<b>VL2</b>	<b>VL3</b>
Barra de Apoyo Isquiático	0,0672	-0,0208	-0,1088
Asientos	0,0648	-0,0201	-0,1049
Información Adicional	0,0747	-0,0231	-0,1209

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados de las tablas 5.28 y 5.29 es posible ver que las personas egoístas lo que menos valoran es la información adicional, seguido por la barra de apoyo isquiático y por último los asientos. En las tablas 5.30 y 5.31 para cada caso y variable latente, se presenta el cambio porcentual con respecto al elemento de accesibilidad universal.

Tabla 5.30. Variación respecto al parámetro de accesibilidad universal, Caso 1

<b>Elemento</b>	<b>VL1</b>	<b>VL2</b>	<b>VL3</b>
Barra de Apoyo Isquiático	7,57 %	1,56 %	-4,44 %
Asientos	8,22 %	1,70 %	-4,83 %
Información Adicional	21,58 %	4,45 %	-12,68 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.31. Variación respecto al parámetro de accesibilidad universal, Caso 2

<b>Elemento</b>	<b>VL1</b>	<b>VL2</b>	<b>VL3</b>
Barra de Apoyo Isquiático	4,59 %	-1,42 %	-7,43 %
Asientos	4,98 %	-1,55 %	-8,07 %
Información Adicional	13,08 %	-4,05 %	-21,17 %

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, si comparamos la valorización de los elementos hecha por la persona altruista (caso 1) y la persona egoísta (caso 2), existe una variación del 2,98 % para la barra de apoyo isquiático, un 3,25 % para los asientos y un 8,49 % para la información adicional, donde la persona altruista valora más cada uno de los elementos analizados, considerando que la diferencia entre la persona altruista y egoísta se mantiene constante, dado que si varía  $\omega_q$  lo hace para ambos. Al calcular la tasa marginal de sustitución y el valor social del tiempo de la variación entre la persona altruista y la egoísta, hay una diferencia en sus valoraciones, aunque pequeña.

Tabla 5.32. Comparación de la valoración entre persona egoísta y altruista

<b>Elemento</b>	<b>Valorización [min]</b>	<b>Valorización [\$]</b>
Barra de Apoyo Isquiático	0,147	5,7
Asientos	0,141	5,5
Información Adicional	0,163	6,3

Fuente: Elaboración propia

Es importante destacar que en este modelo además de la disminución de los parámetros de los elementos de accesibilidad estudiados, aumenta la constante específica, lo que implica que pueden existir otras razones por las cuales las personas eligen la alternativa A que actualmente no se están midiendo con los parámetros planteados en la ecuación 5.7.

## **CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES**

En esta investigación se valorizaron cuatro elementos de accesibilidad universal en el contexto del sistema de transporte urbano en Chile, definidos por la accesibilidad en el paradero, puntos de apoyo y descanso: barra de apoyo isquiático y asientos, información adicional en el paradero y accesibilidad de la vereda. Luego, se incluyó en la modelación una componente altruista que buscaba caracterizar de mejor manera a las personas y su disposición al pago por los elementos de accesibilidad antes mencionados.

En el análisis se utilizaron 1.623 encuestas válidas, distribuidas entre dos ciudades del norte (Antofagasta y Coquimbo), la Región Metropolitana y tres ciudades del sur del país (Talca, Temuco y Puerto Montt). Con estos datos, se estimaron tres Modelos Logit Mixto con coeficientes aleatorios, dado que se consideró el efecto panel existente debido a la correlación entre las respuestas de un mismo individuo.

El primer modelo estimado es el más simple, ya que solo incluye los atributos de las alternativas, correspondiente al nivel de accesibilidad disponible en el paradero. Los resultados obtenidos fueron significativos y permitieron calcular cuantos minutos están dispuestos a transar los encuestados por los elementos de accesibilidad universal analizados.

Con estos valores en mente, es posible realizar una evaluación social de proyectos, tal como se ilustra en el Anexo E. De esta manera, además de obtener valores significativos en el modelo de elección discreta, el incluirlos en el cálculo de los beneficios del proyecto incrementa el VAN en un 11 %, donde los costos aumentan en un 0,25 %. Por lo tanto los beneficios que generan los elementos de accesibilidad universal son mayores que los costos a los que se incurre al incluirlos en la evaluación social. Este análisis muestra la relevancia de incluir estos elementos de accesibilidad universal al evaluar nuevos proyectos.

El segundo modelo además de las mejoras en accesibilidad universal, consideró la heterogeneidad de los usuarios, donde las características de interés incluidas fueron: la zona del país a la cual pertenece la muestra, el tiempo de acceso, género y dificultad física.

Este modelo permite calcular el tiempo que los encuestados están dispuestos a pagar por los elementos de accesibilidad universal y plantea diferencias dadas las características mencionadas. A pesar de ser más rico teóricamente, los resultados obtenidos no pueden utilizarse para hacer evaluación social de proyectos, dado que no existen valores para el tiempo de viaje que permita caracterizar correctamente a los distintos grupos.

Los principales resultados de este modelo fueron que los hombres valoran menos la información adicional en el paradero que las mujeres. También se obtuvo que existen diferencias significativas en la valoración del paradero accesible y la vereda accesible en las zonas norte y sur del país, en comparación con la Región Metropolitana, donde esta última genera los parámetros más altos. Finalmente las personas con dificultad física valoran más la presencia de elementos de apoyo y descanso en el paradero, estos resultados obtenidos son consistentes con la bibliografía.

De acuerdo a lo planteado por Wong et al. (2018) Hong Kong y otras ciudades metropolitanas se enfrentan a un grave problema de envejecimiento de la población, donde las políticas de transporte deberían priorizar la movilidad de las personas mayores, apoyando su independencia y mejorando así su calidad de vida. Dentro de los factores clave que influyen en las decisiones de viaje corresponde a los modos de transporte público, la disponibilidad de asientos, la tarifa del viaje, y los tiempos de caminata y espera, entre otros. Donde, la magnitud del coeficiente asociado con la disponibilidad de asientos es la más alta entre todas las características del modo, lo que debería constituir la máxima prioridad para mejorar la movilidad de las personas mayores.

En cuanto al análisis de la información disponible en el paradero, la investigación de Mulley et al. (2017) sugiere que el conocimiento y uso de la información preferido por los viajeros varía según el modo de transporte público y el segmento de viaje analizado. Además existen diferencias por la frecuencia de uso del transporte público, la edad del encuestado y el género, donde las mujeres utilizan más la información disponible en el paradero, definido como el horario impreso o el mapa de la red de transporte, que los

hombres. En cambio, los hombres usan más la información tecnológica como Google Maps, Twitter, Facebook o la página web de los operadores del servicio.

Luego, utilizando el último modelo como punto de partida, se buscó caracterizar el altruismo de las personas, dada la construcción de una variable latente. Sin embargo, los resultados obtenidos permitieron notar que la variable latente que se estaba estimando correspondía al egoísmo de las personas, pero de igual manera se pueden hacer inferencias para caracterizar a una persona altruista. Las características estudiadas corresponden a la edad, género y zona del país a la que pertenece, donde las personas altruistas son principalmente las mujeres, las personas de mayor edad y aquellos que residen fuera de la Región Metropolitana.

Este resultado es consistente con lo revisado en la bibliografía, donde por ejemplo existen estudios para investigar las diferencias de altruismo relacionadas con la edad de los adultos y el valor de aumentar la riqueza personal. Estos estudios sugieren que los adultos mayores no solo informan que valoran más las contribuciones al bien público, sino que también tienen más probabilidades de comportarse de manera altruista que los adultos más jóvenes. Todos los estudios utilizaron diseños transversales que proporcionan diferencias relacionadas con la edad en un punto en el tiempo, lo que representa un primer paso en la investigación de las diferencias en el altruismo relacionadas con la edad (Freund y Blanchard-Fields, 2014).

Por otro lado, al comparar la distribución de los tiempos de viaje en bus, los viajes en Santiago son considerablemente más largos que en otras regiones, por ejemplo, el 38 % de los viajes reportados en la Encuesta Origen-Destino (SECTRA, 2015) son mayores a una hora, frente al 13 % de viajes en Puerto Montt o el 3 % en Antofagasta, según su respectiva encuesta de movilidad. Lo que puede tener relación con que las personas de la Región Metropolitana tienen menos tiempo y están más estresadas por las largas distancias que recorren, en comparación con las personas de las regiones que no sienten tanto estrés al usar el transporte público.

Cabe destacar que este último modelo es interesante desde el punto de vista teórico, dado que permite calcular un parámetro sencillo para representar el altruismo en base a características propias de la persona. Además, como en su función de utilidad se incluyó la variación sistemática de los gustos, se pueden generar parámetros distintos dado el género, dificultad física, tiempo de acceso y zona del país a la que pertenece la persona.

En base a los resultados obtenidos, por un lado está la opción de utilizar los parámetros estimados en el primer modelo para valorizar socialmente los elementos de accesibilidad universal e incorporarlos en la evaluación social de proyectos de transporte. Y, por otro lado, se pueden utilizar los resultados de los modelos que incluyeron variaciones sistemáticas de los gustos para plantear políticas públicas. Por ejemplo, dado que las personas con dificultades físicas, personas con problemas de movilidad o personas mayores de 60 años, valoran más los elementos de apoyo y descanso en los paraderos, aquellas zonas que atraen más viajes para este grupo de la población, como los hospitales o centros de pago de pensiones, deberían contar con paraderos con asiento o apoyo isquiático.

Finalmente, dentro de los principales aprendizajes de esta investigación se encuentra el aporte del Centro UC de Tecnologías de Inclusión (CEDETi) que revisó la accesibilidad y usabilidad de la encuesta, lo cual mejoró la diagramación y presentación del instrumento e incluyó la funcionalidad de texto alternativo. En esta evaluación se revisó la accesibilidad sensorial, donde en términos de accesibilidad visual se tuvo en consideración el tamaño, contraste de color y disposición de fuentes e imágenes. Para una correcta descripción de imágenes es fundamental definir a priori los elementos más importantes, describir el fondo y luego el primer plano, describir de arriba a abajo y de izquierda a derecha y ser objetivo, donde los colores solo se mencionan si son esenciales.

En cuanto a accesibilidad auditiva, se debe tener una interpretación en lengua de señas, donde el texto debe ser sencillo. También, se analizó la accesibilidad cognitiva, donde se evalúa el tiempo de respuesta, la facilidad de recorrer la encuesta, la comprensión de la información, el tamaño, ubicación y tipo de imágenes y la organización de la información presentada, toda información esencial si se quiere hacer accesible una encuesta.

También existen restricciones, en primer lugar la situación de elección está ambientada en un paradero de transporte público, dado que es un modo de transporte disponible en las ciudades encuestadas, pero también podría realizarse una encuesta en las estaciones de Metro o en los terminales de buses, que permitan analizar otros tipos de viajes. En cuanto a los elementos de accesibilidad estudiados, estos fueron elegidos en términos de lo existente actualmente en el país en términos del paradero, pero hay evidencia de otros elementos que pueden ser estudiados, por ejemplo el uso de información sonora dentro del bus, que ayudaría a personas con discapacidad visual en su viaje, la iluminación en el paradero o el radio de giro disponible al acceder o descender de los distintos modos de transporte.

Con base en los resultados obtenidos, es posible concluir que existen diferencias entre personas altruistas y egoístas, que generan diferentes valoraciones para la barra de apoyo isquiático, asientos e información adicional. Por tanto, se podrían realizar más investigaciones en esta área, con el fin de proponer otras funciones de utilidad que permitan caracterizar diferentes comportamientos que inciden en la valorización de elementos de accesibilidad universal, como la interacción con otros usuarios, por ejemplo.

Según Mundi et al. (2019), el sistema de transporte público de Santiago no es accesible a nivel de infraestructura ni a nivel social, por lo que aún queda mucho trabajo por hacer e investigaciones para potenciar la relación de las personas con discapacidad y el resto de usuarios del transporte público. Además, todas las restricciones revisadas se pueden utilizar como punto de partida para nuevas investigaciones, que tendrán como objetivo común mostrar la relevancia de valorar socialmente los elementos de accesibilidad universal y, de esta forma, incluir los beneficios y mejorar la calidad de todos los usuarios del transporte público.

## BIBLIOGRAFÍA

*2010 ada standards for accessible design.* (2010). Department of Justice, United States of America.

*Accesibility policy.* (2017). Public Transport Authority of Western Australia.

ADA. (1990). *Americans with disabilities act.* Department of Justice, United States of America.

Ahmad, M. (2015). Independent-mobility rights and the state of public transport accessibility for disabled people: Evidence from southern punjab in pakistan. *Administration & Society*, 47(2), 197–213.

Authority, L. T. (2017). *Standard details of roads elements (sdre).*

Bahamonde-Birke, F. J., y Ortúzar, J. d. D. (2014). Is sequential estimation a suitable second best for estimation of hybrid choice models? *Transportation Research Record*, 2429(1), 51–58.

Becker, G. S. (1974). A theory of social interactions. *Journal of political economy*, 82(6), 1063–1093.

Ben-Akiva, M., Walker, J., Bernardino, A. T., Gopinath, D. A., Morikawa, T., y Polydoropoulou, A. (2002). Integration of choice and latent variable models. *Perpetual motion: Travel behaviour research opportunities and application challenges*, 431–470.

Bergstrom, T. C., y Stark, O. (1993). How altruism can prevail in an evolutionary environment. *The American Economic Review*, 83(2), 149–155.

Bierlaire, M. (2020). A short introduction to pandasbiogeme. *Transport and Mobility Laboratory, ENAC, EPFL.*

Building, y Authority, C. (2013). *Code on accessibility in the built environment 2013.*

- Carlsson, G. (2004). Travelling by urban public transport: exploration of usability problems in a travel chain perspective. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 11(2), 78–89.
- Carr, K., Weir, P. L., Azar, D., y Azar, N. R. (2013). Universal design: a step toward successful aging. *Journal of aging research*, 2013.
- Chatterjee, A. (2011). Directional asymmetries in cognition: What is left to write about. *Spatial dimensions of social thought*, 189–210.
- ChoiceMetrics, C. (2012). Ngene 1.1. 1 user manual & reference guide. *Sydney, Australia*.
- Currie, G., y Wallis, I. (2008). Effective ways to grow urban bus markets—a synthesis of evidence. *Journal of Transport Geography*, 16(6), 419–429.
- Decreto 122*. (2014). Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 10 de marzo de 2014.
- DTPM. (2012). *Estudio de accesibilidad*. Directorio de Transporte Público Metropolitano, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- DTPM. (2019). *Informe de gestión 2019*. Directorio de Transporte Público Metropolitano, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- Encuesta casen*. (2017). Ministerio de Desarrollo Social y Familia.
- Equality act 2010*. (2010). United Kingdom Legislation.
- Fearnley, N., Flügel, S., y Ramjerdi, F. (2011). Passengers' valuations of universal design measures in public transport. *Research in transportation business & management*, 2, 83–91.
- Freund, A. M., y Blanchard-Fields, F. (2014). Age-related differences in altruism across adulthood: Making personal financial gain versus contributing to the public good. *Developmental psychology*, 50(4), 1125.

Gallagher, B. A., Hart, P. M., O'Brien, C., Stevenson, M. R., y Jackson, A. J. (2011). Mobility and access to transport issues as experienced by people with vision impairment living in urban and rural ireland. *Disability and rehabilitation*, 33(12), 979–988.

Geurs, K. T., y Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport geography*, 12(2), 127–140.

Handy, S. L., y Niemeier, D. A. (1997). Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. *Environment and planning A*, 29(7), 1175–1194.

Hansen, W. (1959). How accessibility shapes land use—journal of the american planning association 25-2. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01944365908978307>.

ICONTEC. (2005). *Ntc 5351*.

Ingram, D. R. (1971). The concept of accessibility: a search for an operational form. *Regional studies*, 5(2), 101–107.

Iwarsson, S., y Ståhl, A. (2003). Accessibility, usability and universal design—positioning and definition of concepts describing person-environment relationships. *Disability and rehabilitation*, 25(2), 57–66.

Johansson, O. (1997). Optimal pigovian taxes under altruism. *Land Economics*, 297–308.

Jones-Lee, M. W. (1991). Altruism and the value of other people's safety. *Journal of Risk and Uncertainty*, 4(2), 213–219.

Karekla, X., Fujiyama, T., y Tyler, N. (2011). Evaluating accessibility enhancements to public transport including indirect as well as direct benefits. *Research in Transportation Business & Management*, 2, 92–100.

Karylowski, J. (1982). Two types of altruistic behavior: Doing good to feel good or to make the other feel good. En *Cooperation and helping behavior* (pp. 397–413). Elsevier.

*Ley n°20.422*. (2010). Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 10 de febrero de 2010.

Louviere, J. J., Hensher, D. A., y Swait, J. D. (2000). *Stated choice methods: analysis and applications*. Cambridge university press.

Martens, K. (2018). Ageing, impairments and travel: Priority setting for an inclusive transport system. *Transport policy*, 63, 122–130.

McFadden, D. (1974). The measurement of urban travel demand. *Journal of public economics*, 3(4), 303–328.

MDSF. (2020). *Precios sociales 2020*. Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Sistema Nacional de Inversiones.

Metro. (2017). *Reporte de sostenibilidad 2017*. Descargado de <https://www.metro.cl/corporativo/reporte-de-sostenibilidad>

Metro. (2018). *Memoria anual 2018*. Descargado de <https://www.metro.cl/corporativo/memoria>

Mitra, S. (2006). The capability approach and disability. *Journal of disability policy studies*, 16(4), 236–247.

Monroe, K. R. (1994). A fat lady in a corset: Altruism and social theory. *American Journal of Political Science*, 861–893.

Moraga, E. (2018). *Transporte en regiones, un problema incómodo*. Descargado de <https://www.latercera.com/pulso/noticia/transporte-regiones-problema-incomodo/310683/#>

Mulley, C., Clifton, G. T., Balbontin, C., y Ma, L. (2017). Information for travelling: Awareness and usage of the various sources of information available to public transport users in nsw. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 111–132.

- Mundi, C., Galilea, P., y Raveau, S. (2019). Universal accessibility survey of transport modes. *Transport Findings*, 14.
- Murphy, K. M., y Topel, R. H. (2002). Estimation and inference in two-step econometric models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(1), 88–97.
- Odeck, J., Hagen, T., y Fearnley, N. (2010). Economic appraisal of universal design in transport: Experiences from Norway. *Research in transportation economics*, 29(1), 304–311.
- O’Neill, V., Hess, S., y Campbell, D. (2014). A question of taste: Recognising the role of latent preferences and attitudes in analysing food choices. *Food quality and preference*, 32, 299–310.
- Ortúzar, J. d. D. (2000). *Modelos econométricos de elección discreta*. Universidad Católica de Chile.
- Ortúzar, J. d. D. (2012). *Modelos de demanda de transporte*. Ediciones UC.
- Ortúzar, J. d. D., y Willumsen, L. G. (2011). *Modelling transport*. John Wiley & Sons.
- Palacios, A. (2008). *El modelo social de discapacidad: orígenes, caracterización y plasmación en la convención internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad*. Ediciones Cinca.
- Park, J., y Chowdhury, S. (2018). Investigating the barriers in a typical journey by public transport users with disabilities. *Journal of Transport & Health*, 10, 361–368.
- Peña, E., Galilea, P., y Raveau, S. (2018). How much do we value improvements on the accessibility to public transport for people with reduced mobility or disability? *Research in Transportation Economics*, 69, 445–452.
- Post, S. G. (2005). Altruism, happiness, and health: It’s good to be good. *International journal of behavioral medicine*, 12(2), 66–77.

- Radke-Yarrow, M., y Zahn-Waxler, C. (1986). The role of familial factors in the development of prosocial behavior: Research findings and questions. *Development of antisocial and prosocial behavior*, 207–233.
- Raveau, S., de Dios Ortúzar, J., y Yáñez, M. F. (2010). Análisis de los enfoques secuencial y simultáneo para la estimación de modelos híbridos de elección discreta. *Ingeniería de Transporte*, 14(1).
- Rose-Ackerman, S. (1996). Altruism, nonprofits, and economic theory. *Journal of economic literature*, 34(2), 701–728.
- Rossetti, T., Guevara, C. A., Galilea, P., y Hurtubia, R. (2018). Modeling safety as a perceptual latent variable to assess cycling infrastructure. *Transportation research part A: policy and practice*, 111, 252–265.
- SENADIS. (2016). *II estudio nacional de discapacidad*. Servicio Nacional de la Discapacidad.
- Simon, H. A. (1992). Altruism and economics. *Eastern Economic Journal*, 18(1), 73–83.
- Sundling, C., Berglund, B., Nilsson, M., Emardson, R., y Pendrill, L. (2014). Overall accessibility to traveling by rail for the elderly with and without functional limitations: The whole-trip perspective. *International journal of environmental research and public health*, 11(12), 12938–12968.
- Tamblay, S. (2015). *Modelo de inferencia zonal basado en información observada en paraderos de transporte público*. (Tesis de Magíster). Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Toboso, M., y Arnau, M. S. (2008). La discapacidad dentro del enfoque de capacidades y funcionamientos de amartya sen. *Araucaria. Revista iberoamericana de filosofía, política y humanidades*, 10(20), 64–94.

Train, K. E. (2009). *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge university press.

Unión-Europea. (2014). *Reglamento sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la accesibilidad del sistema ferroviario de la unión para las personas con discapacidad y las personas de movilidad reducida*. Diario Oficial de la Unión Europea L 356, 12 de diciembre de 2014, p. 118.

Vienna-Airport. (s.f.). *Assistance to “passengers with reduced mobility” at vienna international airport: Quality standards*. Vienna International Airport.

Wong, R., Szeto, W., Yang, L., Li, Y., y Wong, S. (2018). Public transport policy measures for improving elderly mobility. *Transport policy*, 63, 73–79.

**ANEXOS**

## **A. SESGO EN LOS MODELOS DE ELECCIÓN CON VARIABLES LATENTES ESTIMADOS DE MANERA SECUENCIAL**

Tal como se mencionó anteriormente, la estimación de modelos de elección con variables latentes que son estimados de manera secuencial conduce a estimaciones sesgadas para los parámetros. Según lo que plantea Bahamonde-Birke y Ortúzar (2014) la función asociada al modelo logit no es lineal y se supone que la pendiente de la curva de probabilidad es constante en el espacio sobre el cual se distribuye la función de densidad de las variables latentes. Por esta razón, la probabilidad asociada con el valor esperado de las variables latentes no es representativa de la probabilidad para el dominio, dado que cambios similares en el valor de las variables latentes tendrán un efecto diferente en las probabilidades de elección, lo que se conoce como enfoque ingenuo.

En la figura A.1 se muestra un modelo de elección discreta con una variable latente, donde el eje horizontal muestra la variable latente y el eje vertical la probabilidad de elección de cierta alternativa como función de esta. Para encontrar los coeficientes se debe encontrar la pendiente de la curva en el valor verdadero de la variable latente ( $X^*$ ). Si se supone que el valor máximo verosímil es el verdadero, la pendiente buscada sería la de la recta A. Sin embargo, lo que se debe hacer es encontrar el promedio ponderado de todas las pendientes en la curva sobre el soporte de la función de distribución de  $X^*$ , donde los pesos de este promedio son la densidad de esa función.

Cuando se trabaja con este enfoque, generalmente se supone que aumentar el tamaño de la muestra puede ser suficiente para reducir la magnitud del error, proporcionando estimadores aceptables, siempre que la varianza del error aleatorio de la variable latente sea pequeña. En la misma línea, la evidencia empírica sugiere que no existen grandes discrepancias con respecto a las proporciones de los parámetros estimados, así como con respecto a la tasa marginal de sustitución entre los atributos (Bahamonde-Birke y Ortúzar, 2014)

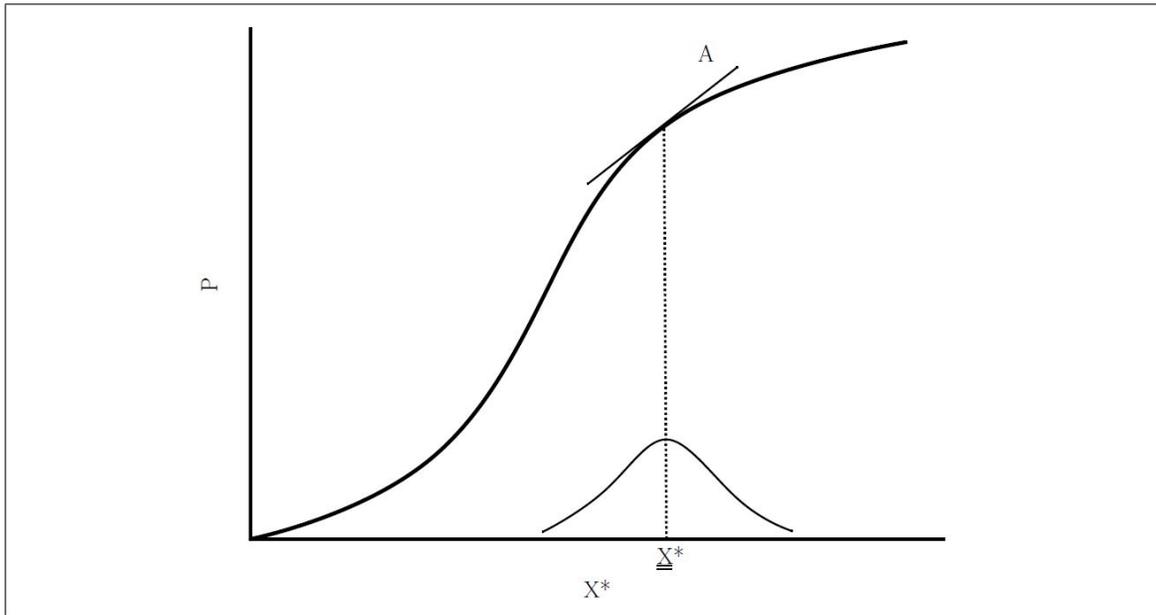


Figura A.1. Sesgo causado por estimación secuencial en modelos con variables latentes

## B. CONTEXTO DE DECISIÓN

<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>
Vereda: <b>Adecuada</b>	Vereda: <b>Inadecuada</b>
	
Paradero: <b>No accesible</b>	Paradero: <b>Accesible</b>
	
Información: <b>Adicional</b>	Información: <b>Mínima</b>
	
Tipo de apoyo: <b>Inexistente</b>	Tipo de apoyo: <b>Asiento</b>
	
Tiempo de viaje	Tiempo de viaje
<b>30 minutos</b>	<b>38 minutos</b>

Figura B.1. Contexto de Decisión - Encuesta Piloto

El contexto de decisión entre las alternativas propuestas en la encuesta piloto, se presenta en la figura B.1, cabe destacar que el formato se modificó antes de publicar la encuesta final.

### C. WHODAS FUNCIONAL

Es este estudio se analizaron los factores ambientales en relación a la movilidad urbana, tomando en consideración la cadena de accesibilidad, específicamente el trayecto desde la vivienda hasta el transporte público y el uso de este, con el objetivo de encontrar una relación entre perfil de funcionamiento y el grado de accesibilidad percibida a lo largo de la ruta. Esta sección de la encuesta, el uso del cuestionario y su posterior análisis fue realizado por Daniel Cid y Joan Calventus dentro del estudio "*Definición de estándares para incorporar Accesibilidad Universal a la Evaluación Social de Proyectos*" desarrollado por la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC), para el Servicio Nacional de la Discapacidad (SENADIS).

El cuestionario para la Evaluación de la Discapacidad de la Organización Mundial de la Salud (WHODAS 2.0 por sus siglas en inglés) es un instrumento de evaluación genérico que brinda un método estandarizado de medición de salud y discapacidad entre las culturas. Se desarrolló a partir de un conjunto de dimensiones de la Clasificación internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (CIF) que dan base a estudios del desempeño de las personas asociados a su funcionamiento en un contexto poblacional y social.

Cada categoría del WHODAS 2.0 abreviado pertenece a seis dominios (cognición, movilidad, cuidado personal, relaciones, actividades de la vida diaria y participación), los cuales se ven representados en las 12 preguntas del cuestionario abreviado. La necesidad de identificar un grado de discapacidad utilizando la escala negativa para calificar el rango en que se encuentran se divide en (no presenta discapacidad, leve, moderada, severa y completa) lo que nos permite conocer el grado de discapacidad de la persona, identificando su respuesta funcional considerando las distintas dimensiones.

Un detalle de las preguntas que componen el cuestionario se presentan en la tabla C.1, donde se menciona a qué tipo dificultad responde cada pregunta, mediante un análisis factorial de las respuestas obtenidas. Cada encuestado responde con una escala de cinco

niveles, Ninguna (1), Leve (2), Moderada (3), Severa (4) y Extrema/No puede hacerlo (5), entre paréntesis se presenta el nivel, que será utilizado como puntaje en la construcción del indicador.

Tabla C.1. Preguntas WHODAS 2.0 abreviado

Nº	Pregunta	Factor
1	En general, ¿cuánta dificultad tiene para estar de pie por largos periodos como por ejemplo 30 minutos?	Funcional
2	¿Cuánta dificultad tiene para cumplir con sus quehaceres de la casa?	Funcional
3	¿Cuánta dificultad tiene para aprender una nueva tarea, como por ejemplo, llegar a un nuevo lugar?	Cognitivo
4	¿Cuánta dificultad tiene para participar, al mismo nivel que el resto de las personas en actividades de la comunidad (fiestas, actividades religiosas y otras actividades)? Vía <i>online</i> o presencialmente.	Cognitivo
5	¿Cuánto le afecta emocionalmente su condición de salud?	Cognitivo
6	¿Cuánta dificultad tiene para concentrarse en hacer algo durante diez minutos?	Cognitivo
7	Cuando ha podido salir, ¿cuánta dificultad ha tenido para andar largas distancias, como un kilómetro (o equivalente)?	Funcional
8	¿Cuánta dificultad tiene para lavarse todo el cuerpo (bañarse)?	Funcional
9	¿Cuánta dificultad tiene para vestirse?	Funcional
10	¿Cuánta dificultad tiene para relacionarse con personas que no conoce?	Cognitivo
11	¿Cuánta dificultad tiene para llevar a cabo su trabajo diario o las actividades escolares?	Cognitivo
12	¿Cuánta dificultad tiene para mantener una amistad?	Funcional

Fuente: Elaboración propia

El indicador de dificultad física, se calcula en base a las respuestas entregadas a las preguntas 1, 2, 7, 8, 9 y 12. Este indicador va desde los 6 puntos, correspondiente a una persona que respondió Ninguna en todas las preguntas y 30 puntos, a aquella que respondió Extrema en las seis preguntas analizadas. Finalmente, la calificación del grado de discapacidad se realizó según la escala propuesta por la Organización Mundial de la Salud para la CIF, donde una persona tiene una dificultad moderada desde el 25 % de la escala, que en este caso, corresponde a 12 puntos.

## D. INDICADORES ALTRUISMO

Con las respuestas obtenidas, en primer lugar se realizó un gráfico de correlación (ver figura D.1) y un análisis de la importancia de los componentes, cantidad de factores con varianza mayor a 1 que se podían generar con la muestra eran dos (sus respectivas varianzas eran 1,9187 y 1,0667).

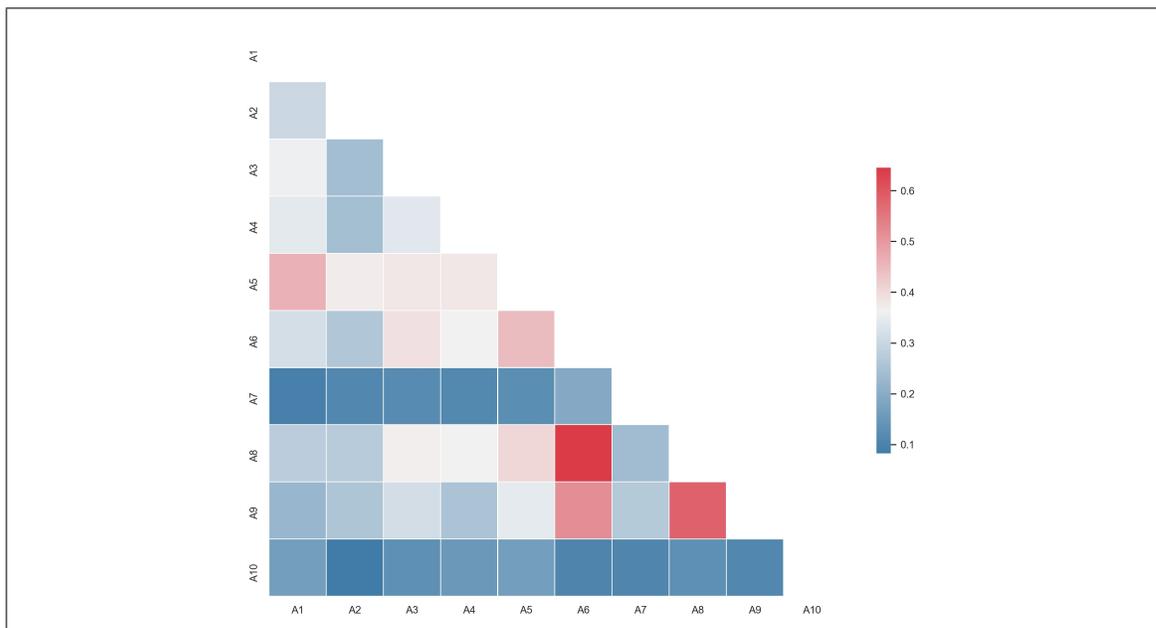


Figura D.1. Gráfico de correlación entre preguntas

El análisis factorial realizado utilizó como método de ajuste la máxima verosimilitud y la rotación ortogonal, finalmente se decidió que las preguntas que construían cada indicador eran aquellas que en valor absoluto tenían peso mayor a 0,4. Sin embargo, al estimar el Modelo con Variables Latentes, solo se estimaba correctamente los parámetros de una ecuación estructural, mientras que la otra no tenía ningún parámetro significativo así que se prefirió continuar solo con el factor cuya varianza era mucho mayor a 1. Este factor fue llamado Altruismo dentro de la investigación y estaba compuesto por las preguntas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 y 9.

## **E. EJEMPLO DE EVALUACIÓN SOCIAL**

El análisis presentado en esta sección fue desarrollado por Patricia Galilea y Michelle Madrid, dentro del estudio "*Definición de estándares para incorporar Accesibilidad Universal a la Evaluación Social de Proyectos*" desarrollado por la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC), para el Servicio Nacional de la Discapacidad (SENADIS).

El método de evaluación costo-beneficio tiene por objetivo considerar y evaluar todos los beneficios y costos sociales de cada proyecto, de tal forma de valorar su rentabilidad. Lo anterior, requiere que todos los impactos sean "monetizables", lo cual puede resultar una tarea compleja cuando no existen mercados que permitan cuantificar ciertos elementos.

En base a esta dificultad, los resultados obtenidos en la Encuesta de Preferencias Declaradas permite indagar la disposición a transar tiempo de la población usuaria de transporte público directamente para ciertos elementos en específico, en el contexto de un paradero.

En esta sección se planteará una metodología para la estimación de beneficios, la cual posteriormente será aplicada a un proyecto real, utilizando los resultados de la valorización del modelo ML base, calculados en la sección 5.2.1.

### **E.1. Metodología para la estimación de beneficios**

#### **Acceso Paradero**

En primer lugar, hay que determinar los paraderos involucrados en el proyecto que cumplen con un nivel de accesibilidad adecuado, que serán considerados para el cálculo de beneficios por este concepto. También es relevante conocer la afluencia, entendida como subidas y bajadas, para los paraderos identificados anteriormente. Esta definición tiene como supuesto que la presencia de este elemento es valorada tanto por quien entra al paradero como por quién sale de él.

El beneficio de este elemento, se define según la siguiente ecuación, donde  $Afluencia_i$  representa la cantidad de pasajeros que circulan en el paradero  $i$  del proyecto, mientras que  $\delta_i$  corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 si el paradero  $i$  permite un acceso directo y libre de obstáculos gracias al proyecto (no tenía esta característica en la situación base).

$$Beneficio_{AccesoParadero} = ValorSocial_{AccesoParadero} \cdot \sum_i Afluencia_i \cdot \delta_i \quad (E.1)$$

### Elementos de Apoyo y Descanso

En este caso, se debe diferenciar entre asiento y barra de apoyo isquiático y revisar su presencia en los paraderos del proyecto dado que son mutuamente excluyentes. Luego, se debe realizar una estimación de las subidas a cada uno de los paraderos que presenten estos atributos. Es relevante mencionar, además, que a diferencia de otros elementos de accesibilidad universal son valorados debido a la existencia de momentos de espera, lo que normalmente no ocurre al descender de un servicio.

A partir de lo anterior, es posible establecer, de manera separada, el número de viajes que estar expuestos a la presencia de cada uno de estos elementos. Los beneficios de estos elementos, corresponden a los siguientes, donde  $subidas_i$  son los usuarios que utilizan el paradero  $i$  del proyecto para acceder a algún servicio, mientras que  $\delta_i$  y  $\gamma_i$  representan variables binarias que toman el valor de 1 si el paradero  $i$  posee asientos o apoyo isquiático, respectivamente, gracias a la implementación del proyecto (y no existían en la situación base).

$$Beneficio_{Asiento} = ValorSocial_{Asiento} \cdot \sum_i subidas_i \cdot \delta_i \quad (E.2)$$

$$Beneficio_{ApoyoIsquiatico} = ValorSocial_{ApoyoIsquiatico} \cdot \sum_i subidas_i \cdot \gamma_i \quad (E.3)$$

### Información

Para la estimación de beneficios, hay que identificar en cuáles paraderos incluidos en

el proyecto estará presente y posteriormente se necesitará conocer una estimación de la afluencia a todos estos paraderos. Es relevante considerar que, para este elemento, se tomarán en cuenta tanto subidas como bajadas, bajo el supuesto de que esta información pudiera ser consultada tanto al abordar un servicio como al descender del bus.

$$Beneficio_{Informacion} = ValorSocial_{Informacion} \cdot \sum_i Afluencia_i \cdot \delta_i \quad (E.4)$$

Donde  $Afluencia_i$  representa el número de subidas y bajadas en el paradero  $i$  del proyecto, mientras que  $\delta_i$  corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 si el paradero  $i$  posee el atributo información gracias a la implementación del proyecto (y no cuenta con información en el paradero en la situación base).

### **Vereda**

Es necesario catastrar si la vereda cumple con los criterios de condición del pavimento, dimensiones y pendiente, incluyendo en este catastro las veredas tanto en el eje a intervenir como en las vías expresas, troncales, colectoras y de servicio un determinado radio de influencia. Una vez revisado el estado de las veredas, y determinado el porcentaje que requerirá mejora, para el cálculo del beneficio asociado a este atributo es necesario conocer esencialmente dos valores: el número de viajes implicados y el valor social de cada elemento.

En cuanto a la estimación del primero de ellos, se recomienda descontar aquellos paraderos involucrados en el proyecto que presenten o incluyen una adecuada condición de la vereda directa y en el entorno directo, y el resto se considerará para la estimación de costos y beneficios.

$$Beneficio_{Vereda} = ValorSocial_{Vereda} \cdot \sum_i Afluencia_i \cdot \delta_i \quad (E.5)$$

Donde  $Afluencia_i$  representa la cantidad de pasajeros suben o bajan de un bus en el paradero  $i$  del proyecto, mientras que  $\delta_i$  corresponde a una variable binaria que toma el valor de 1 si se contempla que el paradero  $i$  presente un estado adecuado para la vereda

gracias a la implementación del proyecto (dado que en la situación base no se cumplía esta condición).

En términos de radio o penetración en la red de veredas que sería deseable considerar al disponer de un nuevo paradero o conjunto de paraderos, se puede tomar como referencia entre 250 metros (Tamblay, 2015) y 500 metros (en base a lo mencionado en el Artículo 35 del DS 49).

## **E.2. Resumen de la metodología**

A modo de resumen, para la aplicación de la metodología de estimación de beneficios en el contexto de un proyecto que es sometido a una evaluación del tipo costo-beneficio, se utilizan los siguientes pasos:

1. Catastrar los elementos de accesibilidad en cada paradero en la situación base, a fin de poder establecer claramente la realidad y poder medir la diferencia experimentada a raíz de la realización de la iniciativa.
2. Verificar cuáles y cuántos de estos elementos de accesibilidad se han incorporado en el diseño del proyecto.
3. Si estos elementos ya han sido incluidos en el diseño, se deben contabilizar en detalle los costos asociados en el presupuesto de obras como parte de la inversión.
4. Disponer de la proyección de la demanda del proyecto.
5. Aplicar directamente las fórmulas presentadas en la sección ??, obteniendo tras la suma de estas, la estimación total de beneficios por concepto de elementos accesibles.

## **E.3. Aplicación de la metodología**

Con la intención de explorar la magnitud de los beneficios asociados a la incorporación de los elementos de accesibilidad universal estudiados, se aplicó la metodología propuesta a un proyecto real que es evaluado mediante el análisis costo-beneficio.

La iniciativa seleccionada corresponde a la habilitación de un corredor de transporte público en Av. Dorsal, entre Av. José María Caro y Av. El Salto, en la comuna de Recoleta. Además, el proyecto también considera la habilitación de un par vial conformado por los ejes El Salto y Las Torres, entre V. Cuccini y Zapadores, considerando la habilitación de pistas sólo bus entre Reina de Chile y Rinconada El Salto. De esta manera, el diseño comprende una longitud total de aproximadamente 5.000 metros, así como el desplazamiento o la construcción de 29 paradas de buses, 15 de ellas en el eje Dorsal y otras 14 en el par vial.

### Paso 1

Dado que no es posible realizar el catastro para este ejemplo de la situación base antes de ejecutar el proyecto, se plantea como escenario de la evaluación el caso donde los elementos proyectados constituyen una mejora del 100 % con respecto a la situación base. Es decir, ninguno de los elementos analizados estaba disponible o en el estado adecuado en la situación base.

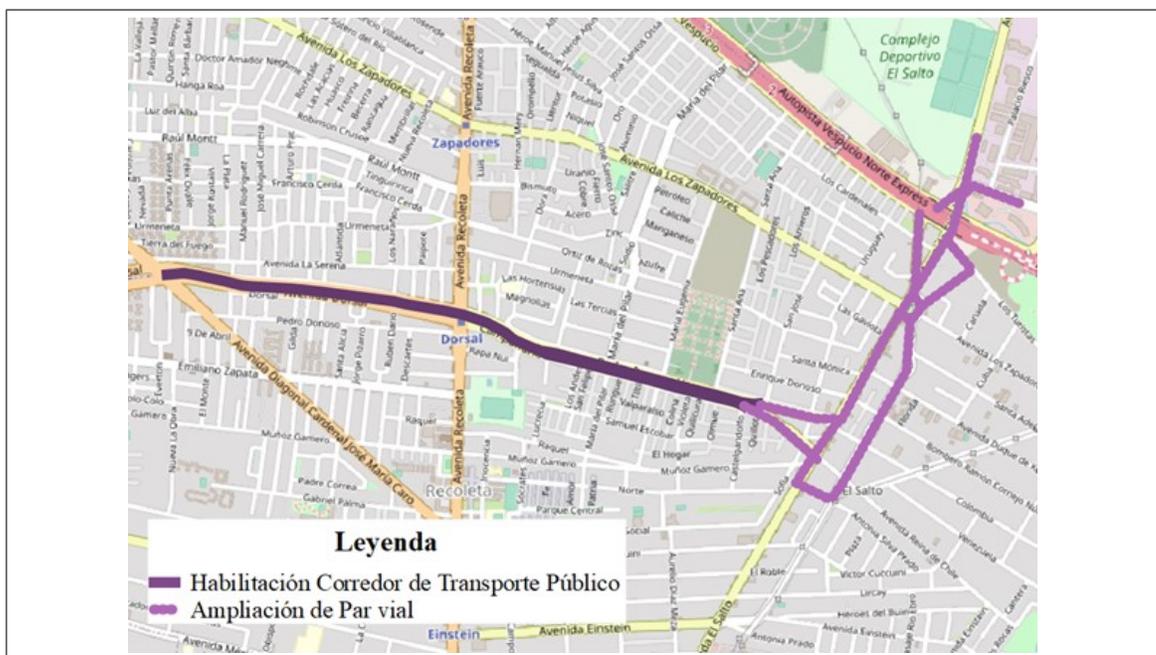


Figura E.1. Mapa Referencial del Proyecto

### Paso 2 y 3

Para revisar en este proyecto la inclusión de los elementos de accesibilidad en la modelación y el diseño, se utilizará el supuesto de que ya se contemplan todos los estándares en lo referente al ítem paradero accesible y en cuanto a las condiciones de la vereda de los ejes a intervenir (Av. Dorsal, Av. El Salto y Las Torres). Esto es respaldado por el detalle del presupuesto oficial de obras y expropiaciones, en donde se especifican componentes como la rampa de acceso, controles de regularidad superficial del pavimento, remoción de obstáculos, entre otros.

Ahora bien, este supuesto deja fuera el estado de las veredas de acceso (laterales y paralelas al eje que no sean vías locales o pasajes). Para este ejemplo, se considerará la reposición del 100 % de este tipo de veredas, en un radio de 250 metros y 500 metros desde Dorsal, sin considerar Av. El Salto – Las Torres pues ya están siendo intervenidas. Como aproximación, se utiliza la longitud de las calles desde un *software* de georreferenciación y un ancho mínimo de 1,2 m.

Es importante recalcar que se está imputando este costo adicional al proyecto (reposición de veredas laterales), para ser consistentes con la premisa de tener una ruta accesible para poder reconocer el beneficio de veredas cercanas al paradero.

Tabla E.1. Costos asociados a reponer las veredas de vías de acceso al eje

Costo por $m^2$		Cantidad [ $m^2$ ]	Costo [UF]
\$23.000	Radio 250 m	39.786	32.028
	Radio 500 m	109.557	88.194

Fuente: Elaboración propia

En relación con la información visual en paraderos, dado que la valoración contempla la comparación de la información detallada respecto a la mínima, se consideran insuficientes las 18 señales de parada de buses y los 5 planos de ubicación de transporte público

indicadas en el presupuesto, por lo que se supondrá la compra de estos para cada paradero intervenido.

En lo referente a la situación del asiento y barra apoyo isquiático, el proyecto considera entre sus gastos la compra de 21 refugios, uno del tipo no segregado peatonal, 12 del tipo segregado peatonal y 8 del tipo ET peatonal de 18 m. Dado que no se menciona nada respecto a la disponibilidad de puntos de apoyo en ellos, se asume como política que estos cuentan con un asiento como parte de su equipamiento. Respecto a los otros 8 paraderos restantes, se presume que pertenecen al par vial y se consideran como paradas simples, por lo que se contemplará adicionar el costo de refugios con asientos o apoyos para estos también.

Tabla E.2. Costos asociados a elementos de accesibilidad a incorporar

<b>Elemento</b>	<b>Costo Promedio [CLP]</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total Proyecto [UF]</b>
Letrero simple	125.000	11	48,1
Plano con gráfica	185.000	24	157,5
Refugio segregado peatonal	11.000.000	8	3.080
Asiento	637.500	8	178,5
Barra de apoyo isquiático	225.000	8	63

Fuente: Elaboración propia

Tabla E.3. Costos de algunos elementos de accesibilidad incluidos en la evaluación original

<b>Elemento</b>	<b>Costo Promedio [UF]</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total Proyecto [UF]</b>
Refugio no segregado peatonal	200	1	200
Refugio segregado peatonal	400	12	4.800
Refugio ET peatonal	884	8	7.072
Señal parada de buses	4,34	18	78,12
Señal Plano ubicación	2,47	5	12,34

Fuente: Elaboración propia

**Paso 4**

Para poder valorar los elementos expuestos, es necesario conocer la demanda. Si bien los datos disponibles del Banco Integrado de Proyectos no contienen información sobre esta variable, para la estimación de la afluencia del paradero se utilizará la demanda ex – post del proyecto, dado que efectivamente esta iniciativa fue puesta en marcha. La demanda ex – post considera principalmente las subidas a los paraderos involucrados en agosto de 2019. Como estos datos fueron elaborados a partir del cobro de tarifas a los usuarios registrado mediante la tarjeta BIP!, se define para esta evaluación a la afluencia como el doble de las subidas, lo que opera bajo el supuesto de que en general son viajes basados en el hogar que deben realizarse de ida y vuelta.

En estos cálculos también subyace el supuesto de que las veredas, acceso a paradero e información son utilizados tanto por quienes esperan allí por servicio como por quienes han descendido de uno. En cambio, se ha preferido el uso únicamente de las subidas en el caso del apoyo isquiático y los asientos, ya que su uso se asocia a tiempos de espera. Lo anterior, igualmente considera las esperas realizadas en los transbordos, debido a que estos son contabilizados como una subida diferente por la BIP!. Se seleccionó el periodo 7:30-8:30 a.m., que corresponde al primer horario punta mañana en Santiago, que se ponderan por un factor de expansión anual proporcionado por la SECTRA, que en este caso corresponde a 2.625. Esto da un total de 1.198.050 [pax/año] que utilizan los paraderos analizados para acceder a los servicios de buses o descender de ellos.

**Paso 5**

Con lo anterior, es posible aplicar directamente las fórmulas presentadas en la sección E.1, obteniendo así los beneficios por elementos de accesibilidad. Tras la conversión a UF para comparar con los otros apartados de la evaluación, se tiene lo siguiente para el año 2019:

Tabla E.4. Beneficios para el año 2019

<b>Elementos</b>	<b>Beneficios [UF]</b>
Acceso Paradero	3.875
Puntos de Apoyo y Descanso	2.495
Información	1.544
Vereda	3.922

Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación social de la iniciativa no basta con vislumbrar los valores anuales, sino que es necesario considerar los 20 años de horizonte temporal seleccionados para el proyecto. De manera consistente con la metodología de la evaluación original, se determinarán los beneficios para los 10 primeros años de operación, haciéndolos crecer a una tasa constante de 1,9 %. Posterior a esos 10 años, los beneficios se mantienen constantes.

En este ejemplo, la proyección de beneficios comienza en el año 2012 y finaliza en el 2032, por lo que es necesario hacer decrecer lo obtenido en el 2019 para el periodo anterior, a la tasa ya mencionada.

En la Evaluación Social realizada, se presenta el caso extremo donde previamente no existía ninguno de los elementos de accesibilidad incluidos en este proyecto (acceso a paradero, puntos de apoyo e información). No se incluye el beneficio de veredas, porque se asume que las veredas del entorno de los paraderos no son accesibles y en este caso se imputan los costos de inversión por asientos como puntos de apoyo.

Los costos por incluir estos elementos de accesibilidad aumentan en un 0,25 % los costos de inversión, mientras que el VAN aumenta en un 11 % en comparación con el VAN original del proyecto que era igual 641.078 UF. De esta manera se confirma que incluir los elementos de accesibilidad universal en la Evaluación Social de Proyectos generan más beneficios que costos y es un ejercicio sencillo de realizar posterior a la estimación de modelos de elección discreta y su respectivo cálculo de las tasas de sustitución y valores sociales de los elementos de accesibilidad universal.

Tabla E.5. Contribución al VAN del proyecto en un horizonte de 20 años desde 2012

	<b>Ítem</b>		<b>Contribución al VAN [UF]</b>	<b>[UF]</b>
Original	Corredor y pistas sólo bus	Tiempo	204.508	209.543
		Combustible	17.035	
		Otros costos operacionales	-12.000	
	Tiempo	Autos	822.070	1.461.226
		Transporte Público	639.157	
	Combustible	Autos	289.379	303.969
		Transporte Público	18.717	
		Camiones	-4.127	
	Otros costos	Autos	9.603	11.048
		Transporte Público	12.340	
Camiones		-10.895		
Modificado	Elementos Accesibilidad Universal	Acceso paradero	44.700	75.181
		Puntos de apoyo	13.271	
		Información	17.810	
	Inversión	Inicial	-1.552.245	
		Modificada	-1.556.546	
	Valor residual		207.594	
<b>VAN</b>			<b>712.615 [UF]</b>	
<b>TIR</b>			<b>10,13 %</b>	

Fuente: Elaboración propia

## F. ENCUESTA FINAL APLICADA



**Encuesta a usuarios del transporte público**

Le invitamos a responder la siguiente encuesta sobre el transporte público. La duración de la encuesta es de aproximadamente 20 minutos. Las respuestas son confidenciales y sólo se utilizarán para fines de investigación.

La Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC) diseñó esta encuesta para conocer las preferencias de los usuarios al momento de utilizar transporte público para identificar y evaluar posibles mejoras en el sistema.

El Servicio Nacional de Discapacidad (SENADIS) y el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) son las instituciones que realizan estos estudios: "Definición de estándares para incorporar accesibilidad universal a la Evaluación Social de Proyectos" y "El valor del altruismo: Hacia la valorización de la accesibilidad universal en proyectos de transporte".

Si desea más información del estudio y sus resultados, puede contactar a:

- Patricia Galilea (Email: pgalilea@ing.puc.cl): Profesora de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Francisco Frésard (Email: ffrasard@dictuc.cl): Ingeniero investigador de DICTUC de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Cuando usted presione el botón "Siguiente", accederá a participar y sus respuestas serán utilizadas para este estudio.

1

Figura F.1. Página 1 - Encuesta de Preferencias Declaradas

**Caracterización del hogar**

¿Cuántos años tiene?

Sexo

¿En qué región vive?

¿En qué comuna vive?

2

Figura F.2. Página 2 - Encuesta de Preferencias Declaradas

¿Cuál es su nivel educacional? (Marque el último nivel educativo completado)

Incluido usted, ¿cuántas personas componen su familia?

Indique el rango en el que se encuentra el ingreso total de todos los integrantes de su familia.

3

Figura F.3. Página 3 - Encuesta de Preferencias Declaradas

**Viaje a la actividad principal**

¿Cuál es su ocupación principal?

¿En qué región realiza su actividad principal?

¿En qué comuna realiza su actividad principal?

4

Figura F.4. Página 4 - Encuesta de Preferencias Declaradas

A partir de este momento, realizaremos una serie de preguntas en relación con el transporte que utiliza regularmente. Debe responder de acuerdo al uso de transporte que realizaba antes del estallido social y de la emergencia sanitaria por COVID-19.

¿Qué modos de transporte utilizaba regularmente? Considere los medios de transporte que usaba al menos una vez a la semana, la mayoría de las semanas. Puede seleccionar más de uno.

- Micro o bus
- Metro
- Automóvil
- Bicicleta
- Otro

Por favor, indique cual otro modo de transporte utilizaba

Figura F.5. Página 5 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Previo al estallido social y la contingencia de COVID-19, ¿Qué tan seguido utilizaba buses en sus viajes?

- Más de dos veces a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Una o dos veces al mes
- Menos de una vez al mes
- No los utilizaba

¿Cuánto tiempo demoraba su viaje más habitual en transporte público?

Horas:

Minutos:

A partir de este momento, usted no podrá volver atrás en la encuesta para cambiar o revisar sus respuestas. Para continuar, presione el botón "Siguiente".

Figura F.6. Página 6 - Encuesta de Preferencias Declaradas

**Acceso al transporte público**

¿De qué forma llegaba a su paradero más habitual?

¿Cuánto tiempo tardaba en llegar a su paradero?

Horas:

Minutos:

7

Figura F.7. Página 7 - Encuesta de Preferencias Declaradas

**Perfil funcional - transporte público****Acceso al transporte público**

A continuación, realizaremos una serie de preguntas en relación con su experiencia accediendo al transporte público. Recuerde que usted debe responder de acuerdo con el uso de transporte que realizaba antes del estallido social y de la emergencia sanitaria por COVID-19.

¿Cuán difícil era para usted llegar a su paradero?



Nada  Levemente  Moderadamente  Severamente  Extremadamente

¿Cuán difícil era para usted utilizar servicios de transporte público?



Nada  Levemente  Moderadamente  Severamente  Extremadamente

Figura F.8. Página 8 - Encuesta de Preferencias Declaradas

¿Cuán difícil era para usted desplazarse hacia los puntos de acceso al transporte público en días con nieve, escarchados, muy lluviosos o muy calurosos?



Nada  Levemente  Moderadamente  Severamente  Extremadamente

#### Ejercicio de Preferencias Declaradas

##### Descripción de elementos de acceso

Para acceder a los buses del transporte público, en nuestra ciudad se observan **veredas y paraderos en distinto estado y condición.**

##### Veredas

Las veredas son espacios destinados a la circulación de peatones.

Una **vereda adecuada** presenta:

- Adecuada materialidad
- Adecuado estado de mantención
- Mínima pendiente.

Una **vereda inadecuada** presenta:

- Interrumpciones en su construcción
- Pronunciados desniveles o pendientes
- Inadecuada materialidad

¿En general, las veredas del entorno de su hogar son adecuadas?

- Sí, son adecuadas
- No, son inadecuadas

Figura F.9. Página 9 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Marque aquellas imágenes que más se parezcan al estado de las veredas en el entorno de su hogar



Figura F.10. Página 10 - Encuesta de Preferencias Declaradas

**Accesibilidad a paraderos**

Un paradero es el lugar en el que se detienen los vehículos del transporte público para recoger o dejar pasajeros. Un paradero de fácil acceso presenta:

- Adecuada superficie
- Mínima pendiente
- Permite un acceso directo, es decir, está libre de obstáculos que dificulten su uso

¿Los paraderos que se encuentran cerca de su hogar son de fácil acceso?

- Sí, son de fácil acceso
- No, son de difícil acceso

A continuación, marque las imágenes que se parecen a los paraderos que se encuentran cerca de su hogar en cuanto a su accesibilidad.





#### **Información en paraderos**

Hoy en día en los paraderos existen distintos tipo de información visual. Esta información tiene el objetivo de comunicar al pasajero datos sobre la micro que pasa por el lugar, el destino final, sus posibles conexiones, entre otros. Esta información puede ser de tres tipos:

- La información se encuentra detallada en distintos formatos. Estos formatos pueden ser textos, números, iconos, mapas. Estos formatos pueden estar en letreros, paneles o pantallas con información en tiempo real.
- La información es básica con números de los buses o micros que paran en ese paradero y sus destinos. Esta información se encuentra habitualmente en un letrero.
- No existe información.

¿En los paraderos que usted más utiliza habitualmente, cuál es el nivel de información que encuentra?

No hay información



Información básica



Información adicional

#### Puntos de apoyo en paraderos

Los paraderos pueden tener distintos elementos para que el pasajero pueda apoyarse durante la espera. Esta infraestructura puede ser de tres tipos:

- Asientos
- Barra de apoyo
- Paraderos sin ningún punto de apoyo

En los paraderos que usted utiliza habitualmente, ¿qué puntos de apoyo encuentra?



Espera de pie



Barra de apoyo



Asiento

### Elección de a pares

A continuación, le presentaremos escenarios imaginarios para su viaje habitual en transporte público. Observará dos alternativas de paradero, en 8 situaciones de elección. Usted deberá considerar el estado de la vereda, la accesibilidad del paradero, la información disponible y la existencia de puntos de apoyo. Escoja la alternativa que más le guste. Recuerde que estas situaciones varían en función de las características de acceso y el tiempo de viaje esperado a bordo del bus. No varían el recorrido ni el valor del pasaje.

Esta primera pregunta es una **pregunta de ejemplo**.

En la primera alternativa puede observar buenas condiciones de la vereda y del paradero. Pero si usted decidiera escoger esa alternativa invertiría 42 minutos viajando.

En la segunda alternativa, se observan malas condiciones de la vereda y del paradero. Pero si usted decidiera escoger esa alternativa invertiría 30 minutos (12 minutos menos de tiempo de viaje que la otra alternativa).

Marque la alternativa que prefiere y continúe.

	Estado de la vereda: <b>Adecuado</b>		Estado de la vereda: <b>Inadecuado</b>
	Paradero: <b>Accesible</b>		Paradero: <b>No accesible</b>
	Información de paradero: <b>Detallada</b>		Información de paradero: <b>Básica</b>
	Punto de apoyo <b>Asiento</b>		Punto de apoyo <b>Inexistente</b>
	Tiempo de viaje <b>42 minutos</b>		Tiempo de viaje <b>30 minutos</b>
<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	

Figura F.14. Página 14 - Encuesta de Preferencias Declaradas

En las siguientes 8 situaciones imaginarias usted deberá tomar una decisión similar a este ejemplo. Observe atentamente las dos alternativas y las condiciones de la vereda y el paradero. Marque según su preferencia, no hay respuestas correctas o incorrectas

**Elección de pares: Base 30 minutos**

Pregunta 1 de 8...  
¿Qué alternativa prefiere?

	Estado de la vereda: <b>Adecuado</b>		Estado de la vereda: <b>Inadecuado</b>
	Paradero: <b>No accesible</b>		Paradero: <b>Accesible</b>
	Información de paradero: <b>Básica</b>		Información de paradero: <b>Detallada</b>
	Punto de apoyo <b>Asiento</b>		Punto de apoyo <b>Inexistente</b>
	Tiempo de viaje <b>30 minutos</b>		Tiempo de viaje <b>42 minutos</b>
<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	

Figura F.15. Página 15 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Pregunta 2 de 8...  
¿Qué alternativa prefiere?

	Estado de la vereda: <b>Adecuado</b>		Estado de la vereda: <b>Adecuado</b>
	Paradero: <b>Accesible</b>		Paradero: <b>No accesible</b>
	Información de paradero: <b>Básica</b>		Información de paradero: <b>Detallada</b>
	Punto de apoyo <b>Inexistente</b>		Punto de apoyo <b>Barra de apoyo</b>
	Tiempo de viaje <b>30 minutos</b>		Tiempo de viaje <b>42 minutos</b>
<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	

Figura F.16. Página 16 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Pregunta 3 de 8...  
¿Qué alternativa prefiere?

	Estado de la vereda: <b>Adecuado</b>		Estado de la vereda: <b>Inadecuado</b>
	Paradero: <b>No accesible</b>		Paradero: <b>Accesible</b>
	Información de paradero: <b>Básica</b>		Información de paradero: <b>Básica</b>
	Punto de apoyo <b>Inexistente</b>		Punto de apoyo <b>Asiento</b>
	Tiempo de viaje <b>30 minutos</b>		Tiempo de viaje <b>42 minutos</b>
<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	

Figura F.17. Página 17 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Pregunta 4 de 8...  
¿Qué alternativa prefiere?

	Estado de la vereda: <b>Indecuada</b>		Estado de la vereda: <b>Adecuada</b>
	Paradero: <b>Accesible</b>		Paradero: <b>Accesible</b>
	Información de paradero: <b>Detallada</b>		Información de paradero: <b>Básica</b>
	Punto de apoyo <b>Inexistente</b>		Punto de apoyo <b>Asiento</b>
	Tiempo de viaje <b>30 minutos</b>		Tiempo de viaje <b>42 minutos</b>
<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	

Figura F.18. Página 18 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Pregunta 5 de 8...  
¿Qué alternativa prefiere?

	Estado de la vereda: <b>Adecuado</b>		Estado de la vereda: <b>Adecuado</b>
	Paradero: <b>Accesible</b>		Paradero: <b>No accesible</b>
	Información de paradero: <b>Detallada</b>		Información de paradero: <b>Básica</b>
	Punto de apoyo <b>Inexistente</b>		Punto de apoyo <b>Barra de apoyo</b>
	Tiempo de viaje <b>30 minutos</b>		Tiempo de viaje <b>36 minutos</b>
<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	

Figura F.19. Página 19 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Pregunta 6 de 8...  
¿Qué alternativa prefiere?

 <p>Estado de la vereda: <b>Inadecuado</b></p>	 <p>Estado de la vereda: <b>Adecuado</b></p>
 <p>Paradero: <b>Accesible</b></p>	 <p>Paradero: <b>Accesible</b></p>
 <p>Información de paradero: <b>Básica</b></p>	 <p>Información de paradero: <b>Detallada</b></p>
 <p>Punto de apoyo <b>Barra de apoyo</b></p>	 <p>Punto de apoyo <b>Inexistente</b></p>
 <p>Tiempo de viaje <b>30 minutos</b></p> <p style="text-align: center;"><input type="radio"/></p>	 <p>Tiempo de viaje <b>36 minutos</b></p> <p style="text-align: center;"><input type="radio"/></p>

Figura F.20. Página 20 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Pregunta 7 de 8...  
¿Qué alternativa prefiere?

	<p>Estado de la vereda: <b>Inadecuado</b></p>		<p>Estado de la vereda: <b>Adecuado</b></p>
	<p>Paradero: <b>No accesible</b></p>		<p>Paradero: <b>Accesible</b></p>
	<p>Información de paradero: <b>Básica</b></p>		<p>Información de paradero: <b>Básica</b></p>
	<p>Punto de apoyo <b>Asiento</b></p>		<p>Punto de apoyo <b>Inexistente</b></p>
	<p>Tiempo de viaje <b>30 minutos</b></p>		<p>Tiempo de viaje <b>40 minutos</b></p>
<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	

Figura F.21. Página 21 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Pregunta 8 de 8...  
¿Qué alternativa prefiere?

 <p>Estado de la vereda: <b>Adecuado</b></p>	 <p>Estado de la vereda: <b>Inadecuado</b></p>
 <p>Paradero: <b>Accesible</b></p>	 <p>Paradero: <b>No accesible</b></p>
 <p>Información de paradero: <b>Detallada</b></p>	 <p>Información de paradero: <b>Básica</b></p>
 <p>Punto de apoyo <b>Barra de apoyo</b></p>	 <p>Punto de apoyo <b>Inexistente</b></p>
 <p>Tiempo de viaje <b>30 minutos</b></p>	 <p>Tiempo de viaje <b>36 minutos</b></p>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura F.22. Página 22 - Encuesta de Preferencias Declaradas

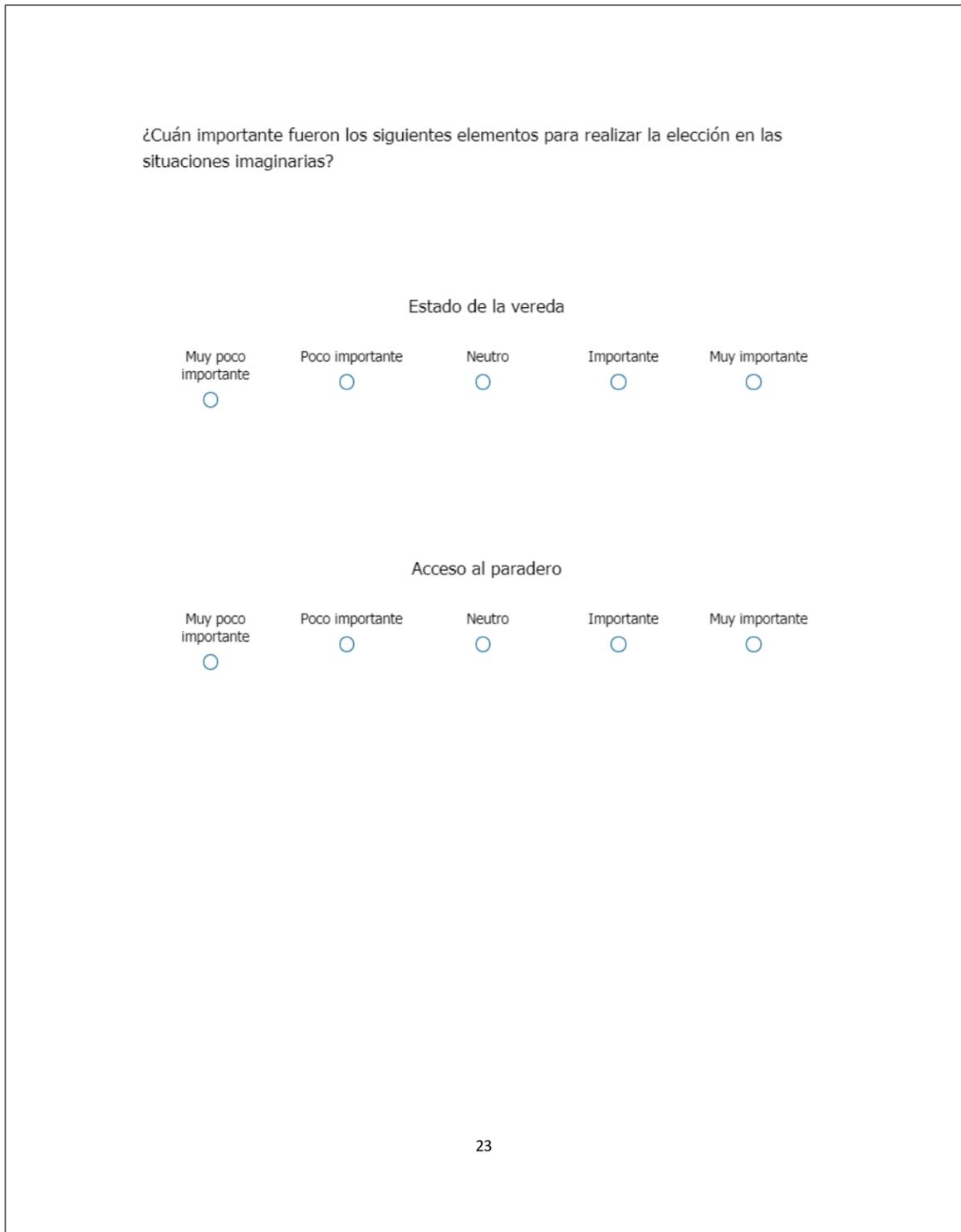


Figura F.23. Página 23 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Información en el paradero

Muy poco importante    Poco importante    Neutro    Importante    Muy importante

Tipo de apoyo en el paradero

Muy poco importante    Poco importante    Neutro    Importante    Muy importante

Tiempo de viaje

Muy poco importante    Poco importante    Neutro    Importante    Muy importante

¿Ha usado transporte público durante la emergencia sanitaria?

Sí

No

24

Figura F.24. Página 24 - Encuesta de Preferencias Declaradas

**Análisis de barreras**

Con el fin de mejorar las estrategias asociadas a la accesibilidad e inclusión social, por favor, considere 5 minutos extras para contestar el siguiente ítem. Su respuesta es muy importante para nosotros.

- Quiero contestar este ítem
- No quiero contestar este ítem

Por favor, responda las siguientes preguntas pensando en el año 2019

¿Usted perdió alguna oportunidad laboral por no contar con adecuada accesibilidad de transporte público?

- Sí
- No

¿Usted perdió alguna oportunidad de educación o capacitación por no contar con adecuada accesibilidad de transporte público?

- Sí
- No

Figura F.25. Página 25 - Encuesta de Preferencias Declaradas

¿Alguna vez no pudo asistir a actividades de recreación, sociales, familiares o comunitarios por no contar con adecuada accesibilidad de transporte público?

- Sí  
 No

Describa la situación por la que perdió la oportunidad laboral al no contar con adecuada accesibilidad al transporte público

Describa la situación por la que perdió la oportunidad de educación o capacitación al no contar con adecuada accesibilidad al transporte público

Describa la situación por la que no pudo asistir a la actividad de recreación, sociales, familiares o comunitarios al no contar con adecuada accesibilidad al transporte público

Figura F.26. Página 26 - Encuesta de Preferencias Declaradas

¿Cuáles fueron las barreras de transporte público que enfrentó?

- El paradero no era accesible porque tenía algún obstáculo físico (escalón, espacio entre paradero y bus o micro...)
- No había información accesible en el paradero y no pude informarme sobre cómo llegar
- El trabajo o actividad se desarrollaba en un horario que habría implicado desplazarme en horarios muy aglomerados (en estaciones, paraderos, etc)
- Aunque estaba en el paradero correcto, la micro o bus no paró para que los pasajeros pudiéramos subir
- El conductor no puso la rampa para poder acceder a la micro o bus
- Dependía de un tercero para poder llegar y no pudo llevarme
- Otro

Por favor, indique cuál otro problema de accesibilidad enfrentó

¿Identifica usted alguna barrera física en la vereda y paradero que le impidió alguna vez acceder a esas oportunidades o actividades?

¿Identifica usted alguna barrera respecto a la información del paradero que le impidió alguna vez acceder a esas oportunidades o actividades?

¿Identifica usted alguna barrera en relación a otros usuarios de transporte público que le impidió acceder a esas oportunidades o actividades?

### **Perfil Funcional en Contexto de Transporte Público**

#### **Dificultad para hacer actividades**

En esta parte de la encuesta, nos interesa saber acerca de su salud y bienestar. Queremos conocer si presenta dificultades o condiciones de salud que impactan en sus actividades y participación social.

En las siguientes preguntas le presentamos una serie de actividades. Usted deberá responder pensando en la dificultad que estas actividades le suponen.

La dificultad para realizar estas actividades puede deberse a enfermedades, dolores, lesiones, salud mental, situaciones de discapacidad o el grado de esfuerzo con el que debe. También debe considerar si requiere más tiempo del considerado típico para realizar una actividad producto de esas dificultades o condiciones de salud.

Figura F.28. Página 28 - Encuesta de Preferencias Declaradas

En general, ¿cuánta dificultad tiene para **estar de pie** por largos periodos como por ejemplo 30 minutos?



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

¿Cuánta dificultad tiene para cumplir con sus **quehaceres de la casa**?



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

¿Cuánta dificultad tiene para **aprender una nueva tarea**, como por ejemplo, llegar a un nuevo lugar?



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

29

Figura F.29. Página 29 - Encuesta de Preferencias Declaradas

¿Cuánta dificultad tiene para **participar**, al mismo nivel que el resto de las personas, en actividades de la comunidad (fiestas, actividades religiosas u otras actividades)?  
*Vía online o presenciales (sin cuarentena)*



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

¿Cuánto le **afecta emocionalmente** su "condición de salud"?



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

¿Cuánta dificultad tiene para **concentrarse** en hacer algo durante diez minutos?



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

30

Figura F.30. Página 30 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Cuándo ha podido salir, ¿Cuánta dificultad ha tenido para **andar largas distancias**, como un kilómetro (o equivalente)?



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

¿Cuánta dificultad tiene para **lavarse todo el cuerpo** (bañarse)?



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

¿Cuánta dificultad tiene para **vestirse**?



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

31

Figura F.31. Página 31 - Encuesta de Preferencias Declaradas

¿Cuánta dificultad tiene para **relacionarse con personas que no conoce?**



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

¿Cuánta dificultad tiene para llevar a cabo su **trabajo diario o las actividades escolares?**



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

¿Cuánta dificultad tiene para **mantener una amistad?**



Ninguna  Leve  Moderada  Severa  Extrema/No puede hacerlo

32

Figura F.32. Página 32 - Encuesta de Preferencias Declaradas

**Dificultades en contingencia COVID-19**

Considerando lo vivido estos últimos meses frente a la pandemia y con la finalidad de analizar las acciones en el mediano y corto plazo en un contexto de transporte:

¿Qué tan problemático es para usted utilizar servicios de transporte público **considerando las medidas de protección sanitarias?**



Nada



Levemente



Moderadamente



Severamente



Extremadamente



¿Qué tan problemático es para usted utilizar servicios de transporte público **considerando las aglomeraciones y riesgo de contagio?**



Nada



Levemente



Moderadamente



Severamente



Extremadamente



Figura F.33. Página 33 - Encuesta de Preferencias Declaradas

**Preguntas de actitud**

Finalmente, se presentarán 10 afirmaciones breves que abordan distintas temáticas. Piense lo que se plantea y responda qué tan de acuerdo está con ellas.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?

Participar en voluntariados es importante para mi

Muy en desacuerdo    En desacuerdo    Neutro    De acuerdo    Muy de acuerdo

Donaría sangre

Muy en desacuerdo    En desacuerdo    Neutro    De acuerdo    Muy de acuerdo

Figura F.34. Página 34 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Reciclar la basura es una acción importante para mi

Muy en desacuerdo    En desacuerdo    Neutro    De acuerdo    Muy de acuerdo

Suelo ayudar monetariamente a quienes lo necesitan

Muy en desacuerdo    En desacuerdo    Neutro    De acuerdo    Muy de acuerdo

Sería voluntario en caso de ocurrir un desastre natural

Muy en desacuerdo    En desacuerdo    Neutro    De acuerdo    Muy de acuerdo

Ofrezco mi ayuda si una persona con discapacidad visual o un adulto mayor requiere apoyo para cruzar una calle

Muy en desacuerdo    En desacuerdo    Neutro    De acuerdo    Muy de acuerdo

35

Figura F.35. Página 35 - Encuesta de Preferencias Declaradas

Utilizo los asientos o espacios preferenciales sólo cuando nadie los necesita

Muy en desacuerdo    En desacuerdo    Neutro    De acuerdo    Muy de acuerdo

Ofrezco mi ayuda si me encuentro con una persona con coche de bebé que presenta dificultades

Muy en desacuerdo    En desacuerdo    Neutro    De acuerdo    Muy de acuerdo

Si uso el ascensor preferencial, le doy preferencia a personas que lo necesitan más que yo

Muy en desacuerdo    En desacuerdo    Neutro    De acuerdo    Muy de acuerdo

Estoy dispuesto a experimentar un aumento en mis costos de transporte para que el sistema de transporte público sea adecuado y accesible para todos

Muy en desacuerdo    En desacuerdo    Neutro    De acuerdo    Muy de acuerdo

36

Figura F.36. Página 36 - Encuesta de Preferencias Declaradas

**Final**

Muchas gracias por responder esta encuesta. Finalmente, queremos saber su opinión acerca de la encue

¿Qué tan sencilla le pareció la sección donde tenía que elegir entre dos opciones de viaje en transporte público?

Muy sencilla

Sencilla

Moderada

Compleja

Muy compleja

¿Qué tan sencilla le pareció la sección donde tenía que indicar la dificultad que tiene para realizar sus actividades? Esta sección tenía unas figuras de apoyo.

Muy sencilla

Sencilla

Moderada

Compleja

Muy compleja

Figura F.37. Página 37 - Encuesta de Preferencias Declaradas

En términos generales, ¿qué opinión tiene de la encuesta?

Muy sencilla      Sencilla      Moderada      Compleja      Muy compleja

Puede dejar comentarios sobre la encuesta en el siguiente cuadro:

38

Figura F.38. Página 38 - Encuesta de Preferencias Declaradas