



UNIVERSIDAD DE CHILE

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA DE POSTGRADO
MAGISTER EN URBANISMO**

**METODOLOGÍA DE DISTRIBUCIÓN PRESUPUESTARIA PARA
PROGRAMA DE CONSERVACIÓN SECTORIAL DE VIALIDAD URBANA
BASADO EN ANÁLISIS MULTICRITERIO**

Actividad Formativa Equivalente (AFE), para optar al título de Magíster en Urbanismo

Alumno: José Fredy Quilahuilque Mardones
Profesor Guía: Tomas Cox Oettinger

Santiago – Chile

2023

© José Fredy Quilahuilque Mardones

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Me gustaría agradecer a todos aquellos que formaron parte de este largo proceso de investigación y escritura.

Dar gracias a mi familia por cada palabra de estímulo y gesto de apoyo. En especial a Romina por brindarme la confianza y el aliento necesario para seguir adelante.

Al equipo docente del programa por compartir sus conocimientos y experiencia. Especialmente, mi reconocimiento a mi profesor guía, Sr. Tomas Cox, por sus sugerencias, comentarios y apoyo a lo largo de este proceso.

Al equipo de Serviu RM, especialmente a Paula Varas, Claudia Contreras, Daniel Paredes, Andrés Güineo, Francisco Mora, Agustín Payacán y Pedro Vives, por compartir su tiempo, datos, experiencia y valiosas contribuciones.

A Valentina Pérez por las enriquecedoras jornadas de discusión, intercambio de ideas y conocimientos.

Finalmente, quiero agradecer a todos aquellos que, con una palabra, una frase casual, me impulsaron a seguir y motivarme con este largo proceso investigativo.

TABLA DE CONTENIDOS

GLOSARIO DE TERMINOS.....	1
RESUMEN.....	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 APLICACIONES DE MÉTODOS MULTICRITERIOS EN CONSERVACIÓN VIAL.....	4
1.2 EQUIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS.....	11
1.3 PROPÓSITO Y RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	12
1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	15
1.4.1 <i>Principal</i>	15
1.4.2 <i>Específicos</i>	15
1.5 ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.6 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	17
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	22
2.1.1 <i>Planificación Urbana</i>	22
2.1.2 <i>Vialidad en el Desarrollo Urbano</i>	24
2.1.3 <i>Los Proyectos de Conservación Vial</i>	26
2.1.4 <i>Métodos de Priorización de Proyectos</i>	29
2.1.5 <i>Los Métodos de Decisión Multicriterio</i>	31
2.1.5.1 <i>Proceso Analítico Jerárquico (AHP)</i>	34
2.1.6 <i>El Índice de Gini</i>	37
2.2 ESTADO DEL ARTE EN ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA CONSERVACIÓN VIAL	40
3. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA METODOLOGÍA ACTUAL	44
3.1 LÍNEA BASE DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN CHILE Y EN EL EXTRANJERO	45
3.2 METODOLOGÍA EXISTENTE.....	48
3.2.1 <i>Procedimiento de Selección Comunal</i>	49
3.2.2 <i>Descripción del IPS</i>	51
3.2.3 <i>Limitaciones del IPS en el contexto de conservación de pavimentos</i>	51
3.2.4 <i>IPS y Variables Relativas a Pavimentación</i>	54
3.3 LIMITANTES TÉCNICAS DEL PROGRAMA	55
3.4 PROBLEMÁTICA.....	56
4. METODOLOGÍA PROPUESTA	64
4.1 CRITERIOS DE PLANIFICACIÓN URBANA	67
4.2 PROCESO DE SELECCIÓN DE VARIABLES	68
4.2.1 <i>Relevancia del Problema</i>	69
4.2.2 <i>Disponibilidad de Datos</i>	69
4.2.3 <i>Potencial para la Comparación</i>	69
4.2.4 <i>Fundamento Teórico</i>	70
4.2.5 <i>Evaluación Continua</i>	70
4.2.6 <i>Decisión Informada</i>	70

4.3	VARIABLES PROPUESTAS	70
4.3.1	<i>Variables Sociales</i>	72
4.3.2	<i>Variables Económicas</i>	72
4.3.2.1	Inversión de Otros Programas Conservación Vial.	73
4.3.2.2	Inversión Programa Sectorial en Tres Períodos Anuales Anteriores.....	74
4.3.3	<i>Variables De Accesibilidad</i>	75
4.3.3.1	Distancia A Paraderos De Transporte Público Mayor	76
4.3.3.2	Cantidad de Estaciones de Metro por Comuna	77
4.3.4	<i>Variables de Infraestructura</i>	78
4.3.4.1	Déficit Conservación Vial Según Ejes Totales A Nivel Comunal	79
4.3.4.2	Porcentaje De Manzanas con Veredas Con Buena Calidad De Pavimento. 81	
4.4	METODOLOGÍA EN BASE AL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO.....	83
4.4.1	<i>Definición del objetivo</i>	83
4.4.2	<i>Definición de Panel de Expertos</i>	84
4.4.3	<i>Construcción de Jerarquías</i>	86
4.4.4	<i>Matriz de Comparación de Criterios</i>	88
4.4.5	<i>Juicio de Expertos</i>	89
4.4.6	<i>Consistencia Lógica</i>	91
4.4.6.1	Índice de Consistencia	91
4.4.6.2	Índice Aleatorio.....	92
4.4.6.3	La Relación de Consistencia (RC).....	92
4.4.7	<i>Evaluación y Estrategia de Validación</i>	94
4.5	CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GINI PARA LA DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS	94
4.5.1	<i>Variables Utilizadas para el Cálculo del Índice de Gini</i>	95
4.5.1.1	Cantidad de Habitantes por Comuna.....	95
4.5.1.2	Inversión por Habitante.	95
4.5.2	<i>Proceso de Cálculo del Índice de Gini</i>	95
4.6	EVALUACIÓN DE RESULTADOS	97
5.	RESULTADOS DE LA METODOLOGIA PROPUESTA	99
5.1	PROPUESTA DE MAGNITUDES.....	100
5.2	RESULTADOS DE MATRICES DE COMPARACIÓN	101
5.2.1	<i>Matriz Experto 1</i>	102
5.2.2	<i>Matriz Experto 2</i>	102
5.2.3	<i>Matriz Experto 3</i>	103
5.2.4	<i>Matriz Experto 4</i>	103
5.2.5	<i>Matriz Experto 5</i>	104
5.3	RESULTADOS GLOBALES	104
5.3.1	<i>Matriz Experto Combinada</i>	104
5.3.2	<i>Matriz Normalizada Combinada</i>	105
5.3.3	<i>Matriz de Ponderación Combinada</i>	105
5.3.4	<i>Relación de Consistencia Combinada</i>	106
5.3.5	<i>Ranking de Resultados</i>	106
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	108

6.1	CONTEXTO DEL ANÁLISIS.....	109
6.2	OBJETIVO DEL ANÁLISIS.....	109
6.3	CONCLUSIONES DEL MÉTODO PROPUESTO.....	110
6.3.1	<i>Comparación de Movilidad de Resultados.....</i>	111
6.3.2	<i>Comparación de Asignación de Recursos.....</i>	115
6.3.3	<i>Comparación de Equidad.....</i>	119
6.4	LIMITANTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	123
6.4.1	<i>Restricciones Temporales.....</i>	123
6.4.2	<i>Configuración del Panel de Expertos.....</i>	124
6.4.3	<i>Complejidad en la Configuración del Panel de Expertos.....</i>	124
6.4.4	<i>Simplicidad en la Aplicación de Métodos de Decisión.....</i>	124
6.4.5	<i>Software y Herramientas Utilizadas.....</i>	124
6.4.6	<i>Análisis Matemático.....</i>	125
7.	BIBLIOGRAFIA.....	126
8.	ANEXOS.....	134
8.1	TABLA INVERSIÓN CON METODOLOGÍA EXISTENTE PERIODO 2018-2022.....	134
8.2	TABLA INVERSIÓN CON METODOLOGÍA PROPUESTA, AÑO 2018.....	135
8.3	TABLA INVERSIÓN CON METODOLOGÍA PROPUESTA, AÑO 2019.....	136
8.4	TABLA INVERSIÓN CON METODOLOGÍA PROPUESTA, AÑO 2020.....	137
8.5	TABLA INVERSIÓN CON METODOLOGÍA PROPUESTA, AÑO 2021.....	138
8.6	TABLA INVERSIÓN CON METODOLOGÍA PROPUESTA, AÑO 2022.....	139
8.7	CARTOGRAFÍA METODOLOGÍA EXISTENTE PERIODO 2018-2022.....	140
8.8	CARTOGRAFÍA METODOLOGÍA PROPUESTA PERIODO 2018-2022.....	141
8.9	CARTOGRAFÍA INVERSIÓN METODOLOGÍA EXISTENTE PERIODO 2018-2022 ...	142
8.10	CARTOGRAFÍA INVERSIÓN METODOLOGÍA PROPUESTA PERIODO 2018-2022..	143
8.11	EJEMPLO FORMULARIO SOLICITUD DE CONSERVACIÓN VIAL, LA PINTANA.....	144

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Dimensiones, Indicadores y Ponderadores del IPS	59
Tabla 2	Clasificación Comunal del IPS, 2020.....	60
Tabla 3	Clasificación Comunal del IPS, 2019.....	61
Tabla 4	Escala de Saaty	89
Tabla 5	Índices Aleatorios por Tamaño de Matriz	92
Tabla 6	Matriz de Comparación de Criterios, Experto 1	102
Tabla 7	Matriz de Comparación de Criterios, Experto 2	102
Tabla 8	Matriz de Comparación de Criterios, Experto 3	103
Tabla 9	Matriz de Comparación de Criterios, Experto 4	103
Tabla 10	Matriz de Comparación de Criterios, Experto 5	104
Tabla 11	Matriz de Comparación de Expertos Combinada	104
Tabla 12	Matriz Combinada Normalizada	105
Tabla 13	Matriz de Ponderación Combinada	105
Tabla 14	Relación de Consistencia Combinada.....	106
Tabla 15	Detalle por Columna de Resultados del Ranking Propuesto	107
Tabla 16	Extracto Resultados Ranking Método Existente y Propuesto para el año 2018. 112	
Tabla 17	Extracto Resultados Ranking Método Existente y Propuesto para el año 2019. 112	
Tabla 18	Extracto Resultados Ranking Método Existente y Propuesto para el año 2020. 113	
Tabla 19	Extracto Resultados Ranking Método Existente y Propuesto para el año 2021. 113	
Tabla 20	Extracto Resultados Ranking Método Existente y Propuesto para el año 2022. 114	
Tabla 21	Resultados de la Distribución de Recursos Metodología Existente y Propuesta 116	
Tabla 22	Cantidad de Comunas Atendidas y No Atendidas con Metodología Existente y Propuesta.....	117
Tabla 23	Resultados Índice de Gini con Método Existente y Propuesto.....	121

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Resumen Esquemático del Plan de Trabajo	17
Figura 2	Esquema de Objetivos y Resultados Esperados	20
Figura 3	Esquema Modelo Jerárquico para la Toma de Decisiones	36
Figura 4	Gráfico Sobre Tipos de Intervención Vial Asociados a la Curva de Deterioro	45
Figura 5	Extracto Planilla de Consulta de Necesidades de Conservación Vial a Municipios	49
Figura 6	Esquema Metodología Existente de Selección Comunal del Programa	50
Figura 7	Corte Vial Típico	52
Figura 8	La Problemática del IPS	63
Figura 9	Esquema Resumen Metodología Propuesta.....	66
Figura 10	Dimensiones en Estudio para la Propuesta	71
Figura 11	Resumen de las Dimensiones, Variables y Fuentes de Datos a Usar en la Metodología Propuesta	82
Figura 12	Esquema Metodología Propuesta.....	86
Figura 13	Esquema de Construcción de Jerarquía	88
Figura 14	Resumen Flujo de Aplicación Método AHP.....	93
Figura 15	Esquema de Proceso de Cálculo del Índice de Gini para la Metodología Propuesta	96
Figura 16	Gráfico Ejemplo Curva de Lorenz para Ingresos por Hogar.....	97
Figura 17	Resumen Flujo de Resultados Método Existente y Propuesto	107
Figura 18	Gráfico Porcentaje de Comunas Atendidas por el Método Existente	118
Figura 19	Gráfico Porcentaje de Comunas Atendidas por el Método Propuesto.....	118
Figura 20	Gráfico Distribución Per Cápita por Comuna	120
Figura 21	Gráfico Curva de Lorenz para Cálculo de Índice de Gini.....	121

GLOSARIO DE TERMINOS

- SERVIU RM:** Servicio de Vivienda y Urbanización Región Metropolitana.
- MINVU:** Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- MOP:** Ministerio de Obras Públicas.
- IPS:** Índice de Prioridad Social.
- PRMS:** Plan Regulador Metropolitano de Santiago.
- SII:** Servicio de Impuestos Internos.
- CRV:** Programa de Conservación Vial.
- SIG:** Sistema de Información Geográfica.
- PRC:** Plan Regulador Comunal.
- SIEDU:** Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano.
- DTPM:** Directorio de Transporte Público Metropolitano.
- AHP:** Analytic Hierarchy Process.
- FEDER:** Fondo Europeo de Desarrollo Regional.
- MCDA:** Análisis de Decisión Multicriterio.
- AMC:** Análisis Multicriterio.
- EIA:** Evaluación de Impacto Ambiental.
- INE:** Instituto Nacional de Estadísticas.
- CBA:** Análisis Costo-Beneficio.
- SRA:** Análisis de Rentabilidad Social.
- PCI:** Método de Priorización Basado en el Índice de Condición del Pavimento.
- MEA:** Método de Evaluación de Alternativas.
- PPM:** Método de Priorización de Proyectos de Mantenimiento.
- MACB:** Método de Análisis Costo-Beneficio.
- DNP:** Departamento Nacional de Planeación Colombiano.
- RC:** Relación de Consistencia.

RESUMEN

En las vías que componen el tejido urbano, concebidas como bien nacional de uso público, conviven diferentes actividades fundamentales para las interacciones sociales. Es por ello que mantenerlas en buen estado supone beneficios estructurales, económicos y sociales, entre otros. En ese sentido es importante contar con planes de conservación que mantengan índices de serviciabilidad óptimos.

El Servicio de Vivienda y Urbanización de la Región Metropolitana (Serviu RM), tiene un plan de Conservación Vial Sectorial que permite distribuir recursos en las diferentes comunas de la región, sin embargo, se ha observado la ausencia de una metodología de selección comunal objetiva que considere variables urbanas para la distribución de recursos. En lugar de ello, se utiliza como parámetro de selección el ranking comunal indicado en el Índice de Prioridad Social, lo que genera una distribución parcial de los recursos, además de no evidenciar las falencias vinculadas directamente a las cualidades urbanas para las cuales los recursos son destinados, convirtiendo esto en una problemática.

El objetivo de esta investigación es proponer una metodología de priorización de comunas que permita distribuir los recursos del programa de Conservación Vial Sectorial de manera equitativa y efectiva. Para lograrlo, se estudiarán variables asociadas al contexto urbano, las cuales se incluirán en un método de análisis multicriterio, con una previa validación y ponderación a partir de la participación de un panel de expertos.

Además de considerar el impacto de las variables urbanas en la selección de proyectos de conservación vial, esta investigación también medirá el efecto de la metodología propuesta en una distribución equitativa de los recursos a lo largo del tiempo.

Palabras Clave: Conservación Vial, Variables Urbanas, Análisis Multicriterio, Priorización de Recursos

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

La infraestructura urbana ha permitido a lo largo del tiempo el buen funcionamiento de las ciudades, en ello el sistema vial constituye uno de los factores que facilitan el desarrollo y conectividad en todos los conjuntos urbanos de mayor a menor escala, generando una integración global y local de éstos.

Una de las dimensiones que incide directamente en este sistema guarda relación con el estado y calidad de vías; considerando niveles de confort, seguridad, accesibilidad, buenos índices de serviciabilidad¹, entre otros factores que en su totalidad hacen de la infraestructura urbana-vial un sistema óptimo para el desarrollo.

Anualmente el Serviu RM -dependiente del Ministerio de Vivienda y Urbanismo- dispone de recursos para diseñar y ejecutar proyectos de conservación vial. Intervenciones cuya gestión tiene como propósito otorgar beneficio a la mayor cantidad de comunas posible, y a su vez que las vías a ejecutar logren beneficios tanto urbanos como sociales en su entorno adyacente.

En la actualidad, Serviu RM utiliza un indicador compuesto llamado Índice de Prioridad Social (IPS), que integra tres aspectos relevantes del desarrollo social comunal: ingresos, educación y salud. Corresponde a un índice sintético cuyo valor numérico permite dimensionar el nivel de vida relativo alcanzado por la población de una comuna (Seremi de Desarrollo Social y Familia Metropolitana, 2020). De esta manera, es posible identificar

¹ El Índice de Serviciabilidad de Pavimento (PSI, según sus siglas en inglés) tiene como propósito dar un valor de nivel de confort y seguridad con la que cuenta un pavimento con respecto al desplazamiento natural y normal de los vehículos. Se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente.

aquellas comunas que requieran de forma prioritaria una respuesta institucional a través de los distintos programas, proyectos y acciones que lleva a cabo el Estado. Sin embargo, las variables que asocia el IPS no tienen relación directa con criterios de diseño vial ni el estado actual de infraestructura urbana por comuna, por lo que las acciones no están focalizadas a los beneficios relacionados. Por ejemplo, no se toman en cuenta variables comunales de interacción con otros modos de transporte a nivel comunal, porcentaje de inversión de periodos anteriores, existencia de beneficios de otros programas de conservación vial, cantidad de población, entre otros.

En síntesis, la consideración del IPS como variable no incluye datos cuantitativos vinculados a la cantidad de comunas seleccionadas, como tampoco un porcentaje de inversión a materializarse. Lo anterior supone que dicha categorización no está asociado a indicadores idóneos para la distribución de recursos.

En este escenario se vuelve necesario considerar herramientas objetivas que ponderen variables diversas asociadas al programa urbano y que además generen una distribución contextual y equitativa a las comunas.

1.1 Aplicaciones de Métodos Multicriterio en Conservación Vial

Diversas investigaciones en el ámbito vial han empleado análisis multicriterio para abordar materias de priorización y selección de proyectos. En la actualidad, la elección de proyectos no se limita solo a la optimización de recursos, sino que también considera aquellas intervenciones que tienen mayores ventajas de accesibilidad para otros modos de transporte; como también un enfoque de inversión que visibilice las áreas urbanas de mayor necesidad y con ello la existencia de variabilidad en esa distribución de recursos.

En términos generales, el análisis multicriterio (AMC) es una técnica que permite evaluar diferentes alternativas en función de múltiples criterios, con el objetivo de considerar diferentes aspectos en una evaluación y no sólo uno o dos criterios.

En la literatura existen muchos métodos de análisis multicriterio, algunos más complejos que otros, y su elección dependerá del contexto en el que se utilicen, de los objetivos específicos de la evaluación, de la disponibilidad de datos y de otros factores relevantes.

Dicho esto, existen varios estudios que han evaluado y comparado diferentes métodos de análisis multicriterio, tanto desde una perspectiva teórica como empírica. En la elección de un método de análisis multicriterio, es importante tener en cuenta las características de éste y cómo se ajustan a las necesidades de la evaluación.

Algunos de los métodos de análisis multicriterio más comunes incluyen el Análisis de Decisión Multicriterio (MCDa), la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), el Análisis Costo-Beneficio (CBA) y el Análisis de Rentabilidad Social (SRA). Cada uno de estos métodos tiene características y aplicaciones específicas, pudiendo utilizarse en diferentes contextos de planificación urbana.

En el ámbito vial urbano, el análisis multicriterio se utiliza para evaluar y comparar diferentes opciones de proyectos urbanos en función de múltiples criterios. Según López Serrano, Chung Alonso, & Ramírez Rivera (2021) el análisis multicriterio se considera un método óptimo, ya que ofrece las características necesarias para poder evaluar, analizar y dar solución a las variables que requieren ser resueltas.

Uno de los métodos de análisis multicriterio utilizados en la planificación territorial es el Análisis de Decisión Multicriterio (MCDa). Según De Prada (2018), este método se ha utilizado al estudiar propuestas de expansión urbana y ha demostrado ser una herramienta

útil ya que los criterios utilizados crean una visión territorial futura y comparan situaciones de contraste. Esto desde una base de información primaria y secundaria de fácil accesibilidad.

Dado lo anterior, se deben seleccionar alternativas estudiadas bajo diferentes dimensiones que estén asociadas a los requerimientos del proyecto, y que analizadas bajo indicadores permitan evaluar todos los criterios que puedan afectar su selección. Posteriormente ponderar de forma objetiva la importancia de los diferentes factores y escoger la mejor opción.

El proceso de decisión se define como el estudio de identificación y elección de alternativas basadas en los valores y preferencias de las personas o equipos involucrados. Los métodos de decisión son una herramienta que reduce la subjetividad en la toma de decisiones mediante la creación de una serie de filtros de selección y ayuda en la elección de alternativas complejas (Muñoz & Romana, 2016)

Estos métodos buscan reducir o encuadrar la subjetividad, para ello consideran la experiencia de uno o múltiples expertos, generando una ponderación de variables desde un procedimiento establecido. De esta manera se hace explícito el proceso de decisión.

Es importante mencionar que existen varios ejemplos de estudio sobre los métodos de decisión multicriterio. Todos incluyen una matriz de decisión en la cual interviene la subjetividad, criterio y experiencia del decisor, quien finalmente les dará magnitud a las variables de estudio.

Por ello, es necesario contar con una metodología que permita sistematizar el proceso, desde la ponderación de criterios, hasta la jerarquización de los proyectos que serán escogidos. En el caso de esta investigación, se jerarquizarán las comunas seleccionadas en base a diferentes factores.

De acuerdo a Contreras (2003), entre los principales elementos del problema de decisión se encuentran:

- **Criterios de decisión**
- **Alternativas**
- **Peso o importancia**
- **Valoración o evaluación**
- **Matriz de decisión**
- **Elección**

Criterios de decisión: Factores o características que se utilizan para evaluar las alternativas. Pueden ser objetivos o subjetivos, cuantitativos o cualitativos. Deben ser claros, relevantes y mensurables.

Alternativas: Conjunto finito de decisiones posibles que serán evaluadas en el análisis multicriterio.

Pesos o Magnitudes: Corresponden a las medidas relativas que indicarán la importancia que tiene cada criterio para el decisor.

Valoración o evaluación: Asignación de puntuación a cada alternativa en función del criterio de decisión.

Matriz de decisión: Representa los criterios y los pesos que el decisor establece en su análisis, combinando la puntuación de cada uno de ellos en una puntuación global.

Elección: Selección de la alternativa que obtiene la mayor puntuación en la matriz de decisión.

Es un método válido para evaluar diferentes alternativas a través de una batería de criterios, pudiendo ser evaluada cada alternativa por determinadas variables (Ángeles Díez & Etxano, 2008). Dentro de este marco, es vital contar con la información adecuada para tomar la mejor decisión, la cual se determinará dentro de un conjunto de posibles alternativas, las cuales deben ser evaluadas frente a múltiples criterios que se definan para este propósito (Osorio Gómez & Orejuela Cabrera, 2008). Algunos ejemplos de criterios que se han utilizado en el análisis multicriterio en diferentes contextos:

Ambientales: emisiones de gases de efecto invernadero, uso de energía renovable, calidad de aire y de agua, emisiones de contaminantes, generación de residuos e impacto en la biodiversidad.

Sociales: equidad, justicia, accesibilidad, inclusión, participación ciudadana, impacto en la salud y seguridad vial.

Económicos: costos de construcción y operación, costo-beneficio, rentabilidad y tasa de retorno.

Técnicos: eficiencia, confiabilidad, seguridad y calidad

Políticos: cumplimiento de objetivos y metas políticas, alineación con planes y estrategias gubernamentales.

Culturales: preservación del patrimonio histórico y cultural, promoción de la identidad y diversidad cultural.

Estéticos: impacto visual, armonía con el entorno y calidad de diseño.

Operativos: eficiencia en la operación y mantenimiento, capacidad de respuesta a eventos imprevistos.

Tecnológicos: innovación, compatibilidad con tecnologías existentes.

Es importante tener en cuenta que esta lista no es exhaustiva y que se la utilización de otros criterios dependerá del contexto y objetivos específicos de cada evaluación.

Por otra parte, toman relevancia los criterios que se incluyen en el análisis multicriterio de estudios de infraestructura de transporte. El estudio de García Ramos (2016), indica que se deben establecer los siguientes objetivos para su análisis:

- ✓ Reducir la congestión; eliminando limitaciones de capacidad en redes o nudos únicos por medio de la construcción de nuevas conexiones o itinerarios alternativos.
- ✓ Mejorar la eficacia de una conexión o nudo; aumentando la rapidez de desplazamiento y reduciendo los costes de explotación y la frecuencia de los accidentes mediante la adopción de medidas de seguridad.
- ✓ Provocar un desplazamiento de la demanda hacia determinados sistemas de transporte.
- ✓ Construir conexiones inexistentes o completar la construcción de redes mal conectadas.
- ✓ Mejorar la accesibilidad de las zonas o regiones periféricas.

Entre las dimensiones a estudiar, García Ramos (2016) menciona 5 grupos:

- ✓ **Criterios funcionales.**
- ✓ **Criterios técnicos.**
- ✓ **Criterios de impacto sobre el medioambiente.**
- ✓ **Criterios sociales.**
- ✓ **Criterios económicos.**

Entre otros estudios enfocados en el mantenimiento de vialidad interurbana se generan las siguientes preguntas para priorizar sus proyectos. (Sayadinia & Beheshtinia , 2021)

¿Qué criterios son los más eficaces para evaluar la prioridad del mantenimiento de las carreteras?

¿Cuál es la puntuación de cada alternativa de decisión con respecto a cada criterio?

Existen variados estudios enfocados en el mantenimiento vial.

Ramadhan, Al-Abdul, & Duffuaa, (1999) establecieron siete criterios para jerarquizar la elección de los proyectos de mantenimiento de carreteras. Entre las principales variables toman relevancia:

- ✓ **Volumen de tráfico.**
- ✓ **Seguridad vial.**
- ✓ **Importancia social.**
- ✓ **Costos de mantenimiento.**

Si ahondamos en la bibliografía asociada a la evaluación de conservación vial mediante análisis multicriterio, las variables en estudio tienden a repetirse. Por ejemplo, para Gunasoma & Pasindu, (2016), los criterios a evaluar son los siguientes:

- ✓ **Volumen de tráfico.**
- ✓ **Seguridad Vial.**
- ✓ **Importancia Social.**
- ✓ **Importancia Económica.**

✓ **Índice de calidad del pavimento.**

Considerando lo anterior, se puede evidenciar que para lograr una planificación urbana integral es crucial considerar no solo los aspectos económicos y sociales, sino también, la calidad de la infraestructura y la accesibilidad a otros modos de transporte.

1.2 Equidad en la Distribución de Recursos.

En otro sentido, según lo planteado por diversos estudios (Tsou, Hung, & Chang, 2005), la planificación urbana debe garantizar una distribución equitativa y medida de los recursos. Con esto en perspectiva, existe un indicador de desigualdad que se utiliza en las ciencias sociales y económicas: El índice de Gini, o también llamado coeficiente de Gini. Fue ideado por el estadístico italiano Corrado Gini y puede utilizarse para medir cualquier forma de distribución desigual.

Por lo anterior se evidencia la posibilidad de utilizar este índice en la planificación urbana, y con ello evaluar la equidad en la distribución de recursos y servicios en diferentes áreas de la ciudad.

Por ejemplo, un índice de Gini alto, indicaría una mayor desigualdad en la distribución de recursos y servicios entre los diferentes grupos de la población en un área urbana determinada. En consecuencia, se podrían tomar medidas de planificación urbana para reducir la desigualdad en la distribución de recursos y servicios por comuna en la región, mejorando así la equidad urbana.

En síntesis, las dimensiones sociales, económicas, técnicas y de accesibilidad, son aspectos claves para la planificación urbana y la distribución de recursos comunal, por lo que su evaluación y perfeccionamiento pueden contribuir significativamente a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, fomentando a su vez un desarrollo urbano sostenible y equitativo.

Es importante tener en cuenta que, según el contexto, algunos criterios tendrán mayor relevancia que otros, por lo que es necesario asignar pesos adecuados durante la evaluación.

Para lograr lo anterior, se requiere de una metodología que permita sistematizar el proceso; desde la ponderación de los criterios hasta la jerarquización de los proyectos seleccionados. En este caso particular, se llevará a cabo la jerarquización de las comunas seleccionadas considerando diferentes factores y dimensiones.

1.3 Propósito y Relevancia de la Investigación

A partir de un análisis crítico de la práctica existente, se propone una nueva metodología adaptable a las necesidades del programa de conservación vial sectorial para el caso chileno, lo que puede mejorar significativamente la eficacia y eficiencia de la gestión del mantenimiento y conservación de los ejes viales informados por los municipios.

Esta metodología se considera una herramienta valiosa para el Serviu RM, los municipios beneficiados y otros actores relevantes; ya que permitirá tomar decisiones estratégicas en cuanto a asignación de recursos, planificación y ejecución de proyectos de conservación vial de manera más efectiva.

La investigación tiene como objetivo principal proponer una metodología de adaptación continua de los criterios y objetivos del programa de conservación vial sectorial, considerando las necesidades específicas de cada comuna, teniendo en cuenta factores sociales, económicos y técnicos.

En relación a lo anterior, diversos autores han destacado la importancia de considerar la accesibilidad y la conectividad de las zonas urbanas para mejorar la calidad de vida de sus habitantes (Vicuña, Orellana, Truffello, & Moreno, 2019). Asimismo, la inequidad en el acceso de la población a las capitales y provincias es un problema evidente que resulta en la insatisfacción de necesidades básicas como salud, educación y acceso a mercados.

Este problema se debe en gran parte a la gestión inadecuada de los recursos públicos destinados a la construcción de nueva infraestructura vial y a la conservación de la infraestructura existente (Castañeda Pajares & Vigo Monzón, 2018).

Por otro lado, se ha enfatizado en la importancia de utilizar herramientas de análisis multicriterio para la toma de decisiones en proyectos de infraestructura vial, ya que permiten considerar diferentes aspectos y perspectivas (Villegas Flores, 2009).

Para asegurar la validez y aplicabilidad de la metodología propuesta en esta investigación, se ha planeado socializar la metodología con un panel de expertos el que estará compuesto por profesionales de Serviu RM, con experiencia en áreas relacionadas con la conservación sectorial de vialidad urbana y la distribución presupuestaria en contextos similares.

El objetivo de esta socialización es obtener retroalimentación consistente que permita ajustar y mejorar la metodología antes de su implementación en el contexto real, lo que a su vez permitirá validar la metodología y proporcionar evidencia adicional de su utilidad y aplicabilidad.

En esta etapa de la investigación se realizará una exposición de las dimensiones y variables asociadas, además de la valoración final en las que se presentará la metodología, fortalezas y limitaciones.

La metodología propuesta en esta investigación para la distribución presupuestaria en la conservación sectorial de vialidad urbana en la Región Metropolitana podría tener aplicaciones en otros ámbitos relacionados. Por ejemplo, el análisis multivariable utilizado en esta metodología para la identificación de los factores más relevantes en la asignación de recursos podría ser aplicado en otros sectores donde se busca optimizar la distribución de

recursos, tales como la planificación ambiental o la gestión de recursos hídricos (Flores Takahashi , 2017).

Por otra parte, la incorporación de una matriz de ponderación para asignar puntajes a los diferentes factores relevantes en la distribución presupuestaria, es una técnica ampliamente empleada en la toma de decisiones multicriterio en diversos estudios.

Al adaptar y ajustar la metodología propuesta en este estudio, se podrían explorar diversas aplicaciones potenciales, incluyendo las mencionadas y otras.

No obstante, es importante tener en cuenta que la aplicación de esta metodología en diferentes contextos puede plantear desafíos particulares, por lo que se recomienda realizar un análisis minucioso de cada caso.

Se espera que la metodología pueda ser utilizada en futuros análisis estadísticos que permitan obtener datos precisos sobre la inversión y las comunas beneficiadas, lo que promoverá la identificación de nuevas variables o problemáticas en la gestión del mantenimiento y conservación. Con esto, se podrán proponer soluciones efectivas y eficientes, mejorando la toma de decisiones para la asignación de recursos.

Por último, se espera que la propuesta metodológica sirva como referencia para la elaboración de nuevos análisis multivariados en otros programas estatales, en base a los parámetros y criterios utilizados en esta investigación. Lo que supone una mayor estandarización en la gestión de la conservación vial y una mejora en la eficiencia de asignación de recursos.

1.4 Objetivos del Estudio

1.4.1 Principal

Elaborar una metodología que incorpore múltiples criterios para la selección comunal del programa de conservación Sectorial RM, para lograr una distribución equitativa de recursos asignados.

1.4.2 Específicos

- ✓ Identificar criterios y variables relevantes para la distribución de recursos del programa de conservación sectorial en la Región Metropolitana.
- ✓ Establecer un modelo de análisis multicriterio para la evaluación y comparación de alternativas de distribución de recursos.
- ✓ Aplicar el modelo de análisis multicriterio en la distribución de recursos del programa de conservación sectorial.
- ✓ Evaluar el efecto del modelo de análisis multicriterio en la distribución equitativa de los recursos.

1.5 Ámbito de la Investigación

Con base en un análisis multicriterio, el enfoque propone una metodología de distribución presupuestaria para un programa de conservación sectorial de vialidad urbana en la Región Metropolitana de Santiago, Chile.

Se propondrán variables validadas por un panel de expertos acotado. Estas proporcionarán una base para calcular el índice de Gini, permitiendo cuantificar y comparar la equidad en la asignación de recursos entre las diferentes comunas. Se analizará si existe una distribución equitativa de los recursos, considerando tanto el tamaño de la población como la proporción de fondos asignados a cada comuna.

En caso de detectarse desigualdades significativas, se realizarán ajustes en la asignación de recursos para fomentar una distribución más equitativa y promover la igualdad de oportunidades en la conservación vial entre las comunas de la región.

Es importante destacar que la aplicación de la metodología propuesta considera la disponibilidad de datos confiables y actualizados sobre el estado de las vías urbanas y otros factores relevantes

La investigación busca desarrollar un enfoque robusto y generalizable que contribuya a mejorar la gestión de recursos y la toma de decisiones en la conservación vial a nivel nacional e internacional. Para ello se revisaron diversas fuentes bibliográficas relacionadas con la conservación vial, el análisis multivariable, los métodos cuantitativos y la política pública.

En cuanto a la conservación vial, se revisó que la investigación en este campo se enfoca en la evaluación del desempeño de pavimentos y la gestión de activos, pero también existen estudios sobre la eficacia de diferentes técnicas y materiales en la conservación y mantenimiento de vías urbanas.

Respecto al análisis multivariable, se observó que esta herramienta es ampliamente utilizada en diversos campos como la economía, la ingeniería y la ciencia política para modelar relaciones complejas entre múltiples variables.

En cuanto a los métodos cuantitativos, se encontró que estos son fundamentales para la investigación en diversas áreas; como la estadística, la matemática y la administración, las cuales permiten la aplicación de técnicas avanzadas para el análisis de datos y la toma de decisiones informadas.

Finalmente, en el ámbito de la política pública, se encontró que esta es un área importante para la investigación en el contexto de la distribución presupuestaria, ya que

existen diversas teorías y prácticas relacionadas con la asignación de recursos públicos a programas y proyectos de impacto social.

1.6 Metodología de Investigación

La investigación se desarrollará desde una metodología mixta, combinando técnicas cualitativas que permitan generar el análisis por medio de panel de expertos, para luego proponer un estudio cuantitativo de acuerdo con el análisis multicriterio adoptado.

Con los objetivos planteados se busca alcanzar una distribución eficiente de recursos, enfocando las acciones en las comunas y vías que requieren mayores intervenciones. Para ello, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de indicadores sociales, de transporte e inversión provenientes de diversas fuentes, como SIEDU, Serviu, municipios y el Servicio de Impuestos Internos, las cuales se detallarán en las secciones respectivas.

Se aplicarán métodos estadísticos con el objetivo de obtener conclusiones objetivas que permitan definir de manera fundamentada y concreta la distribución de recursos para las iniciativas seleccionadas.

El plan de trabajo consiste en 5 etapas:

Figura 1

Resumen Esquemático del Plan de Trabajo



Fuente: Figura de Elaboración Propia

Etapa 1, revisión de antecedentes: Se llevará a cabo un análisis de investigaciones previas relacionadas con el tema.

Etapa 2, marco teórico y definición del objetivo: Se desarrollará un marco teórico basado en la bibliografía estudiada, el cual respaldará la problemática planteada. Se abordará la falta de una metodología de distribución presupuestaria para el Programa de Conservación Vial Sectorial. Además, se definirá el objetivo considerando los métodos de análisis multivariable existentes. Dado que las variables a analizar pueden tener diferentes unidades de medida, se empleará un método de toma de decisiones que permita comparar los datos de los indicadores propuestos.

Etapa 3, diseño de variables y aplicación del método AHP: Se propondrán variables en cuatro dimensiones, las que se utilizarán para generar una primera iteración aplicando el método multivariable seleccionado. Esto permitirá obtener un ranking piloto. Se verificará que las variables propuestas puedan obtenerse a partir de fuentes de información confiables.

A continuación, se aplicará el Método Analítico Jerárquico (AHP) y se presentarán las variables a un panel de expertos de la Subdirección de Pavimentación y Obras Viales de Serviu RM. El objetivo será consensuar los pesos y magnitudes entre las variables propuestas.

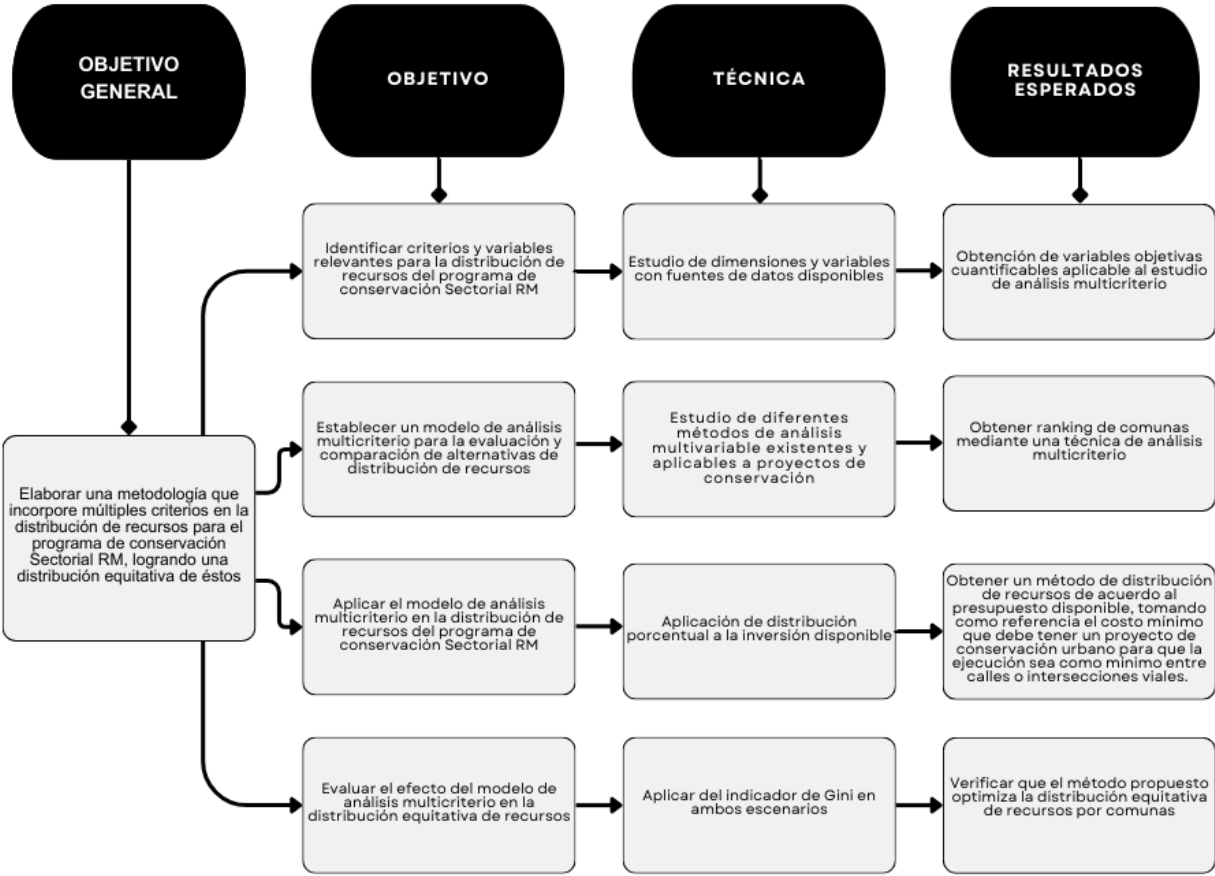
Etapa 4, análisis definitivo mediante AHP: Se llevará a cabo un nuevo análisis utilizando el método AHP, considerando las magnitudes de las variables definidas en conjunto con el panel de expertos.

Con los resultados finales, se propondrá una metodología de distribución presupuestaria a nivel metropolitano.

Etapas 5, comparación de resultados: Se compararán los resultados obtenidos aplicando el método propuesto, respecto a la metodología actual, para un período de tres años. La comparación de comunas beneficiadas por el programa actual respecto a las beneficiadas con el método propuesto, se realizará considerando la equidad en la distribución de recursos, esto es, que no haya predominancia en la recepción de recursos por parte de pocas comunas. Para esto se aplica el indicador de Gini en ambos casos.

Figura 2

Esquema de Objetivos y Resultados Esperados



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 2

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En este capítulo, se realizará una revisión de la literatura existente en el ámbito de la planificación urbana, la vialidad en el desarrollo urbano y los proyectos de conservación vial.

Esta revisión comprenderá un marco teórico donde se explorarán los conceptos generales y los métodos fundamentales relacionados con estos campos. Con ello se revisará el estado del arte, enfocado en la aplicación de métodos para la distribución de recursos en el contexto de la vialidad y la conservación vial.

A través de este análisis, se establecerá un fundamento teórico y metodológico que permitirá comprender la relevancia y los desafíos asociados a la distribución de recursos en estas áreas, proporcionando así una base para el desarrollo de la investigación.

2.1 Marco Teórico y Metodológico

Se comenzará explorando los aspectos clave de la planificación urbana, incluyendo principios, objetivos y estrategias utilizadas en el desarrollo y gestión de áreas urbanas. Luego, se analizará la importancia de la vialidad en el contexto del desarrollo urbano, considerando factores como diseño vial, movilidad y accesibilidad.

Posteriormente, se profundizará en los proyectos de conservación vial, destacando su relevancia para asegurar la durabilidad y funcionalidad de las infraestructuras viales existentes. Se discutirán enfoques, estrategias y la importancia de la planificación con presupuesto adecuados.

Se explorarán los métodos de selección utilizados en la toma de decisiones relacionadas con la vialidad y la conservación vial, considerando criterios como costo, beneficio, impacto ambiental y social. También se analizarán los métodos de decisión multicriterio y su aplicabilidad en el campo de estudio.

Por último, se examinará el índice de Gini como una medida para evaluar la desigualdad en la distribución de ingresos o recursos, y su relevancia en el contexto de la vialidad y la conservación vial.

2.1.1 *Planificación Urbana*

La planificación urbana desempeña un papel importante en el desarrollo socioeconómico de una nación. Enmarcada en la premisa de que el Estado está al servicio de la persona y busca promover el bien común; la planificación urbana se convierte en un instrumento estratégico para crear condiciones sociales propicias que permitan a cada individuo alcanzar su máximo potencial en todos los aspectos de la vida. Esta perspectiva se refleja en la Constitución Política de la República de Chile (1980), que establece la obligación del Estado de respetar y garantizar los derechos y garantías individuales.

Para cumplir estos objetivos, se llevan a cabo diferentes políticas de estado que definen planes de acción a fin de lograr el bienestar de las personas y el desarrollo del país.

Entre las diferentes actividades toma relevancia la planificación urbana, que se define como “el proceso que se efectúa para orientar y regular el desarrollo de los centros urbanos en función de una política nacional, regional y comunal de desarrollo socioeconómico”. (Ley General de Urbanismo y Construcciones, 1975)

Según Roitman (2008), la planificación urbana está considerada como una actividad regulatoria, burocrática y relacionada con procedimientos. Por su parte, Polanco (2017) define la planificación urbana como "un proceso complejo, debido a los diferentes factores que en ella intervienen de manera simultánea, como son: el económico, social, político, ambiental, el recurso humano y la participación comunitaria".

Estas son solo algunas de las definiciones de planificación urbana que se encuentran en la literatura especializada. Cada autor y fuente puede enfocar la definición desde una perspectiva diferente, pero en general, se entiende que la planificación urbana es un proceso integral que busca mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en las ciudades y asentamientos humanos.

Las investigaciones sobre planificación urbana están siendo orientadas hacia un enfoque integral que considera ya no solo la ejecución, sino también de su implementación. La planificación ya no puede ser vista como una actividad separada de la gestión, sino como una parte de ella. (Jirón, 1994)

Dado lo anterior, se hace necesario que la ejecución de la planificación urbana vaya de la mano con la gestión de recursos de inversión. En el caso de estudio, se deben generar planes de conservación vial asociadas a una gestión de recursos de los diferentes programas existentes.

2.1.2 Vialidad en el Desarrollo Urbano

Hoy en día, alrededor del 55 % de la población mundial, 4200 millones de habitantes, vive en ciudades. Se evalúa que esta tendencia continuará. En 2050, la población urbana se duplicará, considerando que 7 de cada 10 personas vivirán en ciudades. (Banco Mundial, 2022). Respecto a la evolución a nivel país, en 2002 había un 13,7% de población rural (2.150.200 habitantes) y 86,3% urbana (13.541.501); en 2021 alcanza a un 11,4% rural (2.247.649) y 88,6% urbana (17.430.714) y para 2035 se proyecta un 10,9% de población rural (2.306.146) y 89,1% urbana (18.831.623 habitantes) (Instituto Nacional de Estadísticas, 2023). Es por ello que generar una planificación correcta acompañada de la aplicación de un programa de conservación vial urbana, supone un impacto directo sobre el desarrollo de país. (Dirección de Presupuestos, 2004).

- Algunas de las problemáticas asociadas son:
- Mayor costo de operación de los vehículos que circulan por vías en mal estado (combustible, lubricantes, neumáticos y depreciación del vehículo).
- Mayor tiempo de viaje para los usuarios.
- Deterioro y pérdida de carga.
- Incremento en el número de accidentes causados por el mal estado de la vía.
- El costo de adelanto en inversiones para reposición de caminos.

Un objeto cualquiera que no está sujeto a mantenciones de rutina, en un futuro próximo tiende a deteriorarse. No tomar en cuenta este parámetro conlleva a que el objeto de estudio deje de funcionar según el objetivo por el cual se adquirió. Si lo extrapolamos a otras áreas de interés, se hace necesaria la generación de planes de mantención que minimicen al máximo el deterioro natural que tendrá en un futuro.

En la práctica para el caso vial, el mantenimiento rutinario es el conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo del camino y que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2006). “En países con un adecuado desarrollo en transporte los costos de traslado son menores, mientras que en la región los caminos con desvíos permanentes o tramos deteriorados incrementan los costos de traslado” (Rivera, 2015, pág. p. 01).

A medida que se profundiza en el análisis del mantenimiento vial, se hace evidente que mantener la infraestructura existente no es suficiente. La eficacia y la eficiencia de estas acciones dependen en gran medida de un enfoque estratégico y planificado.

La planificación sistemática de la conservación (Montes Jaramillo & Echeverry, 2020) es un marco metodológico que integra la evaluación, la participación de partes interesadas y los aspectos socioeconómicos para definir e implementar acciones de conservación con la mejor relación costo - efectividad.

Por su parte, además, las técnicas sistemáticas de planificación de la conservación se han aplicado en muchas áreas del mundo y en específico, se ha demostrado internacionalmente, que un apropiado mantenimiento de la red caminera disminuye significativamente los costos de operación de los vehículos, reduce los tiempos de recorrido, mejora la comodidad para la circulación vehicular y aminora los accidentes de tráfico por causa del mal estado de la vía.

Lo anterior facilita el acceso de los bienes producidos en las localidades apartadas hacia los centros consumidores y ayuda a expandir los servicios públicos de diferente índole en las zonas rurales.

Asimismo, un mantenimiento vial efectivo y sostenido, evita las rehabilitaciones y las reconstrucciones, las cuales tienen siempre repercusiones económicas costosas y son técnicamente evitables. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2006)

Dado lo anterior, los planes de conservación permiten focalizar los recursos humanos y financieros. Estos instrumentos, facilitan la coordinación entre las distintas entidades públicas y privadas, para optimizar el logro de los objetivos establecidos. (Grimberg Pardo, 2018).

Es entonces como los planes de conservación se convierten en la hoja de ruta para una mejor gestión de sus recursos (Natural Resources Conservation Service, 2022) y en definitiva en el desarrollo y expansión urbana.

A medida que las ciudades crecen y se desarrollan demográfica y económicamente, los requerimientos de movilidad aumentan, al igual que las necesidades de mayor inversión por parte del Estado. La falta de conectividad y de acceso a servicios de transporte público, así como la congestión, limitan el acceso de las personas a un mayor desarrollo y a los beneficios que la ciudad ofrece. (Directorio de Transporte Público Metropolitano, 2021)

2.1.3 Los Proyectos de Conservación Vial

¿Qué entendemos por conservación? El diccionario de la Lengua Española (Real Academia Española, 2014) define “conservación” como acción y efecto de conservar, en tanto que conservar es mantener una cosa o cuidar de su permanencia.

Es posible comprender que los proyectos de conservación vial generan acciones sobre la red existente que van desde la conservación rutinaria y/o periódica hasta acciones de renovación física y/u operacional de estas vías. Su aspiración es preservar su buen estado, con el fin de que puedan prestar el servicio para el cual fueron diseñadas y construidas.

Las tipologías de proyectos asociadas a dichas acciones son conservación y reparación de pavimentos. Entre sus objetivos, destaca mantener estándares o niveles de servicio mínimos, prolongar la vida útil del pavimento existente o evitar su deterioro anticipado. Corresponde a obras menores de mantenimiento y como tal, se presentan bajo la forma de un programa anual. (R&Q Ingeniería Ltda, 2019).

Del mismo modo, la conservación vial, es entendida como la preservación del buen estado de caminos y calles (Bull, 2003), con el fin de alargar su vida útil, minimizando los costos de operación y reconstrucción.

Se utiliza el término de “vida útil” para definir la duración promedio que un objeto pueda tener, cumpliendo con la función para la cual ha sido creado. En el caso de las vías, este se estima en el momento de su diseño.

Sin embargo, existen distintos factores que influyen en la vida útil de una vía, tales como; el clima, aumento de tráfico antes de lo esperado en su diseño, mala calidad de los materiales de construcción y el poco mantenimiento (Córdova Farfán & Cruz Pedemonte, 2019). Lo que se traduce en la aparición de baches, hundimientos, socavación de terraplenes, destrucción de señales, borrado de señalización y demarcación, obstrucción de la red de alcantarillado, etc. (Bull, 2003).

Durante los últimos años, la problemática vial de la mayoría de los países ha presentado las siguientes características (Lozano Pérez, Muñoz Torres, & Villalba Vimos, 2018):

- La red vial se encuentra desarrollada en su mayor parte, en especial lo que concierne a las vías principales.
- Los tráfico y cargas son crecientes, demandando cada vez mayores esfuerzos de conservación.

- Los usuarios exigen cada vez mayores niveles de servicio.
- Los recursos son generalmente limitados y escasos, especialmente para el mantenimiento vial.

En Chile existen diferentes programas de conservación vial, los cuales se inician a partir del año 1920 cuando por ley se asignaron recursos permanentes para construir y conservar caminos y puentes.

Las labores de conservación se ejecutan por la Dirección de Vialidad del MOP, a través de las distintas Direcciones Regionales y las Delegaciones Provinciales, utilizando las modalidades de administración directa, contratos individuales (o tradicionales) o contratos de conservación global.

El Programa abarca toda la red vial nacional, con la excepción de las vías concesionadas, e incluyendo algunas vías urbanas declaradas como caminos públicos. (Dirección de Presupuestos, 2004)

Por otra parte, el Directorio de Transporte Público Metropolitano elabora planes y programas tendientes al mantenimiento y conservación de la infraestructura especializada para el transporte público. Contempla en el mediano plazo, el desarrollo de iniciativas que sean capaces de responder en el tiempo a dicha necesidad, disminuyendo los costos por reposición a través de herramientas que permiten el mantenimiento preventivo de la infraestructura vial troncal. (Directorio de Transporte Público Metropolitano, 2021).

En la actualidad, el Servicio de Vivienda y Urbanización es el organismo encargado de ejecutar el Programa de Conservación Vial en la Región Metropolitana. Sin embargo, los recursos asignados resultan insuficientes para satisfacer todas las necesidades de mantenimiento de la extensa red vial existente.

Como consecuencia a lo anterior, solo algunas comunas tienen la oportunidad de beneficiarse de este programa. Situación que genera una distorsión en la selección de las comunas beneficiadas, ya que no existe una gran movilidad en términos de asignación de recursos en períodos consecutivos. En consecuencia, las mismas comunas suelen ser favorecidas repetidamente, mientras que otras con necesidades igualmente urgentes quedan excluidas de los beneficios del programa.

2.1.4 Métodos de Priorización de Proyectos

La elección del método para seleccionar proyectos de conservación vial es un proceso que requiere considerar múltiples factores. Cada proyecto de conservación vial tiene sus propios objetivos y necesidades específicas, así como un contexto único en el que se desarrolla. Por lo tanto, es fundamental seleccionar el método adecuado que permita tomar decisiones informadas y eficientes.

En el campo de la conservación vial, existen diversas opciones y enfoques que pueden utilizarse para la selección de proyectos. Estos métodos se agrupan en distintas familias, cada una basada en diferentes criterios, técnicas y modelos.

La elección del método dependerá de la naturaleza y complejidad del proyecto, así como de los recursos disponibles y los intereses de las partes involucradas.

Una de las familias más destacadas en este contexto es la del Análisis Multicriterio, la cual incluye métodos como el Análisis de Ciclo de Vida, Evaluación de Alternativas y el Método de Análisis Jerárquico (AHP), entre otros.

Entre los métodos comúnmente empleados se encuentran:

Método de priorización basado en el índice de condición del pavimento (PCI): Se enfoca en la evaluación del estado actual del pavimento y su capacidad para soportar el tráfico. El PCI es una medida numérica que se utiliza para evaluar la condición del pavimento

y se basa en una escala del 0 al 100, donde un valor más alto indica un pavimento en mejores condiciones. (Mallqui Durand & Quinto Prado, 2023)

Método de priorización basado en la evaluación de riesgos: Se enfoca en identificar los riesgos en la red vial y priorizar aquellos proyectos que mitiguen dichos riesgos; pueden ser asociados a la seguridad vial, la vulnerabilidad a desastres naturales, la congestión vehicular, entre otros. (Piarç, 2023).

Método de priorización basado en el análisis de ciclo de vida: Considera el impacto ambiental, social y económico de cada proyecto a lo largo de su ciclo de vida, desde su construcción hasta su desmantelamiento. Este análisis puede incluir aspectos como el consumo de energía, emisiones de gases de efecto invernadero, impacto en la salud pública, entre otros. (Parra Márques, 2021).

Método de Evaluación de Alternativas (MEA): Se enfoca en la evaluación técnica, económica y social de las diferentes alternativas de proyectos de conservación vial. Se asignan puntajes a las alternativas de acuerdo a criterios preestablecidos, y se elige la alternativa con el mayor puntaje total. (ISTAS, 2023).

Método de Priorización de Proyectos de Mantenimiento (PPM): Se basa en la priorización de los proyectos de mantenimiento de acuerdo a su importancia, de tal forma que se priorizan los proyectos que tienen un mayor impacto en la red vial. El PPM también considera aspectos técnicos y económicos, y puede ser utilizado tanto en redes viales urbanas como rurales. (Rojas Pérez, 2012).

Método de Análisis Costo-Beneficio (MACB): Se enfoca en la comparación de los costos y beneficios de las alternativas de proyectos de conservación vial. Se calculan los costos y beneficios de cada alternativa y se determina si la relación costo-beneficio es

favorable o no. Si la relación es favorable, se selecciona la alternativa con la mayor relación costo-beneficio. (Bravo Pérez, 2011).

Método de Análisis Jerárquico (AHP): Se basa en la construcción de una jerarquía de criterios y subcriterios para la selección de proyectos de conservación vial, asignando pesos a cada uno de los criterios y subcriterios, de tal forma que se pueden evaluar y comparar las alternativas de proyectos. El AHP también es utilizado en otros campos de la ingeniería y la toma de decisiones en general. (Saaty, 1990).

Un enfoque integral para la selección de proyectos de conservación vial utilizando una metodología basada en el análisis multivariable, puede proporcionar una evaluación más precisa y completa de los factores que influyen en la toma de decisiones en este campo. Esto permitiría a las organizaciones gubernamentales, en este caso Serviu RM, tomar decisiones más informadas y objetivas sobre qué proyectos de conservación vial deben priorizarse y financiarse.

2.1.5 Los Métodos de Decisión Multicriterio

Los métodos de análisis multicriterio consisten en técnicas de evaluación de alternativas basadas en estudio de variables cualitativas y cuantitativas con el objetivo de tomar decisiones combinando dimensiones y escalas asociadas a la problemática de estudio.

La teoría fue desarrollada por (Raiffa & Keeney, 1976) y busca expresar las preferencias del decisor sobre un conjunto de atributos o criterios en términos de la utilidad que reporta dentro de un contexto.

El estudio de análisis multicriterio debe contener un objetivo único ya sea, maximizar utilidades, seleccionar un producto de acuerdo con ciertas características, escoger una ubicación tomando como referencia ciertas variables, entre otros. A su vez, el modelo de elección multicriterio requiere que toda la información sea cuantificable. Para ello, la

problemática de decisión debe tomar en cuenta como mínimo dos criterios, que al ser ponderados permitan al tomador de decisiones seleccionar una mejor alternativa en desmedro de otra, en función del objetivo que se pretende solucionar.

Diversos estudios se han desarrollado en la aplicación de métodos de análisis multicriterio, con el fin de explorar la eficiencia que presentan diferentes constantes en su entorno de estudio, cuyo resultado permite efectuar la toma de decisiones de acuerdo a variables objetivas. Como señala Hurtado & Bruno (2005) aquellos problemas en los que las alternativas de decisión son finitas se denominan problemas de decisión multicriterio discretos.

La clasificación de los métodos de selección de proyectos de conservación vial puede realizarse en función de la cantidad de objetivos y los tipos de criterios utilizados. En términos generales, se distinguen entre métodos simples y complejos, dependiendo de si contemplan un solo objetivo o varios (Mideplan, 2012). Además, se pueden clasificar los criterios y subcriterios utilizados en el proceso, tales como: cualitativos, cuantitativos y mixtos, los cuales se definen a partir de los objetivos establecidos para el proyecto (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Estos métodos de selección toman en consideración la importancia de cada variable en relación con el objetivo principal del estudio. El objetivo es obtener una clasificación de las diferentes alternativas y determinar la elección recomendada.

Los métodos existentes exploran los vínculos entre variables cuantitativas y utilizan criterios basados en juicios y opiniones (Saaty, 1990). Estos métodos se basan en datos recolectados a través de encuestas, entrevistas u otras técnicas similares, que proporcionan información cualitativa sobre las variables cuantitativas involucradas. De esta manera, se logra una evaluación holística e integral de las alternativas consideradas.

Los métodos cualitativos complementan a los métodos cuantitativos al proporcionar información adicional sobre aspectos no considerados en estos últimos. Se originan a partir de encuestas, observaciones, dinámicas de grupo, entrevistas o técnicas proyectivas. El método de ponderación lineal, también conocido como *Scoring*, es una forma rápida y sencilla de identificar la alternativa preferida en un problema de decisión multicriterio (Roche & Vejo, 2005). Este método consta de varias etapas:

1. Identificación de la meta general del problema.
2. Identificación de las alternativas disponibles.
3. Listado de los criterios que se utilizarán en la toma de decisión.
4. Asignación de ponderaciones a cada uno de los criterios, reflejando su importancia relativa.
5. Evaluación de cada alternativa en función de cada criterio, indicando en qué medida satisface cada uno de ellos.
6. Cálculo del puntaje (*score*) para cada una de las alternativas, considerando las ponderaciones asignadas y las evaluaciones de los criterios.
7. Ordenamiento de las alternativas en función de su puntaje, siendo la alternativa con el puntaje más alto la más recomendable.

Este método proporciona una manera estructurada y sistemática de evaluar y comparar diferentes alternativas en base a múltiples criterios. Es especialmente útil cuando se busca una solución rápida y se necesita considerar de manera simultánea varios aspectos relevantes del problema.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la efectividad de este método puede depender de la adecuada asignación de ponderaciones y de la calidad de la evaluación de las alternativas en relación con los criterios establecidos.

El análisis de los diversos métodos de decisión multicriterio ha permitido explorar en cómo estas técnicas contribuyen a la toma de decisiones en diversos campos y proyectos. Sin embargo, entre esta amplia gama, hay uno que ha sido aplicado sustancialmente en la resolución de una gran variedad de problemas (Osorio Gómez & Orejuela Cabrera, 2008). Este enfoque, conocido como el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), ofrece una metodología que permite a los tomadores de decisiones abordar de manera estructurada y sistemática la complejidad inherente a la selección de alternativas en proyectos.

2.1.5.1 Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

El análisis jerárquico (AHP) es una metodología de análisis multicriterio desarrollada por (Saaty, 1990). Este método se utiliza para realizar comparaciones pareadas en diferentes niveles jerárquicos, siguiendo una escala fundamental.

El proceso comienza determinando el peso de cada criterio o variable, que luego se comparan con las diferentes alternativas existentes para cada criterio. El AHP permite estructurar visualmente un problema multicriterio mediante la construcción de una jerarquía de atributos, que consta de al menos tres niveles (Berumen & Llamazares, 2007).

El método AHP se basa en tres principios: la construcción de jerarquías, el establecimiento de prioridades y el análisis de la relación de consistencia.

Permite analizar individualmente el peso de cada componente del modelo en relación con el objetivo general. Descompone estructuras complejas y proporciona un orden a las variables en una estructura jerárquica, generando valores numéricos para los juicios de preferencia y determinando qué componente tiene la mayor prioridad.

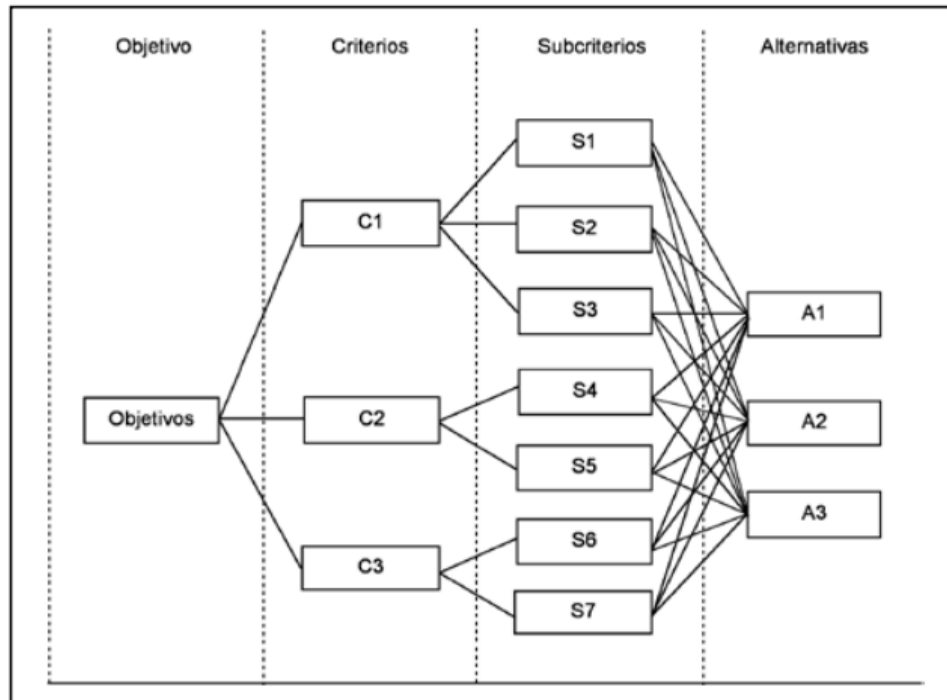
En resumen, el AHP es un procedimiento diseñado para cuantificar los juicios u opiniones gerenciales sobre la importancia relativa de cada uno de los criterios en conflicto utilizados en el proceso de toma de decisiones (Roche & Vejo, 2005).

Las etapas del método AHP son las siguientes:

1. Descomponer el problema de decisión en una jerarquía de elementos interrelacionados.
2. Desarrollar la matriz de comparación por pares.
3. Desarrollar la matriz normalizada.
4. Desarrollar el vector de prioridad para el criterio.
5. Calcular el coeficiente de consistencia.
6. Obtener la matriz de prioridad.
7. Desarrollar la matriz de comparación de criterios.
8. Obtener el vector de prioridad global.

Figura 3

Esquema Modelo Jerárquico para la Toma de Decisiones



Fuente. (Berumen, Llamazares, 2007)

Lo anterior se aplica utilizando el Esquema Modelo Jerárquico para la Toma de Decisiones propuesto por Berumen y Llamazares en 2007. Corresponde a un enfoque estructurado y sistemático para la toma de decisiones en contextos complejos. Este modelo se basa en la idea de que los objetivos y criterios pueden ser organizados jerárquicamente, de tal manera que los objetivos más específicos son subordinados a objetivos más generales y donde los criterios de evaluación derivan de los primeros.

De esta manera, se establece una estructura de relación y dependencia entre los diferentes elementos componentes, lo que permite una mejor comprensión de la problemática y una evaluación objetiva de las alternativas de solución.

El modelo jerárquico se conforma por varios niveles, donde cada nivel representa un conjunto de objetivos o criterios que contribuyen al nivel superior.

Los niveles inferiores representan objetivos específicos que son necesarios para lograr los objetivos generales del nivel superior.

En cada nivel, se definen criterios que permiten evaluar alternativas de solución de manera objetiva y sistemática. Estos criterios se basan en los objetivos específicos del nivel correspondiente y, a su vez, son utilizados como base para la definición de criterios de niveles superiores.

La utilización de este esquema jerárquico para la toma de decisiones puede ser de gran ayuda en la propuesta que se está desarrollando, ya que permite mostrar de manera clara y visual el proceso de descomposición del problema en objetivos específicos y la definición de criterios para la evaluación de alternativas de solución. Esto puede contribuir a mejorar la comprensión del problema y facilitar la identificación de las alternativas óptimas de solución.

Si bien, el Método de Análisis Jerárquico para la Toma de Decisiones de Berumen y Llamazares (2007), permite evaluar y seleccionar las alternativas más adecuadas en base a diversos criterios; en el caso de estudio se debe tener presente las diferencias en la cantidad de habitantes a nivel comunal, por lo cual se requiere aplicar un enfoque adicional para asegurar la justa distribución de los recursos del Programa de Conservación Vial. Para medir y evaluar esta equidad se utilizan una variedad de indicadores que proporcionan información relevante sobre la relación entre distintos estratos de la población y la distribución de bienes y servicios.

2.1.6 El Índice de Gini

Independiente del método que se use para elegir alternativas y distribuir los recursos, en esta tesis es relevante hacer un análisis posterior de la equidad en la distribución de los recursos que se asignan a cada alternativa.

Los indicadores de equidad ofrecen un enfoque cuantitativo para comprender las disparidades y desigualdades presentes en el enfoque a analizar. Cada indicador aborda aspectos particulares de la distribución de recursos y puede revelar perspectivas sobre la equidad social.

Algunos de los indicadores ampliamente utilizados para medir la equidad incluyen el índice de Gini, el coeficiente de Theil, el coeficiente de Atkinson, entre otros (Lora & Prada , 2016). Cada uno de estos indicadores se basa en supuestos y enfoques distintos, lo que los convierte en herramientas para analizar diferentes dimensiones de la equidad en distintos contextos.

El Índice de Gini surge como una alternativa para medir el grado de desigualdad, entre otros motivos, por su facilidad de cálculo y de interpretación (Medina, 2001). Sumado además a que es la medida más común para medir desigualdad. (Banco Mundial, 2023).

El ideólogo y estadístico italiano Corrado Gini (1884-1965), autor de las *Bases Científicas Del Fascismo* (1927), desarrolló en 1912 un método para medir la desigualdad de una distribución en su obra *Variabilità e Mutabilità*. En ella introdujo el valor de 0 para expresar la igualdad total y el valor de 1 para la máxima desigualdad. Este método se aplica en el estudio de la distribución de desigualdad en Ciencias de la Salud, ingeniería, ecología, química, transporte, etc. (Guillen Arce, 2014).

El índice de Gini es un indicador utilizado para medir el grado de desigualdad en la distribución de diversos recursos, como el ingreso, la riqueza o los servicios urbanos. En el ámbito de la planificación urbana, el índice de Gini se emplea para evaluar la equidad en la distribución de recursos urbanos e identificar áreas que requieren intervención de políticas públicas para reducir la desigualdad. Es por lo anterior que varios estudios han propuesto su uso como una herramienta para analizar la distribución de recursos en el contexto urbano.

Por ejemplo, (Gutiérrez López, Betancourt Carvajal, & Caballero Pérez, 2017) sugieren que el índice de Gini puede utilizarse para evaluar la distribución equitativa de espacios públicos en una ciudad; como también se utilizó dicho indicador para evaluar la equidad en la distribución de áreas verdes en diferentes distritos de la ciudad, revelando una gran desigualdad en la accesibilidad y destacando la necesidad de políticas públicas para mejorar la equidad en su distribución.

Por otra parte, (Medina, 2001) señala que también puede aplicarse al análisis de la distribución de viviendas sociales, con el objetivo de evaluar su alineación con los objetivos de equidad social.

En resumen, el índice de Gini es una herramienta útil para evaluar la equidad en la distribución de recursos urbanos y puede ayudar a los planificadores a identificar áreas que requieren intervención de políticas públicas para reducir la desigualdad. Es importante destacar que este índice no se limita únicamente a la distribución de recursos económicos, sino que puede aplicarse a la distribución de otros recursos urbanos, como los servicios públicos y las áreas verdes.

En el contexto de esta investigación AFE, el índice de Gini puede ser utilizado como una herramienta para analizar la distribución de recursos en el ámbito urbano, específicamente en la asignación de recursos destinados a la conservación de la infraestructura vial.

Su aplicación permite evaluar si la asignación de recursos para el mejoramiento de la infraestructura vial es equitativa o no en las diferentes comunas de la Región Metropolitana. Esta información resulta relevante para la toma de decisiones y la implementación de políticas públicas orientadas a promover una distribución más equitativa de los recursos en el entorno urbano.

2.2 Estado del Arte en Análisis Multicriterio Para Conservación Vial

El análisis multicriterio es una técnica que se ha utilizado ampliamente en diferentes campos para estudiar la relación entre diferentes variables. En el ámbito de la ingeniería civil y vial, ha sido utilizado para estudiar la relación entre diferentes factores que afectan la seguridad vial, la calidad del pavimento, la durabilidad de las obras viales, la eficiencia del transporte y otros aspectos relevantes.

En la conservación vial, un estudio realizado por Martínez Alarcón (2015), utilizó regresión lineal múltiple para desarrollar un modelo predictivo para la durabilidad del pavimento. El modelo se basó en datos de evaluación de diferentes variables que afectan la condición del pavimento, información del clima y tráfico, además de datos de materiales de construcción. Los resultados de la investigación mostraron que la edad del pavimento, la presencia de grietas y la frecuencia de tráfico son los factores más importantes que afectan la durabilidad del mismo.

La aplicación del análisis multicriterio en la conservación vial ha sido objeto de interés en diversas investigaciones. Un estudio realizado por Villegas (2009) mostró cómo la aplicación de técnicas de análisis multivariable permitió la identificación de las variables más relevantes en la evaluación de la condición de las carreteras, lo que a su vez permitió una mejor planificación y gestión de los recursos destinados a su mantenimiento.

Asimismo, otro estudio de Macea-Mercado, Luis Gabriel, & Morales (2016) demostró cómo la aplicación de modelos multivariables en la gestión de pavimentos permitió una mayor precisión en la predicción del desempeño del pavimento a lo largo del tiempo, lo que se tradujo en una reducción en los costos de mantenimiento y una mejora en la seguridad vial.

En el contexto específico de la conservación vial en Chile, el análisis multivariable también ha sido utilizado en investigaciones previas. Por ejemplo, un estudio de la Dirección

de Presupuestos, en el año 2004, analizó la relación entre la calidad del pavimento y los costos de mantenimiento en distintas carreteras del país, utilizando técnicas de análisis multivariable para determinar la influencia de variables como la red vial saneada, Red vial con señalización, defensas y demarcación adecuadas y superficie de rodadura de la red vial conservada.

Además de los estudios mencionados anteriormente, se han realizado diversas investigaciones en el campo del análisis multivariable aplicado a la conservación vial. También se desarrolló un modelo de análisis multivariable para la evaluación de la gestión de la conservación vial en Chile, el cual consideraba variables como el estado de la infraestructura, la calidad del servicio de conservación y la satisfacción del usuario. Este modelo permitió identificar áreas de mejora en la gestión de la conservación vial y proponer estrategias para optimizar el uso de los recursos disponibles. (Dirección de Presupuestos, 2004).

Asimismo, en una investigación realizada por Rodríguez Moreno (2014) se propuso un modelo de análisis multivariable para la evaluación de la calidad de los pavimentos en las carreteras chilenas, considerando variables como la rugosidad, la textura, el desgaste y la adherencia. Los resultados obtenidos permitieron identificar los tramos de carretera con mayor necesidad de intervención y proponer acciones de mantenimiento específicas.

En este sentido, se puede observar que la aplicación del análisis multivariable en la conservación vial ha demostrado ser una herramienta eficaz para la identificación de variables relevantes y la toma de decisiones informadas en la gestión y planificación de la conservación vial.

Por lo tanto, el presente estudio busca contribuir a este campo de investigación mediante la aplicación de técnicas de análisis multivariable en la evaluación de la efectividad de distintas estrategias de conservación vial en la Región Metropolitana.

La investigación propuesta sobre una metodología de distribución presupuestaria para el programa de conservación sectorial de vialidad urbana en la Región Metropolitana presenta un dato nuevo al generar una metodología específica para mejorar la asignación de recursos presupuestarios en el ámbito de conservación vial urbana. Basada en análisis multicriterio, que permite proponer variables relevantes y asignar recursos de manera más efectiva y equitativa en función de las necesidades y prioridades de cada sector.

Además, la investigación plantea la aplicación de esta metodología en otros contextos y ámbitos de conservación vial urbana, lo que amplía su relevancia y utilidad en el sector público otorgando un dato nuevo para mejorar la gestión presupuestaria en este ámbito, y donde su aplicación puede contribuir a mejorar la eficiencia y la efectividad en la asignación de recursos en este ámbito.

A pesar de la existencia de estudios previos en el ámbito de la distribución de recursos, muchos de ellos no han considerado específicamente el contexto urbano metropolitano, sus diferentes comunas y vialidad existente.

Existiendo una amplia bibliografía sobre el tema de asignación de recursos, en muchas ocasiones esta no aborda todas las dimensiones necesarias para una toma de decisiones óptima. Es común encontrar estudios que se centran en un número limitado de variables, lo que puede generar sesgos y limitaciones en la asignación de recursos.

Por otro lado, algunos estudios carecen de un enfoque multidimensional, considerando únicamente una perspectiva parcial del problema, lo que no permite una evaluación completa de las necesidades y prioridades en términos de asignación de recursos.

Otra limitación de la bibliografía existente es la falta de consideración de factores contextuales y específicos de cada situación, como las características geográficas, socioeconómicas o culturales de una determinada zona o comunidad. Esto puede llevar a una

asignación de recursos poco efectiva que no se ajusta a las necesidades reales de la población.

En síntesis, la bibliografía actual sobre asignación de recursos puede presentar limitaciones en términos de contenido, metodología y enfoque. Es necesario profundizar en la investigación, logrando desarrollar metodologías complejas y multidimensionales que permitan una asignación de recursos efectiva y equitativa en diferentes contextos y ámbitos de gestión pública

Es importante destacar que la metodología propuesta no se limita a la asignación de recursos, sino que también incluye un enfoque de evaluación y monitoreo continuo del desempeño de la conservación vial en cada sector. Esto permite detectar desviaciones y realizar ajustes en la asignación de recursos, lo que contribuye a mejorar la eficiencia y efectividad en la asignación de recursos.

Además, la metodología propuesta tiene potencial para ser aplicada en otros contextos y ámbitos de gestión pública, lo que amplía su relevancia y utilidad en el sector público. De esta manera, la investigación ofrece un enfoque innovador y específico para la gestión presupuestaria en el ámbito de la conservación vial urbana, y puede generar datos nuevos para la toma de decisiones en este contexto.

En resumen, la investigación no solo presenta una solución concreta a un problema de gestión pública, sino que también realiza una crítica constructiva a los estudios existentes en el ámbito de la conservación vial urbana y promueve un enfoque innovador en la asignación de recursos en este y otros ámbitos de gestión pública.

CAPITULO 3

ANÁLISIS CRÍTICO DE LA METODOLOGÍA ACTUAL

En cualquier proceso de toma de decisiones, es fundamental contar con herramientas y metodologías que permitan evaluar y seleccionar entre diferentes alternativas. En el ámbito de la gestión pública, la distribución de recursos es una tarea crítica y delicada, que implica considerar múltiples factores y criterios para garantizar una asignación eficiente y justa de los recursos disponibles.

En este sentido, existen diversas metodologías y técnicas de análisis multicriterio que permiten evaluar diferentes alternativas y seleccionar la opción más adecuada en función de ciertos criterios y objetivos previamente definidos. Estas herramientas se han aplicado con éxito en distintos ámbitos, como la planificación urbana, la gestión ambiental, la evaluación de políticas públicas, entre otros.

Por lo tanto, es importante explorar alternativas y metodologías que permitan una distribución más equitativa de los recursos, considerando criterios y dimensiones específicas del contexto vial urbano.

3.1 Línea Base de la Situación Actual en Chile y en el Extranjero

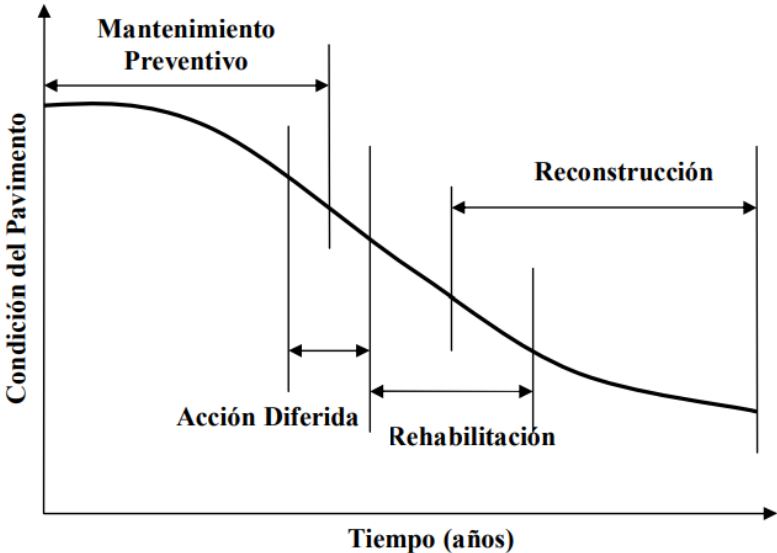
La situación actual de la conservación vial en Chile es crítica, con un alto déficit de mantención en la mayoría de las redes viales. Según un estudio del Ministerio de Obras Públicas (MOP), el déficit en la red vial nacional supera los US\$5.000 millones, y se estima que se necesitarían al menos 10 años de inversión sostenida para alcanzar a incluir, al menos, la primera rehabilitación (Rufián Lizana, 2002).

En la actualidad, la conservación vial en Chile presenta varios desafíos. El envejecimiento de la red vial es una problemática que ha ido en aumento, lo cual ha generado un acrecentamiento en los costos de mantenimiento y una mayor necesidad de realizar reparaciones. (Castillo Contreras, 2008).

A medida que el tiempo pasa, los pavimentos y las infraestructuras viales se deterioran debido a diversos factores, como el tránsito constante de vehículos, las condiciones climáticas adversas y el desgaste natural. (Huamàn Contreras, Murga Tirado, Massa Palacios, & Olivera Chura, 2021)

Figura 4

Gráfico Sobre Tipos de Intervención Vial Asociados a la Curva de Deterioro



Fuente: Pavement Preservation Systems, LLC, 2023.

El gráfico de la curva de deterioro del pavimento muestra cómo evoluciona la condición del pavimento a lo largo del tiempo. Esta representación visual permite representar los tipos de estrategias de mantenimiento que deberían materializarse a lo largo del tiempo de operación de la infraestructura vial.

La curva comienza con la implementación de mantenimiento preventivo, representado. En este punto, se realizan acciones proactivas para preservar la calidad del pavimento y prevenir la aparición de defectos funcionales. Esta etapa inicial suele caracterizarse por inversiones relativamente menores que buscan maximizar la vida útil del pavimento.

A medida que avanza el tiempo, se observa una transición a la acción diferida. En esta fase, el pavimento comienza a experimentar ciertos niveles de deterioro, y las intervenciones se ajustan para abordar los problemas emergentes de manera más específica. El mantenimiento diferido implica costos y esfuerzos mayores en comparación con las acciones preventivas, ya que se abordan problemas más evidentes y avanzados.

La curva continúa con las fases de rehabilitación y, finalmente, reconstrucción. Estas etapas indican intervenciones más intensivas a medida que la condición del pavimento alcanza niveles críticos. La rehabilitación implica una restauración para mejorar la capacidad estructural del pavimento, mientras que la reconstrucción implica la renovación completa de la estructura del pavimento.

Este gráfico proporciona una visión de las decisiones de mantenimiento que deberían aplicarse, de tal modo de mantener su capacidad funcional y estructural, sin llegar a la etapa de reconstrucción total. El envejecimiento de la red vial puede manifestarse de diferentes formas; ya sea como fisuras, baches, irregularidades en la superficie y pérdida de la capacidad estructural. Estos problemas no solo afectan la comodidad y seguridad de los usuarios de las vías, sino que también implican un incremento en los tiempos de viaje e

impacto en los costos de mantenimiento para los organismos encargados de su conservación (Bull, 2003).

Otro desafío en la conservación vial en Chile es la necesidad de una planificación más efectiva y una coordinación adecuada entre los diferentes actores involucrados en la gestión de la red vial, incluyendo a los organismos públicos, los municipios y la sociedad civil. Además, se ha señalado la necesidad de incorporar nuevas tecnologías y herramientas de gestión para mejorar la eficiencia y la calidad de la conservación vial en el país.

Se hace pertinente una estrategia integral y sostenible para abordar esta situación, que contemple no solo el aumento de la inversión en la mantención de la red vial, sino también la implementación de nuevas metodologías y tecnologías para la gestión eficiente de los recursos disponibles.

En resumen, la situación actual de la conservación vial en Chile presenta diversos desafíos, principalmente relacionados con la brecha en inversión, la planificación y coordinación, y la necesidad de incorporar nuevas tecnologías y herramientas de gestión.

En consecuencia, es imprescindible desarrollar un esquema de variables y ponderaciones cuantitativas específicas para la conservación de pavimentos, que se ajuste a los criterios de planificación urbana.

Por otra parte, se deben considerar las experiencias y metodologías aplicadas en otros programas viales en Chile y en el extranjero. Por ejemplo, el Ministerio de Obras Públicas (MOP) ha desarrollado una metodología específica para la asignación de recursos en proyectos viales a nivel nacional: el Programa de Conservaciones Viales, que considera criterios técnicos y económicos para la asignación de recursos en proyectos de infraestructura vial (Ministerio de Obras Públicas, 2011).

En otros contextos, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017) de Perú ha implementado el Programa de Mejoramiento Integral de Barrios (PMIB), el cual utiliza criterios de equidad y necesidades locales para la selección de proyectos, incluyendo la conservación de pavimentos y la infraestructura vial como una de las áreas de intervención.

La experiencia del PMIB podría ser relevante para identificar enfoques de distribución de recursos basados en criterios de equidad y necesidades locales en el programa de conservación vial del Serviu.

3.2 Metodología Existente

El Programa de Conservación Vial Sectorial del Servicio de Vivienda y Urbanización Metropolitano consiste principalmente en la conservación de pavimentos en vías urbanas.

En el marco de este programa, Serviu lleva a cabo anualmente un proceso de consulta a todas las comunas de la Región Metropolitana para identificar las necesidades de conservación de vías. Este proceso se realiza a través de un oficio enviado a cada comuna, en el cual se solicita información sobre las vías que requieren intervención, en orden de prioridad.

El Serviu proporciona a las comunas una planilla con un formato único, en el cual se deben detallar las características de cada vía que se solicita conservar. Esta planilla permite recopilar información importante; como el tipo de vía, el estado de conservación, la extensión y un resumen tabulado de los problemas identificados.

La información recopilada a través de este proceso de consulta y la planilla enviada por el Serviu son fundamentales para la elaboración del programa de conservación vial, como se puede apreciar en la **Figura 5**.

Con base a esta información, el Serviu puede determinar cuáles son las vías prioritarias que requieren intervención a nivel comunal y asignar los recursos disponibles usando el Índice de Prioridad Social, cuyo detalle se analizará en este mismo capítulo.

Figura 5

Extracto Planilla de Consulta de Necesidades de Conservación Vial a Municipios

Prioridad	Descripción				
	Vía	Entre Calles		Categoría Vía (Según PRMS/PRC)	Transita Transp. Público (Si/No)
1	Batallon Chacabuco	Sta Rosa	Juanita	servicio	Si
2	Plaza de Armas	Sta Rosa	Juanita	local	no
3	Antonio Machado	San Francisco	lim oriente	local	Si
4	Ciudad de México	Anibal Pinto	Porto Alegre	servicio	Si
5	Julio Chávez	D. Rebolledo	Lo Blanco	servicio	Si
6	El Parque	Los Olmos	Los Cipreces	Local	Si

Fuente. (Base de Datos Serviu RM)

3.2.1 Procedimiento de Selección Comunal

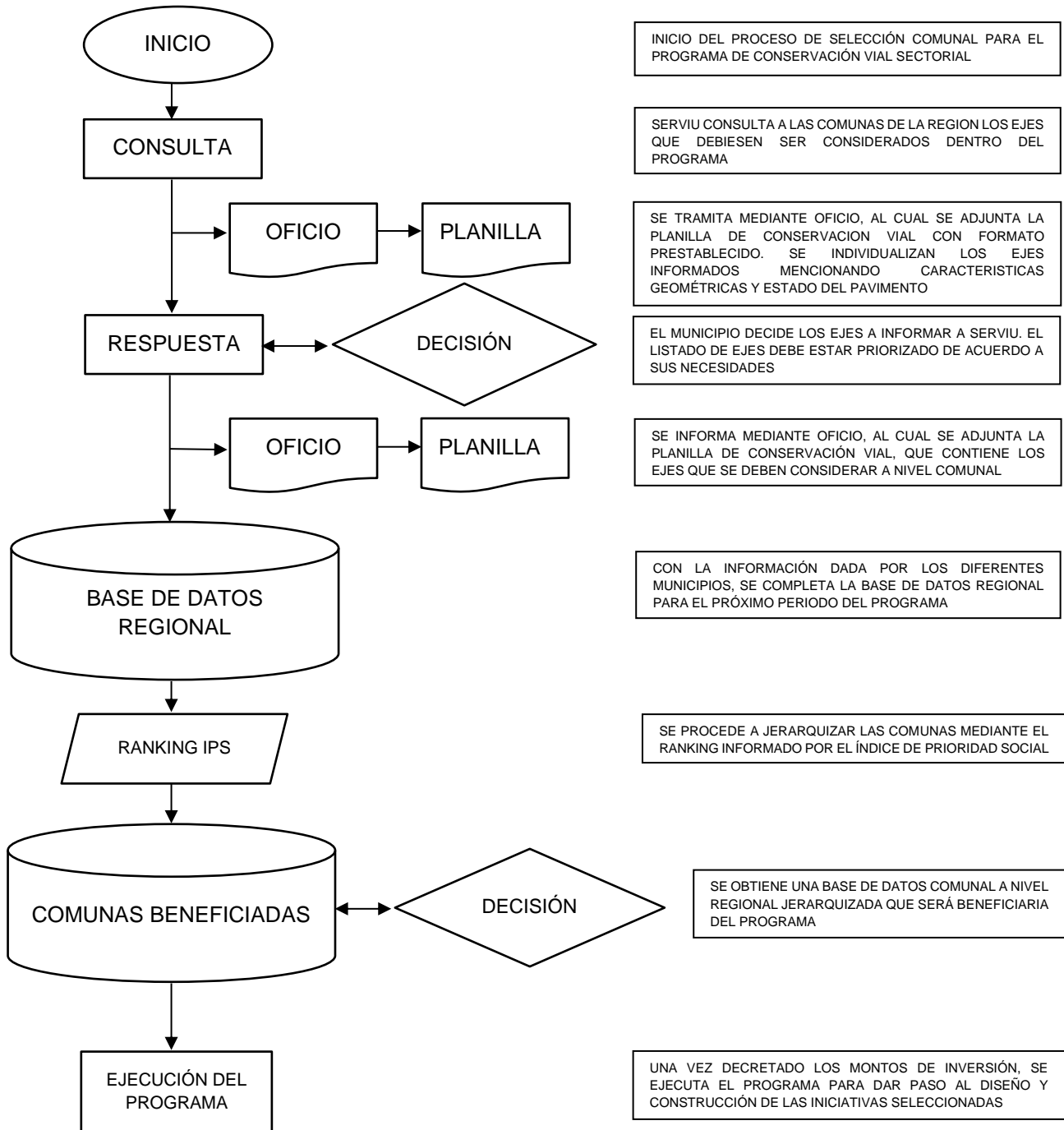
El proceso de selección comunal se inicia mediante la consulta, por parte de SERVIU a todos los municipios de la Región con el propósito de recabar información acerca de los ejes viales que requieren intervención. Luego, cada municipio detalla sus necesidades y caracteriza geoméricamente los ejes viales que demandan conservación, otorgándoles prioridades en función de su relevancia comunal.

Posteriormente, la selección de las comunas beneficiarias se fundamenta en el empleo del Índice de Prioridad Social. Serviu, a través de este indicador, establece un proceso de selección de comunas basado en el ranking comunal determinado por el IPS.

En detalle el procedimiento es el siguiente:

Figura 6

Esquema Metodología Existente de Selección Comunal del Programa



Fuente: Elaboración propia en base al Procedimiento ISO Serviu, 2020.

3.2.2 Descripción del IPS

El Índice de Prioridad Social es un instrumento elaborado por la Secretaría Regional Ministerial de Desarrollo Social y Familia de la Región Metropolitana, con el objetivo de apoyar la toma de decisiones por parte de las diferentes instituciones gubernamentales, o bien autoridades regionales. Se establece una metodología para poder comparar las comunas de la región según sus niveles de desarrollo socioeconómico con el fin de proponer una selección de comunas beneficiarias de programas de desarrollo social en Chile.

La selección de los indicadores que conforman el IPS está condicionada a que éstos cumplan con tres criterios básicos para su inclusión: pertinencia conceptual, capacidad discriminadora y disponibilidad periódica y confiable (Ministerio De Desarrollo Social y Familia, 2022).

El IPS es un indicador que combina tres dimensiones: *salud, educación e ingresos*, con el objetivo de medir el nivel de pobreza y vulnerabilidad de las comunas.

Las dimensiones que conforman el IPS se distribuyen en dos tipos de tendencia temporal, en detalle, los indicadores basados en las dimensiones de *educación y salud* son obtenidas mediante fuentes de datos de mediano y largo plazo, es decir indicadores de resultado que reflejan satisfacción de necesidades. Por otra parte, los indicadores de *ingresos* varían significativamente en el corto plazo, considerándolo como indicadores de flujo.

3.2.3 Limitaciones del IPS en el contexto de conservación de pavimentos

El IPS es utilizado en la selección de proyectos de conservación vial por parte del Servicio de Vivienda y Urbanismo (SERVIU). Su objetivo es medir el grado de privación socioeconómica de las personas en una comuna determinada. Sin embargo, a pesar de su uso extendido, el IPS presenta limitaciones en el contexto de la conservación de pavimentos.

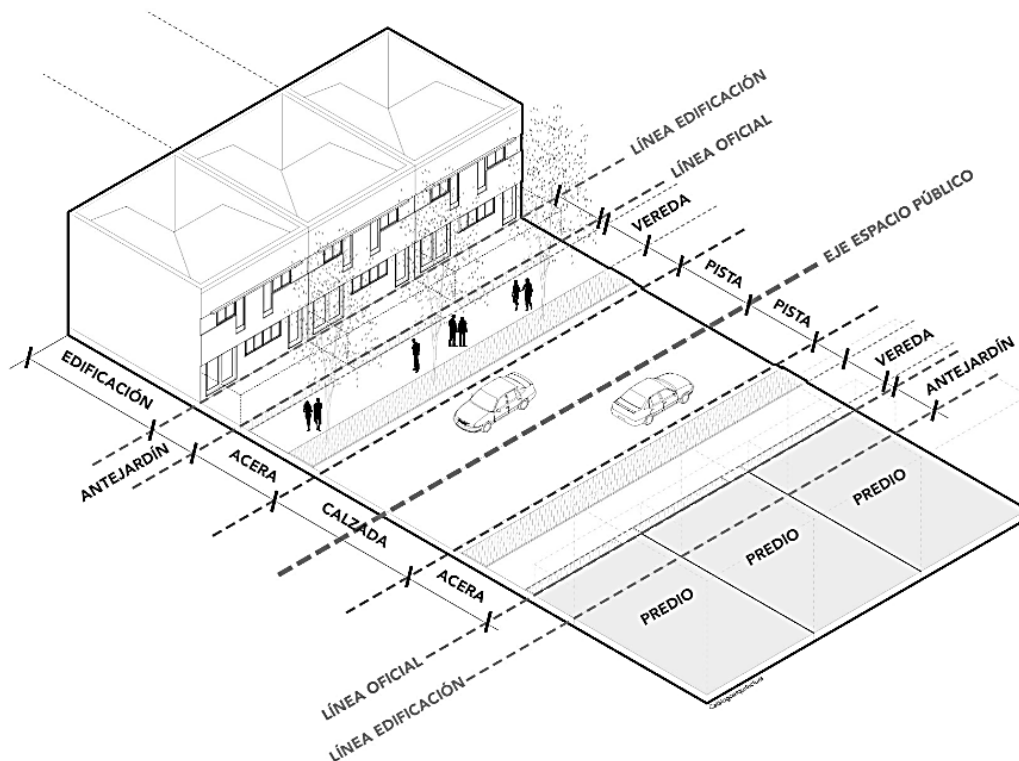
Tomando en cuenta que el IPS es un indicador que combina tres dimensiones: *salud, educación e ingresos*, se ha observado que el IPS no considera variables relevantes para la planificación de la conservación de pavimentos, principalmente el estado de los elementos de infraestructura urbana básica que componen un perfil vial, es decir:

- Calzadas
- Veredas
- Soleras

El corte tipo indicado en la **Figura 7**, muestra los principales elementos de infraestructura urbana básica que debe contener un perfil vial, así como también los destinos de uso. Veredas para el tránsito peatonal. Calzada para el tránsito vehicular.

Figura 7

Corte Vial Típico



Fuente: La OGUC Ilustrada, 2021

Del mismo modo, no propone variables relacionadas con aspectos sociales, económicos, de infraestructura y accesibilidad en la planificación de la conservación de pavimentos.

Además, el IPS no considera la opinión de los vecinos y comunidades en la selección de proyectos, lo que puede resultar en una falta de gestión pública, pues es la instancia donde las personas se involucran en el quehacer estatal, fortaleciendo la transparencia, la eficacia y eficiencia de los servicios y las políticas públicas que implementan (Servicio De Vivienda Y Urbanizacion Región Del Maule, 2023).

Estos aspectos son fundamentales para la priorización de proyectos de conservación de pavimentos, ya que el estado de las calles y la infraestructura vial existente tienen un impacto directo en la calidad de vida de los residentes y en la seguridad vial (Godoy Camus, 2014).

La exclusión de estas variables limita la capacidad del IPS para proporcionar una visión integral de las necesidades de conservación de pavimentos en las comunas.

Por otra parte, se ha identificado que el IPS carece de una metodología clara para la distribución de los recursos disponibles destinados a la conservación vial. Esto implica que no existe una guía precisa sobre cómo asignar los recursos en función de las necesidades específicas de conservación de pavimentos de cada comuna.

La falta de claridad en la distribución de recursos puede conducir a una inadecuada e inequitativa asignación de fondos para proyectos de conservación vial. Los instrumentos de aplicación exigen cierto criterio de selectividad que ayude a sopesar adecuadamente las alternativas a la hora de asignar los recursos. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2000).

En síntesis, se requiere el desarrollo de nuevos criterios que permitan una distribución más equitativa de los recursos, teniendo en cuenta las necesidades reales de conservación de pavimentos de cada comuna que consideren factores específicos relacionados con la conservación los mismos y la infraestructura vial en general.

3.2.4 IPS y Variables Relativas a Pavimentación

El Índice de Prioridad Social (IPS), diseñado para enfocar la toma de decisiones para la elección de comunas que necesitan una intervención gubernamental desde una perspectiva multidimensional, carece de variables específicas para evaluar la condición de los pavimentos y su impacto en la calidad de vida de las personas.

Se identifica la falta de inclusión de variables relacionadas con la infraestructura vial, especialmente los pavimentos, como una de las principales limitaciones del IPS en el ámbito de la conservación.

Se cuestiona su capacidad para medir adecuadamente la pobreza y la desigualdad, así como su falta de consideración de otros factores relevantes, como la calidad de vida urbana y la infraestructura vial (Stezano, 2021).

Para tomar decisiones adecuadas en materia de conservación y mantenimiento de pavimentos, es necesario contar con un conjunto de variables específicas que evalúen su condición y su relación con la calidad de vida.

Algunos países de América Latina, como Colombia, han desarrollado esquemas de variables como índices de condición de pavimentos, para identificar los tramos de vías prioritarios para intervención (Pulido Guzmán, 2019). Estas variables incluyen aspectos como la calidad y estado de las calles y carreteras, la densidad del tráfico, el nivel de uso y frecuencia de las vías, así como la edad y antigüedad de la infraestructura.

Además, aunque el IPS es útil para identificar las comunas con mayores necesidades sociales, no siempre refleja las mayores necesidades de conservación de pavimentos. Es decir, existen comunas con un IPS menor pero que presentan necesidades más urgentes en la conservación de sus pavimentos.

3.3 Limitantes Técnicas del Programa

El programa de conservación vial del Serviu RM, se enfoca en abordar proyectos de conservación de vías existentes, incluyendo la conservación de veredas, calzadas y accesibilidad universal. Este programa anual cuenta con recursos limitados proporcionados por el gobierno central.

Para evitar la evaluación por parte del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, un proyecto de conservación de infraestructura pública debe cumplir ciertos requisitos, pero debe ingresar al Banco Integrado de Proyectos (BIP) para ser considerado como una iniciativa de inversión.

En este sentido, los proyectos deben ser acordes a las pautas del Oficio Circular N°33 dirigido a los Gobiernos Regionales referido a asignación de recursos en emergencias, activos no financieros, estudios propios del giro institucional y conservación de infraestructura, que establece las limitaciones para los proyectos de conservación vial.

En términos de conservación de infraestructura pública urbana, se deben abordar las reparaciones que no superen el 30% del costo total al reponer el activo. Esto implica la reposición de pavimentos y obras anexas que no afecten la capacidad, materialidad o geometría de la vía de manera significativa.

Además, se excluyen los tratamientos de espacio público, la iluminación y las modificaciones geométricas en el eje vial.

El enfoque se centra en la conservación y mejora de las vialidades existentes, sin consolidar perfiles viales ni realizar cambios geométricos significativos.

3.4 Problemática

En programas de conservación de vialidad urbana, la asignación de recursos presupuestarios es un aspecto de importancia para la gestión pública. Sin embargo, es necesario destacar que las metodologías actuales de distribución de recursos pueden presentar limitaciones al no considerar de manera adecuada la complejidad y diversidad de los factores que influyen en la toma de decisiones.

La planificación urbana en Chile es un proceso en constante evolución y adaptación a las necesidades y desafíos actuales, y su implementación efectiva requiere de la colaboración y compromiso de todos los actores involucrados en el desarrollo urbano.

En este contexto, el Índice de Prioridad Social (IPS) ha sido una herramienta utilizada por el Estado chileno desde la década de 1990 para la asignación de recursos públicos a las comunas del país. (Ministerio De Desarrollo Social y Familia, 2022).

El IPS se basa en la evaluación de las dimensiones de salud, educación e ingresos de las personas que habitan en una comuna, con el objetivo de medir su nivel de vulnerabilidad y determinar las necesidades de inversión social en la misma.

Como se menciona con anterioridad, el IPS no considera variables relacionadas directamente con el contexto vial urbano, lo que puede generar problemas en la asignación de recursos para programas de conservación de vialidad urbana.

Así también podemos observar, similar problemática en la asignación de recursos en programas de conservación en el extranjero, y como afecta indirectamente en otros aspectos ajenos a la temática vial.

En Perú, los proyectos de carreteras rurales no han considerado adecuadamente las necesidades y características específicas de cada sector, lo que ha llevado a una distribución desigual de recursos y una baja efectividad en la gestión de la vialidad rural. Según un artículo en el blog del profesor de la Universidad Politécnica de Valencia, la falta de recursos para la conservación de carreteras es un problema común en muchos países y se debe a una variedad de factores, como la crisis económica, la dificultad para aprobar presupuestos y la falta de voluntad política. (Yepes Piqueras, 2023).

Del mismo modo, de acuerdo a una investigación periodística, la inversión en vías terciarias repercute directamente en la economía de los municipios, y más aún de los hogares rurales. En concreto, se estima que hacer una intervención en esos ejes viales aumenta en un 9% el ingreso anual de los hogares rurales y eleva en un 9,4% el consumo de los mismos. (Portafolio, 2019).

Así mismo, el Departamento Nacional de Planeación Colombiano (DNP) ha identificado una correlación entre la falta de disponibilidad de infraestructura vial de los municipios y las regiones, con los altos niveles de pobreza de sus pobladores.

Volviendo al analizar el IPS en los últimos periodos, se evidencia una tendencia de repetición en comunas beneficiadas implicando que los recursos asignados al no poseer una distribución equitativa se genera otro problema.

En este punto se hace necesario clarificar la importancia de destinar recursos a comunas con bajos índices tanto económicos como de desarrollo en infraestructura urbana, sin embargo, con este único enfoque de selección; problemáticas menores o de mediana gravedad en otras comunas, comienzan a aumentar generando un deterioro urbano en términos generales.

Para evidenciar lo anteriormente expuesto, si se efectúa la comparación de estos resultados con los del IPS 2019 se constata que sólo 12 comunas (23,1%) experimentaron cambios relativos que superaron los cinco lugares en el ranking general, lo cual implica que las mismas comunas se verían beneficiadas, lo que no permite una equidad basada en las características urbanas propias de cada comuna.

La dimensión con mayores variaciones relativas correspondió a salud, donde 26 comunas modificaron en más de cinco lugares su posición relativa; en la dimensión educación 7 comunas registraron modificaciones en su posición que superaron los cinco puestos; por el contrario, en la dimensión de ingresos sólo 10 comunas tuvieron cambios relativos de más de cinco lugares (Ministerio De Desarrollo Social y Familia, 2022).

Sumado a ello, dichas modificaciones en el ranking no tienden a variar en el corto plazo, se evidencia que sus dimensiones no guardan relación con indicadores urbanos que permitan generar una clasificación objetiva y asociada a programas de conservación.

Tabla 1*Dimensiones, Indicadores y Ponderadores del IPS*

DIMENSIÓN	INDICADOR/ (PONDERADOR)	FUENTE Y AÑO
INGRESOS (1/3)	(1/2) Población comunal perteneciente al 40% de menores ingresos de la Calificación Socioeconómica (CSE)	Registro Social de Hogares (RSH) del Ministerio de Desarrollo Social (octubre 2020)
	(1/2) Ingreso promedio imponible de los afiliados vigentes al Seguro de Cesantía	Administradora de Fondos de Cesantía (AFC), 2018.
EDUCACIÓN (1/3)	(1/6) Resultados SIMCE 4° básico, año 2018 (comprensión de lectura y escritura).	SIMCE, MINEDUC, 2018
	(1/6) Resultados SIMCE 4° básico, año 2018 (matemática).	SIMCE, MINEDUC, 2018
	(1/3) Puntaje promedio en la PSU, promoción escolar 2020.	DEMRE, Universidad de Chile 2020
	(1/3) Porcentaje de Reprobación en la Enseñanza Media 2015-2019	MINEDUC, 2015-2019
SALUD (1/3)	(1/3) Años de Vida Potencialmente Perdidos, tasa por 1.000 habitantes, promedio 2014-2018	Seremi de Desarrollo Social y Familia Metropolitana en base DEIS, MINSAL e INE, 2014-2018
	(1/3) Tasa de fecundidad entre 15 y 19 Años, tasa por 1.000 mujeres del grupo de edad, promedio 2014-2018	Seremi de Desarrollo Social y Familia Metropolitana en base DEIS, MINSAL e INE, 2014-2018
	(1/3) Porcentaje de niños menores de 6 años en estado de malnutrición, promedio 2014-2018	Seremi de Salud Metropolitana en base a Sistema de Registro Red Asistencial, 2014-2018

Fuente. (Seremi de Desarrollo Social y Familia R.M., 2021)

Tabla 2

Clasificación Comunal del IPS, 2020

Categoría	Rk	Comuna	IPS 2020
ALTA PRIORIDAD SOCIAL	1°	La Pintana	89,29
	2°	Lo Espejo	88,83
	3°	Cerro Navia	85,91
	4°	San Ramón	83,50
	5°	María Pinto	81,42
	6°	El Bosque	80,97
MEDIA ALTA PRIORIDAD SOCIAL	7°	Conchalí	79,87
	8°	Isla de Maipo	79,54
	9°	El Monte	79,27
	10°	Curacaví	78,15
	11°	Lo Prado	77,71
	12°	Melipilla	76,93
	13°	San Joaquín	76,87
	14°	Recoleta	76,60
	15°	La Granja	76,37
	16°	San Bernardo	75,73
	17°	Pedro Aguirre Cerda	75,65
	18°	San José de Maipo	74,96
	19°	Buín	74,72
	20°	Paine	73,93
	21°	Quinta Normal	73,17
	22°	Til-Til	73,09
	23°	Renca	72,85
MEDIA BAJA PRIORIDAD SOCIAL	24°	Independencia	72,20
	25°	Estación Central	71,67
	26°	Padre Hurtado	70,94
	27°	La Cisterna	70,21
	28°	Lampa	70,15
	29°	Peñaflor	69,77
	30°	San Pedro	69,46
	31°	Alhué	68,83
	32°	Cerrillos	67,81
	33°	Pudahuel	67,64
	34°	Puente Alto	66,98
	35°	Talagante	66,87
	36°	Peñalolén	66,19
	37°	Pirque	65,06
	38°	Calera de Tango	64,66
	39°	La Florida	64,22
BAJA PRIORIDAD SOCIAL	40°	Colina	61,82
	41°	Maipú	60,86
	42°	Quilicura	58,69
	43°	Macul	57,63
	44°	San Miguel	56,63
	45°	Huechuraba	56,60
	46°	Santiago	55,20
SIN PRIORIDAD SOCIAL	47°	Nuñoa	40,96
	48°	La Reina	38,35
	49°	Lo Barnechea	35,08
	50°	Providencia	24,91
	51°	Las Condes	11,64
	52°	Vitacura	7,94

Fuente: (Seremi de Desarrollo Social y Familia R.M., 2021)

Tabla 3

Clasificación Comunal del IPS, 2019

Categoría	Rk	Comuna	IPS 2019
ALTA PRIORIDAD SOCIAL	1°	La Pintana	83,03
	2°	Lo Espejo	81,78
	3°	Cerro Navia	81,04
	4°	San Ramón	80,28
	5°	Isla de Maipo	80,28
	6°	María Pinto	78,24
MEDIA ALTA PRIORIDAD SOCIAL	7°	Curacaví	77,39
	8°	Conchalí	77,06
	9°	El Monte	76,85
	10°	Paine	75,91
	11°	Melipilla	75,80
	12°	Buín	75,77
	13°	Lo Prado	75,54
	14°	Padre Hurtado	75,37
	15°	San Joaquín	75,16
	16°	San Bernardo	75,14
	17°	El Bosque	74,63
	18°	San José de Maipo	74,52
	19°	Recoleta	73,84
MEDIA BAJA PRIORIDAD SOCIAL	20°	Independencia	71,36
	21°	Til-Til	71,21
	22°	Alhué	70,90
	23°	Lampa	70,85
	24°	Quinta Normal	70,23
	25°	La Granja	70,14
	26°	Estación Central	69,89
	27°	Pedro Aguirre Cerda	69,49
	28°	Peñaflor	68,99
	29°	San Pedro	68,75
	30°	Renca	68,53
	31°	Talagante	68,45
	32°	La Cisterna	66,93
	33°	Pirque	66,12
	34°	Pudahuel	65,05
BAJA PRIORIDAD SOCIAL	35°	Colina	64,37
	36°	Cerrillos	64,36
	37°	Calera de Tango	64,34
	38°	Puente Alto	64,27
	39°	Peñalolén	64,12
	40°	La Florida	59,28
	41°	Maipú	58,39
	42°	Huechuraba	58,06
	43°	Santiago	57,11
	44°	Quilicura	56,01
	45°	Macul	55,02
	46°	San Miguel	53,34
SIN PRIORIDAD SOCIAL	47°	Nuñoa	37,36
	48°	La Reina	32,48
	49°	Lo Barnechea	32,00
	50°	Providencia	26,63
	51°	Las Condes	11,68
	52°	Vitacura	6,26

Fuente: (Seremi de Desarrollo Social y Familia R.M., 2021)

Como se visualiza en la tabla, las comunas no tienen gran movilidad en el ranking a través de diferentes periodos. Puede darse el caso de comunas con altos índices de prioridad social, pero con infraestructura vial en mejores condiciones, mientras que otras comunas con problemas viales urgentes no son seleccionadas debido a un índice de prioridad social más bajo.

Por lo tanto, es necesario desarrollar una metodología más completa y equilibrada que considere tanto los aspectos sociales como las necesidades específicas de la vialidad urbana. Esto implica tener en cuenta indicadores relacionados directamente con el estado de las vías, como la antigüedad de la infraestructura, polos atractores de viajes, déficit, entre otros.

Asimismo, se requiere una distribución presupuestaria dinámica en el tiempo, que permita realizar intervenciones en diferentes comunas de manera rotativa, de modo que todas reciban una atención adecuada a lo largo del tiempo. Esto a su vez evitaría la concentración de recursos en un número limitado de comunas y aseguraría una distribución más equitativa y justa.

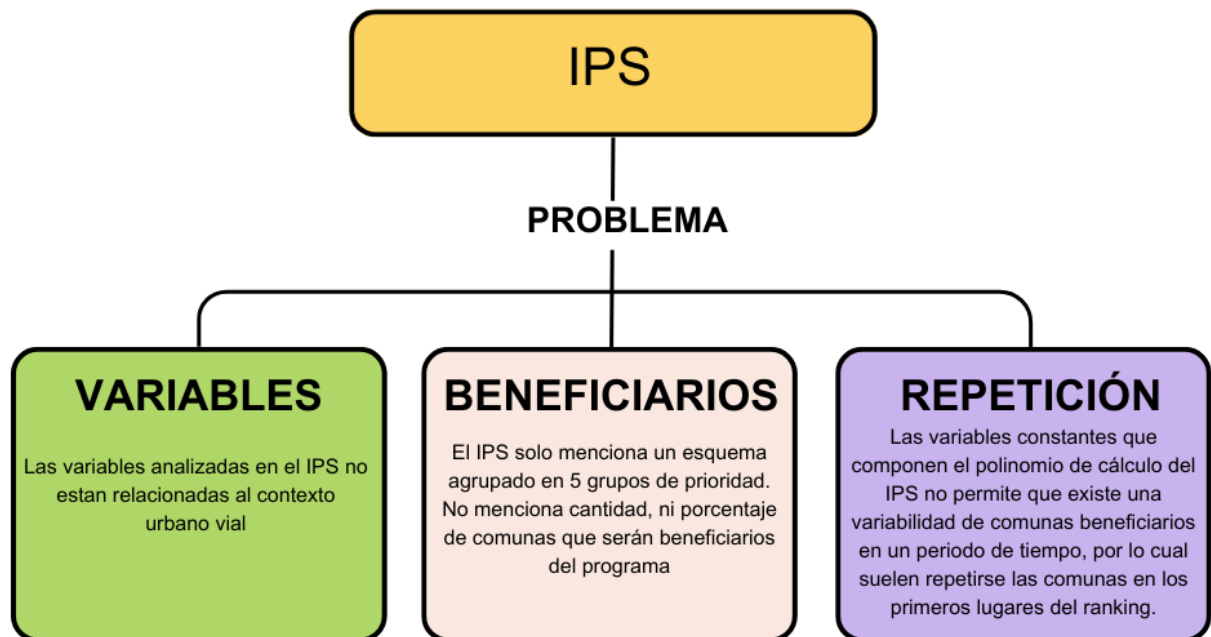
En resumen, el índice de Prioridad Social puede ser un factor a considerar en la selección de comunas beneficiadas en programas de conservación vial, pero no debería ser el único criterio.

Es necesario desarrollar una metodología integral que tome en cuenta tanto los aspectos sociales como las necesidades específicas de la vialidad urbana. Con ello una distribución presupuestaria dinámica y equitativa en el tiempo. Esto permitirá mejorar la eficacia y equidad en la asignación de recursos en los programas de conservación vial.

Estas metodologías podrían ser relevante para evaluar la distribución de recursos en el programa de conservación vial del Serviu, complementando el enfoque basado en el IPS.

Figura 8

La Problemática del IPS



Fuente. Elaboración Propia

CAPITULO 4

METODOLOGÍA PROPUESTA

La propuesta de una metodología de distribución presupuestaria específica para el programa de conservación sectorial de vialidad urbana en la Región Metropolitana, basada en análisis multicriterio, busca abordar la problemática expuesta en el capítulo anterior. De este modo, contribuir a una asignación equitativa de los recursos públicos en el ámbito de la conservación vial urbana.

La importancia de abordar este problema radica en la necesidad de lograr que los recursos del programa puedan ser distribuidos en un mayor número de comunas y, por tanto, tener un mayor impacto en términos sociales, económicos y técnicos. En este sentido, se propone la utilización de un ranking de comunas basado en criterios viales urbanos, y por otra parte plantear una distribución de recursos.

Se propone una metodología fundamentada en la literatura científica, que utilice variables adecuadas para el análisis multicriterio, y que tenga en cuenta aspectos técnicos, económicos y sociales relevantes.

En general, debería ser capaz de mejorar la distribución de recursos para el programa de conservación sectorial de vialidad urbana, y de proporcionar una distribución más equitativa y justa de los beneficios del programa entre las diferentes comunas de la Región Metropolitana. Además, ser escalable y adaptable a diferentes contextos urbanos y a diferentes programas de inversión en infraestructura urbana.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación efectiva de una metodología puede depender de factores externos, como la disponibilidad de recursos y el compromiso de las autoridades responsables, así como de factores internos, como la calidad de la gestión del programa y la eficiencia de la ejecución de los proyectos.

Una de las principales problemáticas que aborda la metodología propuesta en esta investigación es la falta de enfoque específico en la distribución presupuestaria para la conservación vial urbana en la Región Metropolitana, lo cual se refleja en la selección del índice de priorización social (IPS) como principal criterio de asignación de recursos a las comunas. El IPS, si bien es una herramienta útil para priorizar las inversiones en distintas áreas, no necesariamente refleja las necesidades y requerimientos específicos de cada sector en términos de conservación vial.

Para efectuar el análisis multicriterio, se utilizará el Método Analítico Jerárquico (AHP). La aplicación del método AHP para evaluar proyectos viales busca resolver el problema de elegir la variante óptima basándose en la evaluación de un gran número de criterios relacionados con la toma de decisiones. Para que estos proyectos puedan ser evaluados adecuadamente, existen criterios y subcriterios que deben sopesarse. Para tales proyectos, el método AHP ha demostrado ser adecuado y por esta razón, se utiliza cada vez más para la evaluación de estas iniciativas. (Baric & Zeljko, 2021).

Figura 9

Esquema Resumen Metodología Propuesta



Fuente: Elaboración Propia.

4.1 Criterios de Planificación Urbana

La planificación urbana es un proceso fundamental para el desarrollo sostenible de las ciudades. Se busca integrar diferentes aspectos, como la resiliencia, la calidad peatonal, las políticas habitacionales y de suelo, la accesibilidad territorial, la planificación estratégica y la conservación genética, entre otros, para lograr entornos urbanos funcionales y equitativos. Tiene como objetivo principal mejorar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades, promoviendo un desarrollo equilibrado y sostenible. (Chérrez Rodas , 2020).

Dentro del marco de esta investigación, se considerarán diversas variables que abarcan distintos aspectos de la planificación urbana. Estas variables incluyen aspectos sociales, económicos, de accesibilidad e infraestructura:

En el ámbito social, se toma en cuenta el Índice de Prioridad Social, el cual refleja la importancia de atender las necesidades y requerimientos específicos de cada sector en términos de conservación vial. En el aspecto económico, se considera la inversión en otros programas de conservación vial, así como la inversión en el programa sectorial en períodos anteriores, lo cual permite evaluar la asignación de recursos en relación a los esfuerzos previos en la materia.

La calidad peatonal es otro aspecto importante en la planificación urbana. Se ha desarrollado un método para evaluar los entornos de movilidad urbana, centrándose en la movilidad peatonal. Esto permite comprender mejor la vinculación entre movilidad y entorno urbano desde una perspectiva práctica en la planificación. (Talavera, Valenzuela, & Soria, 2014).

La accesibilidad territorial es otro criterio relevante en la planificación urbana y regional. Se ha dado importancia a la accesibilidad en la determinación del futuro uso del suelo y en la búsqueda de un mayor bienestar social a través de la planificación sectorial

(García Escobar & Urazán Bonells, 2014). La accesibilidad territorial se refiere a la facilidad con la que las personas pueden acceder a diferentes servicios y actividades en un área determinada.

Mediante el análisis de la distancia a paraderos de transporte público mayor y la cantidad de estaciones de metro por comuna, permitirá evaluar la conectividad y facilidad de desplazamiento dentro de la ciudad, aspectos fundamentales para un mejor acceso a movilidad sustentable. (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano, 2018).

Por último, en el ámbito de la infraestructura, se considera el déficit de conservación vial según ejes totales a nivel comunal, así como el porcentaje de manzanas con veredas de buena calidad de pavimento, o márgenes deseados. Estos indicadores reflejan la condición de la infraestructura vial y peatonal, aspectos esenciales para garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios. (Dirección de Presupuestos, 2004)

En conjunto, estas variables de planificación urbana brindan un enfoque integral y holístico para la distribución equitativa y eficiente de los recursos presupuestarios en el programa de conservación vial. La metodología propuesta busca asegurar que los recursos sean asignados a aquellas comunas que más lo necesitan, de acuerdo a los criterios establecidos y la contribución de cada variable en el análisis multicriterio. De esta manera, se promueve la equidad en la asignación de recursos y se garantiza que sean dirigidos a las áreas donde se requiere mayor atención y mejoras en términos de conservación vial.

4.2 Proceso de Selección de Variables

El proceso de selección de criterios se llevó a cabo una fase de decantación con el objetivo de identificar las variables más relevantes y significativas para abordar el problema de distribución de recursos en la conservación vial urbana en la Región Metropolitana.

La propuesta de variables se refiere a la selección y definición de las variables relevantes que serán consideradas en el análisis. En este caso, las variables asociadas a la planificación urbana, como el Índice de Prioridad Social, la inversión en otros programas de conservación vial, la accesibilidad y la infraestructura vial, fueron estratégicamente escogidas y su importancia se estableció en base a su contribución a la equidad y mejora de la conservación vial.

A continuación, se presentarán los principales criterios y consideraciones que guiaron este proceso de selección.

4.2.1 Relevancia del Problema

El primer criterio clave fue la relevancia directa de cada variable con respecto al problema de investigación. Se consideró si la variable estaba intrínsecamente relacionada con la distribución de recursos en la conservación vial urbana y si podía proporcionar información para abordar este problema específico.

4.2.2 Disponibilidad de Datos

Se evaluó la disponibilidad de datos para cada variable. Dado que la investigación se basa en datos empíricos, era fundamental seleccionar variables para las cuales se pudiera acceder a información confiable y actualizada.

4.2.3 Potencial para la Comparación

Se priorizaron las variables que permitirían una comparación significativa entre la metodología propuesta y la metodología existente. Esto se relaciona directamente con el objetivo de demostrar la mejora en la asignación de recursos.

4.2.4 Fundamento Teórico

Cuando fue posible, se respaldó la inclusión de variables en función de fundamentos teóricos y conceptos establecidos en la literatura académica relacionada con la planificación urbana y la conservación vial.

4.2.5 Evaluación Continua

Se llevó a cabo una evaluación continua a medida que se avanzaba en el proceso de investigación. Las variables se revisaron y ajustaron en función de la medida en que contribuyeran a los objetivos de la investigación.

4.2.6 Decisión Informada

Cabe destacar que la selección de variables fue el resultado de una decisión informada y deliberada, que se basó en la combinación de estos criterios y en el análisis de su pertinencia en el contexto de esta investigación específica.

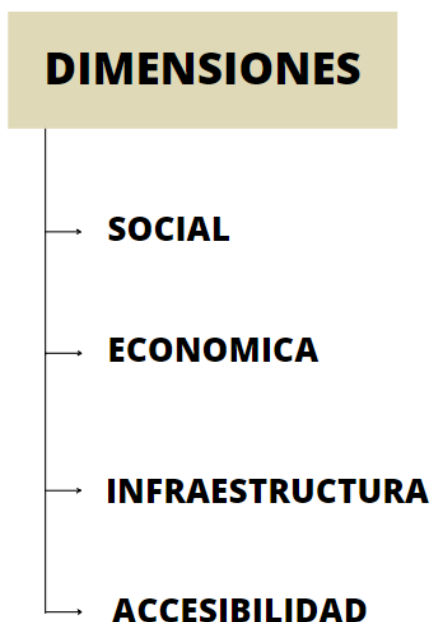
4.3 Variables Propuestas

En esta etapa, se definen y proponen las variables que se utilizarán en la evaluación de alternativas y en la generación del ranking comunal.

Se propone estudiarlas en base a 4 dimensiones; sociales, económicas, de infraestructura y accesibilidad.

Figura 10

Dimensiones en Estudio para la Propuesta



Fuente: Elaboración Propia

Las variables propuestas desempeñan un papel fundamental al permitir un análisis de las distintas alternativas y su impacto en el ámbito comunal.

Cada variable representa un aspecto relevante a considerar en la toma de decisiones, ya sea en términos de eficiencia de desempeño, solución de conflictos u otros objetivos pertinentes.

Al utilizar estas variables en el análisis, se busca obtener una jerarquía que refleje la importancia relativa de cada comuna en el ranking comunal. Esto permitirá identificar y priorizar aquellas comunas que presenten mayores necesidades o requieran una asignación de recursos más significativa.

El proceso de evaluación de las variables propuestas se llevará a cabo siguiendo los criterios previamente establecidos. Se analizará la información disponible y se realizará un análisis comparativo para determinar la posición de cada comuna en el ranking comunal.

4.3.1 Variables Sociales

La dimensión social se enfoca en los aspectos relacionados con la sociedad y la comunidad en el contexto de la evaluación comunal de alternativas para la conservación vial. Se consideran variables que permiten analizar el impacto social de las decisiones tomadas y evaluar las necesidades socioeconómicas específicas de cada comuna.

Una de las variables clave en esta dimensión es el Índice de Prioridad Social, el cual proporciona información sobre la situación socioeconómica de las comunas y las necesidades particulares de la población (Área de Estudios e Inversiones Seremi de Desarrollo Social y Familia, 2022). Esta variable es fundamental para comprender el impacto social de las decisiones de conservación vial y su relación con el bienestar y la calidad de vida de la comunidad en cada comuna.

Al considerar la dimensión social en la evaluación comunal de alternativas, se busca asegurar que las decisiones de asignación de recursos estén alineadas con las necesidades y prioridades de las comunidades.

4.3.2 Variables Económicas

La dimensión económica se enfoca en evaluar la asignación de recursos en relación con la conservación vial. Comprende variables como la inversión en otros programas de conservación vial y la asignación de recursos en el programa sectorial en períodos anteriores. Estas variables permiten analizar el compromiso financiero y los recursos asignados a la conservación vial en cada comuna.

La variable de inversión en otros programas de conservación vial considera los recursos destinados a la conservación de vías en proyectos que no son parte del programa sectorial específico. Esto puede incluir inversiones en mantenimiento, reparación y mejora de la infraestructura vial.

Por otra parte, la variable de asignación de recursos en el programa sectorial para períodos anteriores hace referencia a los recursos económicos dedicados a la conservación vial en cada comuna durante esos períodos. Esto permite analizar la continuidad y la consistencia en la asignación de recursos a lo largo del tiempo, como también controlar que ciertas comunas no concentren la inversión desmedidamente a lo largo del tiempo.

El análisis de estas variables económicas proporciona información crucial sobre la inversión y el compromiso financiero en la conservación vial en cada comuna. Permite identificar aquellas comunas que han recibido una mayor asignación de recursos y aquellas que pueden requerir una mayor inversión para mejorar su infraestructura vial.

4.3.2.1 Inversión de Otros Programas Conservación Vial.

Esta variable representa la cantidad de recursos destinados a la conservación vial en otros programas, y resulta relevante para evaluar el nivel de inversión general en infraestructura vial en cada comuna.

Se considerarán dos programas específicos para el análisis, en virtud de la disponibilidad de datos. Estos programas son el Programa de Conservación de la Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) y el Programa de Pavimentos Participativos.

Los proyectos de conservación DTPM tienen como objetivo recuperar los elementos principales de la infraestructura vial utilizada tanto por los buses como por los usuarios. Esto incluye la reparación de losas de pavimentos con algún tipo de falla, puntos de parada en mal estado o que no cumplen con el estándar establecido por esta entidad, la implementación de

accesibilidad universal para garantizar el libre tránsito peatonal de todo tipo de usuarios, incluyendo personas con movilidad reducida, así como la intervención y actualización de la demarcación vial, tanto vertical como horizontal.

Por otro lado, los proyectos del Programa de Pavimentación Participativa corresponden a un fondo concursable anual que permite reparar veredas, pasajes y vías locales. Estas obras cuentan con un financiamiento mixto, donde participa un comité de pavimentación responsable de presentar el requerimiento a las entidades gubernamentales. El comité aporta entre el 5% y el 30% del costo del proyecto, el municipio apoya en la tramitación y costea aproximadamente entre el 5% y el 25%, y finalmente el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) financia la diferencia del costo del proyecto. Estos programas llevan 33 años de ejecución hasta la fecha actual.

El análisis de esta variable permite evaluar la inversión específica en otros programas de conservación vial, lo que contribuye a comprender el nivel de compromiso financiero de cada comuna en la mantención y mejoramiento de la infraestructura vial. Además, estos programas tienen como objetivo abordar aspectos clave de la conservación vial, tanto en corredores de transporte público como en vías locales y veredas.

4.3.2.2 Inversión Programa Sectorial en Tres Períodos Anuales Anteriores

Esta variable representa la cantidad de recursos asignados al programa sectorial de conservación vial en los últimos tres años. Esta variable proporciona información sobre la asignación de recursos y la continuidad en la inversión en cada comuna.

El Programa de Conservación Vial Sectorial tiene como objetivo principal recuperar los elementos de infraestructura urbana en mal estado dentro de un perfil vial. Estos elementos incluyen el pavimento de calzadas con bajos índices de serviciabilidad, las veredas en mal estado y la falta de accesibilidad universal.

La determinación de los montos de inversión en el programa durante los tres periodos anteriores se realiza utilizando el Sistema de Información Geográfica del Servicio de Vivienda y Urbanización (Serviu) y el Departamento de Proyectos de Pavimentación del Serviu RM (Región Metropolitana).

Estos datos son procesados y analizados para generar un ranking que refleje el porcentaje de recursos asignados a cada comuna en relación al total del periodo. Este enfoque busca evitar la repetición de beneficiarios entre periodos consecutivos y garantizar una distribución equitativa de los recursos.

La participación activa de los municipios es fundamental en este proceso. A través de una consulta previa solicitada por el Serviu, los municipios tienen la oportunidad de indicar las vías prioritarias que requieren intervención. Esto permite que los recursos asignados se enfoquen en las necesidades específicas de cada comuna.

Es importante destacar que los recursos asignados a este programa son limitados y se renuevan anualmente, oscilando entre los 3000 y 6000 millones de pesos. Con estos montos, se puede intervenir aproximadamente entre 5 y 6 kilómetros de vías cada año.

El Programa de Conservación Vial Sectorial tiene como objetivo recuperar los elementos de infraestructura vial en mal estado. La asignación de recursos se basa en un análisis de los montos de inversión en los periodos anteriores, con el fin de evitar la repetición de beneficiarios.

4.3.3 Variables De Accesibilidad

La dimensión se centra en los aspectos relacionados con la facilidad de acceso y movilidad en cada comuna. Esta dimensión es fundamental para evaluar la calidad del transporte público y la conectividad en el área urbana. La accesibilidad se refiere a la capacidad de las personas para llegar a los lugares que necesitan de manera eficiente y

conveniente. El análisis de esta dimensión permitirá evaluar la calidad del transporte público y la conectividad en el área urbana, lo cual es fundamental para el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de los habitantes.

En el contexto de esta investigación, se evaluará la accesibilidad en función de diferentes criterios y variables específicas. Estos criterios y variables se seleccionarán en base a su relevancia y disponibilidad de datos confiables. Su análisis permitirá obtener una visión completa y objetiva de la accesibilidad en cada comuna, lo que a su vez contribuirá a la generación del ranking comunal.

La accesibilidad adecuada es esencial para garantizar la inclusión social, el acceso a servicios básicos, la participación comunitaria y el desarrollo sostenible. Por lo tanto, es importante evaluar y considerar cuidadosamente los aspectos relacionados con la accesibilidad al tomar decisiones de planificación y asignación de recursos.

4.3.3.1 Distancia A Paraderos De Transporte Público Mayor

Esta variable mide la distancia promedio de las viviendas en cada comuna a los paraderos de transporte público principal (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano, 2018). Puede reflejar la accesibilidad y la facilidad de desplazamiento para los residentes de cada comuna.

El indicador de distancia a paraderos de transporte público mayor tiene como objetivo medir la distancia desde un punto de origen específico hasta el paradero de transporte público más cercano. Esta distancia se calcula utilizando redes viales calibradas y se expresa en metros lineales.

Para su cálculo, se toma en consideración el centro geométrico de cada manzana y se determina la distancia hasta el paradero de transporte público mayor más próximo. Es importante destacar que esta variable se utiliza para evaluar la accesibilidad de una comuna

o área geográfica al transporte público y para analizar la disponibilidad de opciones de movilidad para los residentes.

En el proceso de agregación territorial, se pondera la distancia en función de la población de cada manzana. Esto significa que se considera la densidad poblacional para determinar la importancia relativa de cada distancia en el contexto de la comuna. Además, es importante mencionar que este indicador se actualiza cada 5 años para reflejar los cambios en la infraestructura de transporte y la distribución de la población.

La distancia a los paraderos de transporte público mayor es un indicador relevante para evaluar la accesibilidad y la conectividad de una comuna. Cuanto menor sea la distancia a los paraderos de transporte público, mayor será la facilidad de los residentes para acceder a los medios de transporte público, lo que puede tener un impacto en la elección de modos de transporte más sostenibles y en la reducción de la dependencia de los vehículos particulares.

4.3.3.2 Cantidad de Estaciones de Metro por Comuna

Esta variable indica la cantidad de estaciones de metro ubicadas en cada comuna. Su objetivo es evaluar la disponibilidad y accesibilidad del transporte público subterráneo en cada área.

El indicador de cantidad de estaciones de metro por comuna cuantifica la cantidad de estaciones de metro disponibles en cada comuna. Se utiliza para evaluar el nivel de accesibilidad de cada comuna a este medio de transporte. Cuantas más estaciones de metro haya en una comuna, mayor será el acceso de sus habitantes a este sistema de transporte. Esto puede influir en la demanda y uso de la vialidad comunal.

Contar con una mayor cantidad de estaciones de metro implica que los residentes de una comuna tienen una alternativa adicional para desplazarse dentro de la ciudad, lo que

puede influir en la elección de utilizar el transporte público en lugar de vehículos particulares. Además, la presencia de estaciones de metro puede fomentar la movilidad sostenible y contribuir a la reducción de la congestión vehicular, al incentivar el uso del transporte público.

Es importante destacar que este indicador no solo refleja la accesibilidad a otro modo de transporte, sino que también puede ser considerado como un factor que influye en el desarrollo urbano y la planificación de la vialidad comunal. La presencia de estaciones de metro puede tener un impacto en la densidad poblacional, la ubicación de comercios y servicios, y la distribución espacial de actividades dentro de una comuna. (Dirección de Extensión y Servicios Externos DESE UC, 2019).

4.3.4 Variables de Infraestructura

Esta dimensión se enfoca en los aspectos relacionados con la infraestructura vial y física en cada comuna. Uno de los aspectos clave dentro de esta dimensión es la accesibilidad, que se refiere a la facilidad de desplazamiento y conexión en una determinada área geográfica.

La accesibilidad es un factor fundamental en la planificación urbana y el desarrollo de las comunidades. En el contexto de este estudio, se evaluará la accesibilidad en términos de la conectividad y disponibilidad de infraestructuras viales en cada comuna. Esto incluye la calidad de las calles, veredas y otros elementos de la red vial, así como la distribución y accesibilidad de los medios de transporte público.

La infraestructura vial adecuada y bien mantenida es crucial para garantizar una buena accesibilidad en una comuna. Calles en buen estado, veredas accesibles y una red de transporte público eficiente son elementos clave para facilitar los desplazamientos de los residentes y mejorar su calidad de vida.

La dimensión de infraestructura se centra en la evaluación de la accesibilidad en cada comuna, considerando la calidad de las calles, veredas y otros elementos de la red vial, así como la disponibilidad y accesibilidad de los medios de transporte público. Una infraestructura vial adecuada y bien mantenida contribuye a una mayor accesibilidad y mejora la calidad de vida de los residentes en una comuna.

4.3.4.1 Déficit Conservación Vial Según Ejes Totales A Nivel Comunal

El déficit corresponde a la diferencia entre la demanda total y la oferta, reflejando los requerimientos por el bien o servicio de la población afectada por el problema. El déficit también puede ser expresado en términos cualitativos, esto es, como deficiencias en la calidad, incumplimiento de normativas, etc. (División de Evaluación Social de Inversiones, 2013).

En términos generales, el déficit se calcula según lo siguiente

$$\text{Déficit} = \text{Demanda Total} - \text{Oferta}$$

En el ámbito de la conservación vial, es crucial tener en cuenta el déficit en cada comuna. Este indicador permite evaluar la situación de cada comuna en términos de mantenimiento y reparación de sus infraestructuras viales. En nuestro estudio, nos enfocaremos en analizar el déficit de conservación vial según los ejes totales a nivel comunal en la Región Metropolitana.

El déficit de conservación vial es un indicador clave que refleja la necesidad de acciones de mantenimiento en la infraestructura vial de cada comuna. Este déficit se calcula en función de la cantidad de ejes viales que requieren mantenimiento en comparación con la longitud total de la red vial existente.

El análisis del déficit de conservación vial nos permite identificar aquellas comunas que presentan un mayor deterioro en sus infraestructuras viales y que requieren una

intervención prioritaria. Además, este indicador proporciona una visión general del estado de la red vial a nivel comunal y facilita la toma de decisiones en cuanto a la asignación de recursos y la planificación de proyectos de conservación.

Para calcular el déficit de conservación vial, utilizamos datos proporcionados por el Sistema de Información Geográfica (SIG) del Serviu Metropolitano. Este sistema nos brinda información detallada sobre la longitud de la red vial existente en cada comuna. Contrastamos esta información con los datos proporcionados por las propias comunas sobre las vías que requieren conservación. De esta manera, podemos determinar un porcentaje de déficit por comuna y generar un ranking que refleje la situación de conservación vial en cada una de ellas.

$$\% \text{ Déficit} = \frac{Lc - LTc}{100}$$

Donde:

% Déficit = Déficit total por comuna

Lc = Longitud total de vías que necesitan conservación por comuna

LTc = Longitud total de vías por comuna

Esto nos permitirá tener una visión más precisa y completa de la situación de conservación vial en la Región Metropolitana.

4.3.4.2 Porcentaje De Manzanas con Veredas Con Buena Calidad De

Pavimento

Este indicador refleja el porcentaje de manzanas en cada comuna que cuentan con veredas en buen estado de pavimento. Su objetivo es evaluar la calidad de las aceras y la infraestructura peatonal en cada área.

El estado de conservación del pavimento de las veredas es fundamental para evaluar las condiciones del espacio público y, especialmente, la accesibilidad universal. En este estudio, se utiliza un indicador que mide el estado de conservación del pavimento de las veredas, proporcionando información sobre la calidad de los espacios peatonales en una determinada área. Los datos utilizados para este indicador se basan en el Precenso realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en el año 2011.

El indicador de calidad del pavimento de las veredas se construye a partir de variables recopiladas durante el Precenso, que incluyen evaluaciones subjetivas de los empadronadores sobre la calidad del pavimento en cada manzana censal. Se clasifica el pavimento en categorías como "Excelente", "Buena", "Regular", "Mala" o "No existe pavimento". Para la construcción del indicador, se consideran las categorías "Excelente" y "Buena" como indicadores de una manzana con buena calidad de pavimento, y se calcula el porcentaje que representan en relación al total.

Es importante tener en cuenta que este indicador tiene una fecha de referencia en el año 2011 y se centra principalmente en evaluar el estado físico del pavimento de las veredas, sin abordar su funcionalidad. Sin embargo, sigue siendo relevante para comprender la calidad de los espacios peatonales en una determinada área y puede utilizarse como una herramienta para identificar áreas que requieren intervención y mejoras en términos de accesibilidad universal.

En el siguiente apartado, se presentará en detalle el análisis del porcentaje de manzanas con veredas de buena calidad de pavimento, junto con la metodología utilizada para su cálculo y su relación con el ranking comunal

Figura 11

Resumen de las Dimensiones, Variables y Fuentes de Datos a Usar en la Metodología

DIMENSIÓN	VARIABLES	FUENTE DEL INDICADOR
SOCIAL	ÍNDICE DE PRIORIDAD SOCIAL	Ministerio de Desarrollo Social y Familia
ECÓNOMICA	INVERSIÓN DE OTROS PROGRAMAS CONSERVACIÓN VIAL	DTPM / Serviu RM
	INVERSIÓN PROGRAMA SECTORIAL EN TRES PERÍODOS ANUALES ANTERIORES	Serviu RM
INFRAESTRUCTURA	DISTANCIA A PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO MAYOR	INE / MTT
	CANTIDAD DE ESTACIONES DE METRO POR COMUNA	METRO
ACCESIBILIDAD	DÉFICIT CONSERVACIÓN VIAL SEGÚN EJES TOTALES A NIVEL COMUNAL	Serviu RM
	PORCENTAJE DE MANZANAS CON VEREDAS CON BUENA CALIDAD DE PAVIMENTO	INE (Pre-Censo)

Fuente: Elaboración Propia

4.4 Metodología en Base al Proceso Analítico Jerárquico

Para la implementación del método AHP (Saaty, 1990), se ha establecido un procedimiento en el marco teórico que sirve como guía en esta labor investigativa.

Este procedimiento se divide en dos partes. La primera parte se centra en la construcción del diagrama jerárquico, en el cual se definen los criterios relevantes (variables comunales) y se asignan los ponderadores correspondientes a cada uno de ellos. Esta etapa requiere un análisis para asegurar la correcta representación de la estructura jerárquica y la asignación adecuada de importancia a cada criterio, en base a una consulta a expertos.

La segunda parte del procedimiento se enfoca en la aplicación de los resultados obtenidos en la etapa anterior (ponderadores para cada criterio o variable) sobre los valores reales de los criterios para cada comuna la cual arroja una distribución de recursos a cada comuna, luego se realiza una evaluación en relación al método usado actualmente, que usa como base el Índice de Prioridad Social.

Esta evaluación se basará en criterios previamente definidos y permitirá realizar una comparación y selección objetiva de las comunas, brindando así una propuesta de base para la toma de decisiones.

4.4.1 Definición del objetivo

En esta etapa del método AHP, se procede a definir el problema u objetivo que se busca abordar mediante el proceso de evaluación. La claridad en la definición del objetivo es esencial para orientar adecuadamente el análisis y la toma de decisiones.

Al establecer de manera explícita el propósito del estudio, se facilita la identificación de los criterios pertinentes y se garantiza que los resultados obtenidos estén alineados con el objetivo planteado.

El objetivo es obtener un ranking comunal que permita la toma de decisiones para la asignación de recursos para el Programa De Conservación Vial Sectorial (RM), basada según el análisis de las magnitudes de los criterios propuestos.

Teniendo presente los resultados obtenidos, se compararán con la metodología existente mediante el índice de Gini. Esta comparación permitirá evaluar la efectividad de la nueva metodología propuesta en términos de medición de desigualdad de los recursos destinados al programa a nivel comunal.

4.4.2 Definición de Panel de Expertos

En el proceso de evaluación utilizando el método AHP, es importante considerar la participación de los actores relevantes. Estos actores pueden ser expertos, profesionales del sector, tomadores de decisiones u otros individuos que posean conocimientos y experiencia pertinentes al problema en cuestión.

La selección de los actores adecuados es esencial para garantizar que los juicios y opiniones expresados sean representativos y tengan en cuenta diversas perspectivas.

La inclusión de los actores en el proceso de evaluación proporciona una base para la toma de decisiones informadas. Sus aportes y juicios enriquecen el análisis y contribuyen a una evaluación más equilibrada de las alternativas.

Al considerar los diferentes puntos de vista y conocimientos especializados de los actores, se promueve la transparencia y la objetividad en el proceso de evaluación.

En el caso de la presente investigación, los ejecutores de los juicios pertenecen a la Subdirección de Pavimentación y Obras Viales del Serviu RM. En detalle realizan las siguientes labores:

- Jefa del Departamento de Proyectos de Pavimentación. Especialidad en gestión, evaluación y revisión de proyectos.
- Jefe de la Sección de Georreferenciación.
- Especialidad en sistemas de información geográfica.
- Encargado del Equipo de Análisis de Precios Unitarios. Especialidad en revisión, desarrollo y evaluación de proyectos.
- Analista del Equipo de Desarrollo de Proyectos.
- Especialidad en el diseño de proyectos de conservación vial
- Analista del equipo de desarrollo de proyectos.
- Especialidad en el diseño de proyectos de conservación.

El panel de expertos involucrado en el proceso de evaluación está compuesto por un grupo de profesionales que desempeñan roles clave en diversas etapas del diseño y desarrollo de obras viales. Estos expertos, que participan transversalmente en el proceso, pertenecen al Servicio de Vivienda y Urbanización de la Región Metropolitana (SERVIU RM) y aportan una amplia gama de conocimientos especializados y experiencias en gestión, evaluación y diseño de proyectos.

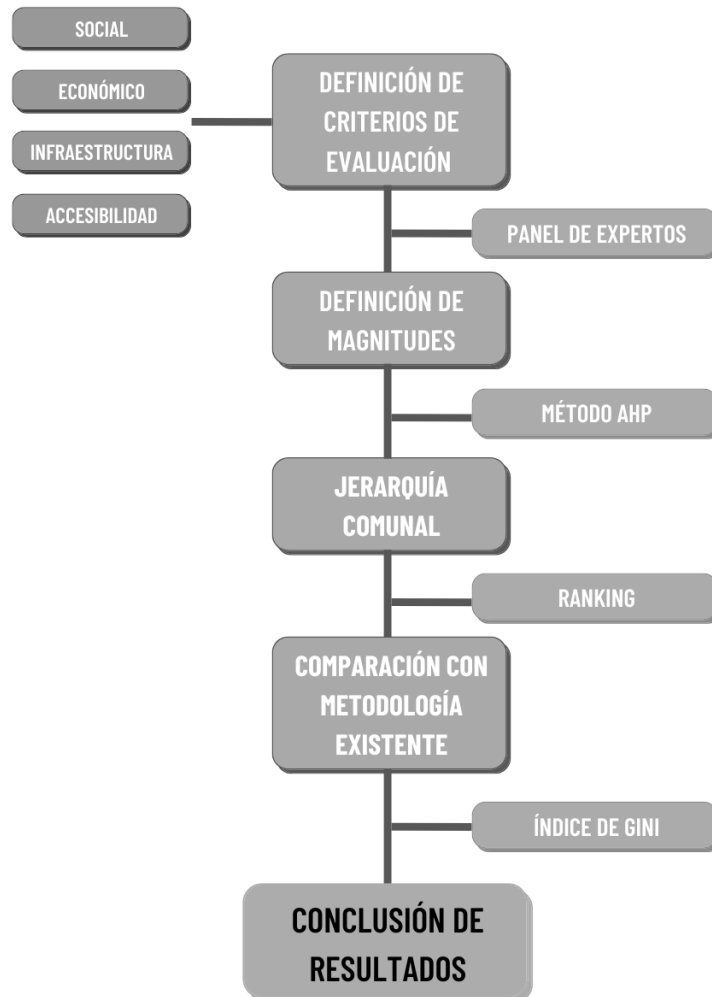
Su selección estratégica permite, en esta instancia, que los juicios y opiniones expresados sean representativos y abarquen múltiples perspectivas.

La inclusión de estos profesionales en el proceso de evaluación no solo pretende respaldar la toma de decisiones informadas, sino que también enriquece el análisis al considerar diferentes enfoques, pues promueve la transparencia, la objetividad. Un juicio de expertos es, en esencia, un sondeo de opinión entre personas reconocidas como fuentes

confiables de un tema, técnica o habilidad, con autoridad en una materia específica. (Mendoza, Solano, Palencia, & Garcia, 2019).

Figura 12

Esquema Metodología Propuesta



Fuente: Elaboración Propia

4.4.3 Construcción de Jerarquías

El método AHP es una técnica utilizada para la toma de decisiones que se basa en la construcción de jerarquías, el establecimiento de prioridades y la consistencia lógica. Estos conceptos son fundamentales en el desarrollo y aplicación del método.

La construcción de jerarquías permite guiar el proceso de toma de decisiones y alcanzar los objetivos deseados. Esta se compone de varios elementos clave: objetivo, criterios, subcriterios y jerarquía.

La construcción de jerarquías es el primer paso en el proceso del AHP. Consiste en descomponer el problema de decisión en diferentes niveles jerárquicos, donde cada nivel representa un criterio o subcriterio que contribuye a la evaluación general. Esta descomposición jerárquica ayuda a comprender y organizar mejor los elementos involucrados en la toma de decisiones.

En el nivel superior de la jerarquía se encuentra el objetivo o foco, que representa el objetivo general y principal del sistema o problema en cuestión. Este objetivo define la dirección y el propósito de la toma de decisiones.

A continuación, se encuentran los criterios, que son los factores o aspectos relevantes que contribuyen a alcanzar el objetivo. Estos criterios permiten identificar los diferentes ámbitos involucrados en la obtención del objetivo y proporcionan un marco de referencia para la evaluación de las alternativas.

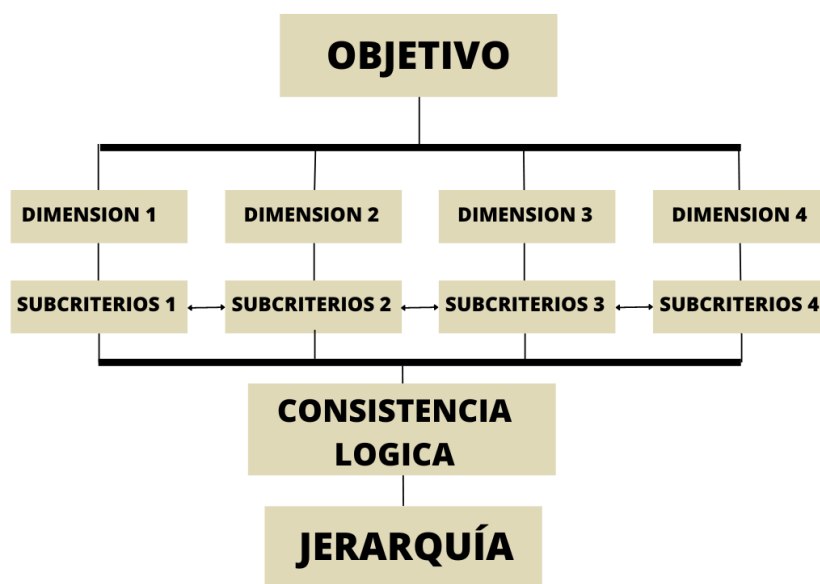
Dentro de cada criterio, se pueden definir subcriterios que desglosan aún más los aspectos relevantes a considerar. Estos subcriterios están directamente relacionados con los criterios principales y ayudan a tener una visión más detallada y completa de la situación.

El último principio importante del método AHP es la consistencia lógica. Para garantizar la fiabilidad de los resultados, es esencial que las comparaciones realizadas sean coherentes y consistentes. El AHP utiliza una medida de consistencia llamada relación de consistencia para verificar que las comparaciones sean razonables y no contradictorias. En caso de inconsistencias, se pueden realizar ajustes o revisiones en las comparaciones para lograr un mayor grado de consistencia.

Por último, se construye la jerarquía a partir del establecimiento de prioridades. Esto implica comparar y evaluar la importancia relativa de los elementos en cada nivel de la jerarquía. Se utilizan escalas de preferencia, como pares de comparación o valores numéricos, para determinar las prioridades relativas. Estas comparaciones se realizan de acuerdo con la percepción y el juicio del tomador de decisiones.

Figura 13

Esquema de Construcción de Jerarquía



Fuente: Elaboración Propia

4.4.4 Matriz de Comparación de Criterios

El principio de establecimiento de prioridades se basa en realizar comparaciones de a pares entre los elementos en función de un criterio dado.

El proceso consiste en construir una matriz de comparación, en la que se preguntará: ¿Cuánto supera este elemento o actividad al elemento con el que se está comparando en términos de la propiedad, contribución, dominio, influencia, satisfacción o beneficio?

Una vez que se han realizado todas las comparaciones necesarias, se obtiene una matriz de comparación completa que refleja las prioridades relativas de los elementos. Estas prioridades se determinan a partir de la síntesis de los juicios y comparaciones realizados por los expertos.

Tabla 4

Escala de Saaty

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual importancia	2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad por sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad por sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	$a_{ij} = 1/a_{ji}$	Hipótesis del método

Fuente: (Saaty, 1990)

4.4.5 Juicio de Expertos

Cuando se trabaja con múltiples expertos en el método AHP, es deseable alcanzar un consenso en el establecimiento de prioridades. Sin embargo, en ocasiones puede resultar difícil lograr un acuerdo total entre los expertos debido a diferencias de opinión o a limitaciones logísticas.

En estos casos, Thomas Saaty propone integrar los juicios de los expertos a través de la media geométrica. Este método permite combinar las opiniones de los expertos y obtener una medida conjunta de prioridades.

El proceso de integración de juicios mediante la media geométrica implica multiplicar las comparaciones de cada experto por separado y luego calcular la raíz n-ésima del producto de todas las comparaciones. La raíz n-ésima representa el consenso promedio de los expertos.

$$A_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{1}^n a_{ij}^n}$$

Donde:

A_{ij} : representa el resultado de la integración de los juicios para el par de criterios i y j .

a_{ij}^n : es el juicio de la n-ésima persona involucrada para el par de criterios i y j .

n representa el número total de personas involucradas que expresan sus juicios sobre los criterios.

Este enfoque tiene la ventaja de incorporar las perspectivas de todos los expertos involucrados, incluso si no se logra un acuerdo total. Al combinar los juicios individuales, se obtiene una evaluación conjunta que refleja una visión más amplia y equilibrada.

Es importante destacar que este método de integración de juicios a través de la media geométrica se utiliza cuando no es posible obtener un consenso directo entre los expertos. Sin embargo, la comunicación y el diálogo entre los expertos son fundamentales para garantizar que se consideren todas las perspectivas relevantes y se llegue a una evaluación justa y precisa.

4.4.6 Consistencia Lógica

El principio permite asegurar, cuantitativamente, que las relaciones establecidas entre los elementos sean congruentes y respeten las reglas de transitividad y proporcionalidad. La consistencia implica que, si un elemento es considerado mejor que otro, y ese otro es considerado mejor que un tercero, entonces el primero debe ser considerado mejor que el tercero. Además, las proporciones entre las preferencias también deben cumplirse con un rango de error permitido.

4.4.6.1 Índice de Consistencia

El método AHP mide la consistencia global de los juicios a través de la Proporción de Consistencia, que compara el Índice de Consistencia con el Índice Aleatorio. El Índice de Consistencia (CI) se calcula como la desviación de consistencia de la matriz de comparaciones de a pares y el Índice Aleatorio es el índice de consistencia de una matriz recíproca aleatoria.

El Índice de Consistencia (CI) se calcula de la siguiente manera

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

λ_{\max} corresponde al máximo valor propio de la matriz de comparaciones de a pares y n corresponde al rango.

Para calcular λ_{\max} se utiliza la siguiente relación determinada por Saaty que facilita el problema de resolver una ecuación más compleja de valores propios.

$$\lambda_{\max} = V * B$$

Donde:

V: Vector de Prioridades o vectores propios que se obtiene de la matriz de comparaciones.

B: Matriz fila que corresponde a la suma de los elementos de cada columna de la matriz de comparaciones. Su orden es $m \times 1$, donde m es el número de columnas de la matriz de comparaciones.

4.4.6.2 Índice Aleatorio

El propósito del Índice Aleatorio es establecer una base de comparación para evaluar si la matriz de comparaciones realizada por los expertos es consistente en comparación con una matriz aleatoria.

El Índice Aleatorio (RI) se determina mediante una tabla elaborada por Saaty, que depende del tamaño de la matriz de comparaciones.

Tabla 5

Índices Aleatorios por Tamaño de Matriz

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Aleatorio	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fuente: (Saaty, 1990)

4.4.6.3 La Relación de Consistencia (RC)

Indicador que permite evaluar la consistencia de las comparaciones de a pares en el método AHP. Ayuda a determinar la fiabilidad de los resultados obtenidos y si las evaluaciones son coherentes entre sí.

La Relación de Consistencia (RC) se obtiene dividiendo el Índice de Consistencia por el Índice Aleatorio. Para que los juicios sean considerados informados, la RC no debe superar

el 10%. Si la inconsistencia está por encima del 10%, se deben realizar nuevamente las evaluaciones de a pares. Es decir:

$$RC = \frac{CI}{RI}$$

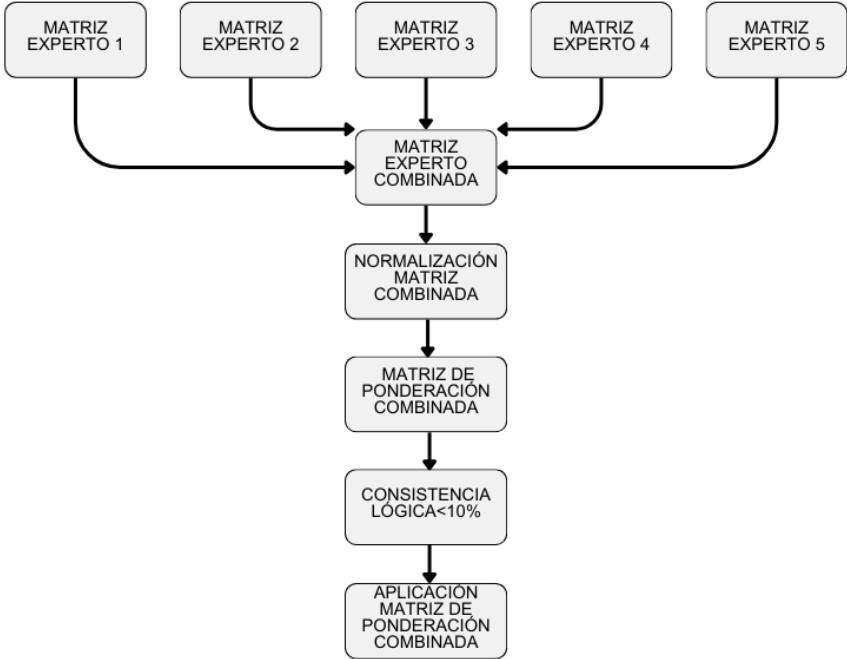
Si $RC > 10\%$ se debe realizar otra evaluación de a pares

Si $RC < 10\%$ la propuesta es consistente

Es importante tener en cuenta que la consistencia en las evaluaciones de a pares es esencial para obtener resultados válidos y confiables en el método AHP. Si las evaluaciones no cumplen con la consistencia requerida, se deben revisar y ajustar para garantizar la calidad de los resultados.

Figura 14

Resumen Flujo de Aplicación Método AHP



Fuente: Elaboración Propia

4.4.7 Evaluación y Estrategia de Validación

Se busca proponer y definir los criterios de evaluación y su jerarquía en la metodología AHP. Estos criterios serán fundamentales para evaluar las comunas de manera objetiva y cuantitativa. Sin embargo, el valor de esta etapa radica en la estrategia de validación que se plantea para demostrar la competencia de la metodología propuesta en comparación con la metodología existente.

La propuesta de utilizar una metodología multicriterio, como el AHP, implica un cambio en el enfoque de la evaluación existente a nivel comunal. A diferencia del enfoque tradicional basado en el Índice de Prioridad Social, la metodología propuesta considera una variedad de criterios para la toma de decisiones, y por otra parte en su distribución de recursos.

La estrategia de validación se enfocará en calcular el índice de Gini para los resultados obtenidos con ambas metodologías y comparar sus valores resultantes.

Se espera que la metodología propuesta genere una distribución más equitativa y de los recursos entre las comunas, lo que debería reflejarse en un índice de Gini más bajo en comparación con el enfoque actual (Observatorio Social, 2017). Esta propuesta permitirá una evaluación objetiva de cómo la nueva metodología difiere tanto en la priorización comunal, como también la distribución de recursos en la conservación vial urbana en la Región Metropolitana.

4.5 Cálculo del Índice de Gini para la Distribución de Recursos

El Índice de Gini es una medida que se emplea comúnmente en economía y estadísticas para evaluar la desigualdad en la distribución de ingresos o recursos. En el contexto de este estudio, el Índice de Gini se utilizará para determinar si la asignación de recursos en el programa de conservación vial es equitativa o si existe un desequilibrio significativo en la inversión entre comunas.

La importancia de esta métrica radica en su capacidad para proporcionar una evaluación cuantitativa de la equidad en la distribución de recursos, lo que es esencial para asegurar una planificación urbana justa teniendo en cuenta la cantidad de habitantes por comuna y la inversión por habitante.

4.5.1 Variables Utilizadas para el Cálculo del Índice de Gini

4.5.1.1 Cantidad de Habitantes por Comuna.

La primera variable fundamental para el cálculo del Índice de Gini es la cantidad de habitantes por comuna en la Región Metropolitana. Esta variable refleja la población de cada comuna y se utiliza como indicador de la dimensión demográfica.

4.5.1.2 Inversión por Habitante.

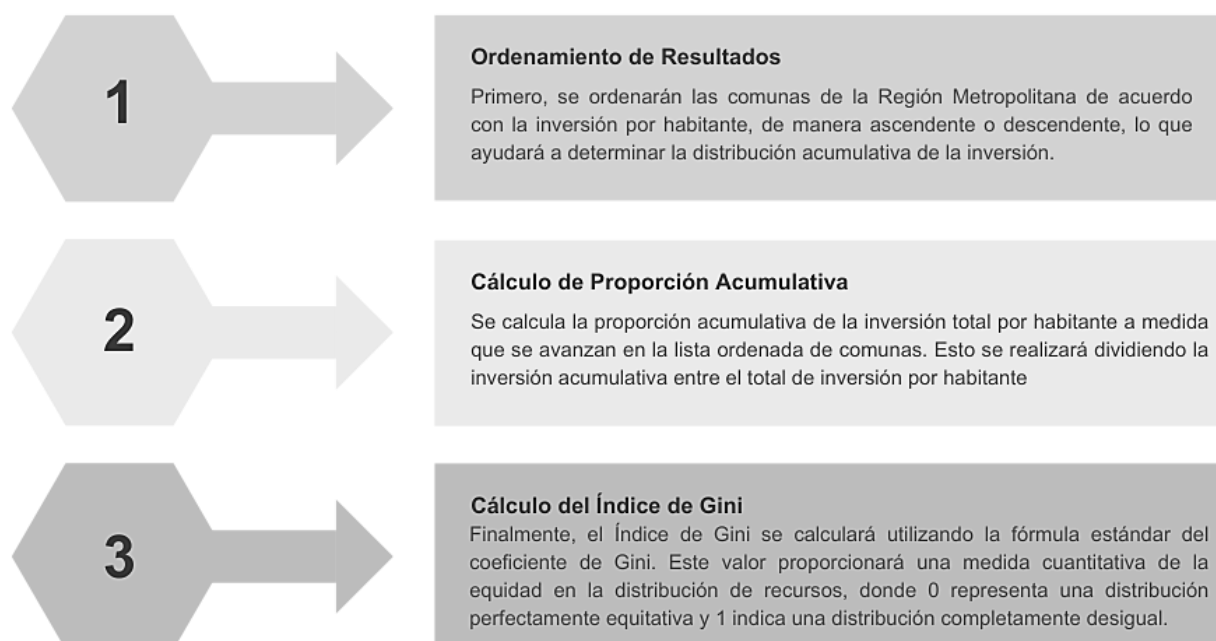
La segunda variable clave es la inversión por habitante. Esta representa la cantidad de recursos invertidos en conservación vial dividida por el número de habitantes de cada comuna. Proporciona información sobre la inversión relativa por persona en cada comuna y es esencial para evaluar la equidad en la distribución de recursos.

4.5.2 Proceso de Cálculo del Índice de Gini

El cálculo del Índice de Gini implica una serie de pasos sistemáticos que se aplican a las variables mencionadas anteriormente. Estos pasos se resumen en la **Figura 15**.

Figura 15

Esquema de Proceso de Cálculo del Índice de Gini para la Metodología Propuesta



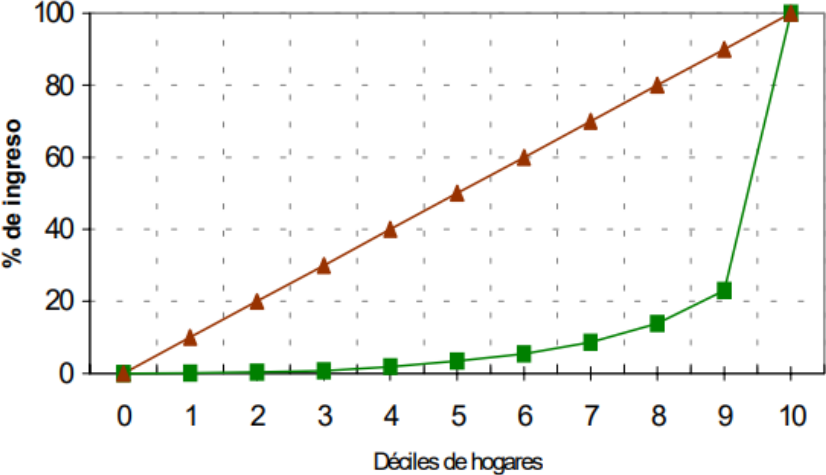
Fuente: Elaboración Propia

Como ejemplo, se presenta la distribución de ingresos por hogar. En el gráfico presentado en la **Figura 16** se observan tres elementos: la línea de equidistribución, la curva correspondiente a la distribución empírica formada a partir de las parejas (Hogares, Ingresos), o curva de Lorenz, y el área entre las dos líneas, denominada área de concentración. En caso de que a cada porcentaje de la población le corresponda el mismo porcentaje de ingresos (Hogares=Ingreso), se forma una línea de 45°. Como puede observarse en la **Figura 16**, esta línea divide en dos partes iguales el cuadrado de lado uno que se forma al graficar las proporciones acumuladas de personas en el eje horizontal y de ingresos en el vertical. Dicha diagonal corresponde a lo que Lorenz definió como la línea de equidad perfecta y denota, por ende, ausencia de desigualdad. A partir de la relación entre esta última y la línea de igualdad perfecta, es posible derivar diversos indicadores que se utilizan para evaluar la concentración del ingreso. La inclinación de cada segmento de la curva

se determina a partir del cociente que se forma al dividir el porcentaje de ingreso apropiado por un determinado segmento de la población, por el ingreso medio de la distribución. Así, en la medida que la inclinación que tenga el segmento sea más pronunciada, mayor será también la proporción de ingreso que retiene ese grupo. Es evidente que cuando la inclinación de un determinado segmento coincide con la de la diagonal, el ingreso de ese grupo es igual al promedio de la distribución

Figura 16

Gráfico Ejemplo Curva de Lorenz para Ingresos por Hogar



Fuente: (Medina, 2001)

4.6 Evaluación de Resultados

El análisis de resultados desempeña un papel fundamental en la generación del nuevo ranking comunal, el cual tiene como objetivo principal visualizar una herramienta que permita una distribución más equitativa y eficiente de los recursos en el programa de conservación vial.

Mediante el análisis de resultados, se compararán los puntajes obtenidos utilizando nuestra metodología con los generados por la evaluación actual basada en el IPS. Esta comparación permitirá evidenciar la diferencia en la asignación de recursos y demostrar cómo

la inclusión de variables históricas de inversión contribuye a una distribución más equitativa de los recursos

El análisis pretende indicar cómo estas variables adicionales contribuyen a una distribución más equitativa de los recursos y a una mejor gestión de la vialidad urbana en las comunas de la Región Metropolitana mediante el coeficiente de Gini. Se espera que el uso de variables económicas de recursos asignados en periodos anteriores permita una distribución más equitativa. Este enfoque nos permitirá no solo cuantificar el impacto de las variables históricas de inversión, sino también comprender cómo estas influyen en la equidad comunal.

Una vez que se haya calculado el Índice de Gini, se interpretarán los resultados para evaluar la equidad en la distribución de recursos en el programa de conservación vial de la Región Metropolitana. Un valor más cercano a 0 indicará una distribución más equitativa, mientras que un valor cercano a 1 señalará una asignación desigual de recursos.

Es importante destacar que el análisis de resultados no se limita únicamente a la cuantificación de las variables consideradas, sino que también implica una interpretación de su impacto en la generación del nuevo ranking comunal.

Este enfoque integral nos brinda una base para la toma de decisiones informadas, al tener en cuenta una amplia gama de factores que influyen en el desarrollo de las comunas. Por otra parte, Si se encuentra una alta desigualdad, se podrán proponer ajustes en la asignación de recursos para lograr una distribución más equitativa.

Los resultados del Índice de Gini permitirán identificar si existe desigualdad en la asignación de recursos y proporcionarán una base sólida para la toma de decisiones informadas en la planificación del Programa.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS DE LA METODOLOGIA PROPUESTA

El objetivo principal de este capítulo es presentar los resultados del análisis y la evaluación de la metodología propuesta en comparación con la metodología existente. Se aplica el método multicriterio AHP sobre las 52 comunas de la Región Metropolitana, utilizando las variables urbanas definidas en el capítulo 4 y las ponderaciones proporcionadas por el panel de expertos.

El resultado de esta aplicación es un ranking comunal que ordena las comunas en función de su prioridad para recibir asignación de recursos del programa de Conservación Vial Sectorial. Este ranking se compara con el ranking comunal que se obtiene mediante el método actual basado en el IPS. La comparación se realiza utilizando el índice de Gini, una medida que evalúa la equidad en la distribución de recursos.

5.1 Propuesta de magnitudes

En esta sección, profundizamos en el proceso de obtención y ponderación de las magnitudes utilizadas. Para garantizar la objetividad y validez de nuestra metodología, se convocó a un panel de expertos compuesto por cinco profesionales con amplia experiencia en el diseño y gestión vial. Cada experto participante contribuyó en la generación de matrices de comparación para las variables clave identificadas en el capítulo 4.

Los expertos se identificarán de acuerdo a:

1. Experto 1 – Encargado Equipo de Análisis de Precios Unitarios
2. Experto 2 – Jefe de Sección de Georreferenciación
3. Experto 3 – Analista Equipo Desarrollo de Proyectos
4. Experto 4 – Analista Equipo Gestión de Proyectos
5. Experto 5 – Jefa Departamento de Proyectos de Pavimentación

El proceso de construcción de estas matrices se basó en los siguientes pasos.

- Identificación de Variables Clave:

En el capítulo 4, se ha propuesto un conjunto de variables para evaluar las necesidades de conservación vial a nivel comunal tomando como base y lineamientos la bibliografía estudiada. Estas variables se proponen de acuerdo a cuatro dimensiones: sociales, económicas, de accesibilidad e infraestructura. Los expertos utilizaron esta lista como punto de partida para sus evaluaciones.

- Generación de Matrices de Comparación:

Cada experto completó una matriz de comparación para las variables dentro de cada dimensión. Esta matriz permitió a los expertos comparar la importancia relativa de dos

variables a la vez, asignando valores que indican cuál de las dos consideraron más relevante en función de su experiencia.

- Ponderación de Variables:

Una vez recopiladas las matrices de comparación de todos los expertos, calculamos una matriz de ponderación agregada que refleja el consolidado de sus decisiones. Esto proporciona una base para la asignación de pesos a las variables y, en última instancia, la priorización de las comunas.

5.2 Resultados de Matrices de Comparación

Los resultados de estas matrices de comparación permiten ponderar las variables multidimensionales. Las conclusiones derivadas de estas matrices son fundamentales para la priorización de comunas en el ámbito de conservación vial.

Estas matrices individuales se fusionarán posteriormente para formar una matriz de ponderación general, la cual permite determinar el ranking comunal definitivo.

La matriz de comparaciones a pares de criterios [A], correspondiente a:

$$(A) := \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Donde a_{ij} representa la importancia de c_i con respecto a c_j , en cuanto a la característica o propiedad del elemento inmediatamente superior de la jerarquía.

5.2.1 Matriz Experto 1

Tabla 6

Matriz de Comparación de Criterios, Experto 1

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(1) ÍNDICE DE PRIORIDAD SOCIAL	1	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9
(2) INVERSIÓN OTROS PROGRAMAS CONSERVACIÓN VIAL	9	1	1	9	9	1/5	1
(3) INVERSIÓN PROGRAMA SECTORIAL 3 PERIODOS ANUALES ANTERIORES	9	1	1	9	9	1/5	1
(4) DISTANCIA A PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO MAYOR	9	1/9	1/9	1	9	1/9	1/9
(5) CANTIDAD DE ESTACIONES DE METRO POR COMUNA	9	1/9	1/9	1/9	1	1/9	1/9
(6) DEFICIT CONSERVACION VIAL SEGÚN EJES TOTALES A NIVEL COMUNAL	9	5	5	9	9	1	9
(7) PORCENTAJE DE MANZANAS CON VEREDAS CON BUENA CALIDAD DE PAVIMENTO	9	1	1	9	9	1/9	1

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2 Matriz Experto 2

Tabla 7

Matriz de Comparación de Criterios, Experto 2

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(1) ÍNDICE DE PRIORIDAD SOCIAL	1	1/3	1/5	3	5	1/5	3
(2) INVERSIÓN OTROS PROGRAMAS CONSERVACIÓN VIAL	3	1	1/3	1/5	1/3	1/5	3
(3) INVERSIÓN PROGRAMA SECTORIAL 3 PERIODOS ANUALES ANTERIORES	5	3	1	5	1	1/3	1
(4) DISTANCIA A PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO MAYOR	1/3	5	1/5	1	3	1/3	3
(5) CANTIDAD DE ESTACIONES DE METRO POR COMUNA	1/5	3	1	1/3	1	1/5	1
(6) DEFICIT CONSERVACION VIAL SEGÚN EJES TOTALES A NIVEL COMUNAL	5	5	3	3	5	1	5
(7) PORCENTAJE DE MANZANAS CON VEREDAS CON BUENA CALIDAD DE PAVIMENTO	1/3	1/3	1	1/3	1	1/5	1

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3 Matriz Experto 3

Tabla 8

Matriz de Comparación de Criterios, Experto 3

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(1) ÍNDICE DE PRIORIDAD SOCIAL	1	1/6	1/5	1/2	1/2	1/5	1
(2) INVERSIÓN OTROS PROGRAMAS CONSERVACIÓN VIAL	6	1	2	5	5	1	5
(3) INVERSIÓN PROGRAMA SECTORIAL 3 PERIODOS ANUALES ANTERIORES	5	1/2	1	3	3	1/4	1/3
(4) DISTANCIA A PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO MAYOR	2	1/5	1/3	1	1	1/5	1/5
(5) CANTIDAD DE ESTACIONES DE METRO POR COMUNA	2	1/5	1/3	1	1	1/5	1/5
(6) DEFICIT CONSERVACION VIAL SEGÚN EJES TOTALES A NIVEL COMUNAL	5	1	4	5	5	1	4
(7) PORCENTAJE DE MANZANAS CON VEREDAS CON BUENA CALIDAD DE PAVIMENTO	1	1/5	3	5	5	1/4	1

Fuente: Elaboración Propia

5.2.4 Matriz Experto 4

Tabla 9

Matriz de Comparación de Criterios, Experto 4

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(1) ÍNDICE DE PRIORIDAD SOCIAL	1	1/3	1/6	1	1	1/5	1/3
(2) INVERSIÓN OTROS PROGRAMAS CONSERVACIÓN VIAL	3	1	1/4	3	3	1/3	1/3
(3) INVERSIÓN PROGRAMA SECTORIAL 3 PERIODOS ANUALES ANTERIORES	6	4	1	5	5	3	3
(4) DISTANCIA A PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO MAYOR	1	1/3	1/5	1	1	1/3	1/3
(5) CANTIDAD DE ESTACIONES DE METRO POR COMUNA	1	1/3	1/5	1	1	1/3	1/3
(6) DEFICIT CONSERVACION VIAL SEGÚN EJES TOTALES A NIVEL COMUNAL	5	3	1/3	3	3	1	3
(7) PORCENTAJE DE MANZANAS CON VEREDAS CON BUENA CALIDAD DE PAVIMENTO	3	3	1/3	3	3	1/3	1

Fuente: Elaboración Propia

5.2.5 Matriz Experto 5

Tabla 10

Matriz de Comparación de Criterios, Experto 5

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(1) ÍNDICE DE PRIORIDAD SOCIAL	1	1/6	1/5	1	1	1/9	1/2
(2) INVERSIÓN OTROS PROGRAMAS CONSERVACIÓN VIAL	6	1	1	7	7	1/8	5
(3) INVERSIÓN PROGRAMA SECTORIAL 3 PERIODOS ANUALES ANTERIORES	5	1	1	7	7	1/8	5
(4) DISTANCIA A PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO MAYOR	1	1/7	1/7	1	1	1/9	1/3
(5) CANTIDAD DE ESTACIONES DE METRO POR COMUNA	1	1/7	1/7	1	1	1/9	1/3
(6) DEFICIT CONSERVACION VIAL SEGÚN EJES TOTALES A NIVEL COMUNAL	9	8	8	9	9	1	9
(7) PORCENTAJE DE MANZANAS CON VEREDAS CON BUENA CALIDAD DE PAVIMENTO	2	1/5	1/5	3	3	1/9	1

Fuente: Elaboración Propia

5.3 Resultados Globales

Esta sección, compila los resultados obtenidos de las matrices de comparación de expertos y explora cómo se combinaron para obtener una matriz de ponderación.

5.3.1 Matriz Experto Combinada

Tabla 11

Matriz de Comparación de Expertos Combinada

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(1) ÍNDICE DE PRIORIDAD SOCIAL	1	1/5	1/6	2/3	7/9	1/6	5/9
(2) INVERSIÓN OTROS PROGRAMAS CONSERVACIÓN VIAL	5	1	2/3	20/7	19/6	2/7	2
(3) INVERSIÓN PROGRAMA SECTORIAL 3 PERIODOS ANUALES ANTERIORES	35/6	13/7	1	39/7	4	1/3	11/8
(4) DISTANCIA A PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO MAYOR	10/7	1/3	1/5	1	2	1/5	3/8
(5) CANTIDAD DE ESTACIONES DE METRO POR COMUNA	9/7	1/3	1/4	1/2	1	1/6	1/3
(6) DEFICIT CONSERVACION VIAL SEGÚN EJES TOTALES A NIVEL COMUNAL	19/3	18/5	11/4	31/6	40/7	1	11/2
(7) PORCENTAJE DE MANZANAS CON VEREDAS CON BUENA CALIDAD DE PAVIMENTO	16/9	1/2	5/7	8/3	4/3	1/5	1

Fuente: Elaboración Propia

5.3.2 Matriz Normalizada Combinada

Tabla 12

Matriz Combinada Normalizada

(1)	ÍNDICE DE PRIORIDAD SOCIAL	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.07	0.05	0.04	PROMEDIO
(2)	INVERSIÓN OTROS PROGRAMAS CONSERVACIÓN VIAL	0.22	0.13	0.12	0.16	0.16	0.12	0.17	0.15	
(3)	INVERSIÓN PROGRAMA SECTORIAL 3 PERIODOS ANUALES ANTERIORES	0.26	0.19	0.17	0.30	0.20	0.15	0.13	0.20	
(4)	DISTANCIA A PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO MAYOR	0.06	0.05	0.03	0.05	0.10	0.08	0.03	0.06	
(5)	CANTIDAD DE ESTACIONES DE METRO POR COMUNA	0.06	0.04	0.04	0.03	0.05	0.07	0.03	0.05	
(6)	DEFICIT CONSERVACION VIAL SEGÚN EJES TOTALES A NIVEL COMUNAL	0.28	0.48	0.48	0.28	0.29	0.43	0.50	0.39	
(7)	PORCENTAJE DE MANZANAS CON VEREDAS CON BUENA CALIDAD DE PAVIMENTO	0.08	0.07	0.13	0.15	0.17	0.08	0.09	0.11	

Fuente: Elaboración Propia

5.3.3 Matriz de Ponderación Combinada

De acuerdo a los resultados indicados en la **Tabla 13** se aprecia que la variable que controlará la decisión final será disminuir el déficit de conservación, es decir, a medida que se va ejecutando el programa, se va beneficiando a las comunas que tienen mayor carencia de programas de intervención vial. En segundo, y tercer lugar respectivamente, las variables que controlan son los asociados a la dimensión económica, por lo tanto, si una comuna ya se ha visto favorecida de alguna inversión, para un próximo periodo tendrá un menor porcentaje de repetirse.

Tabla 13

Matriz de Ponderación Combinada

(1)	ÍNDICE DE PRIORIDAD SOCIAL	0.31
(2)	INVERSIÓN OTROS PROGRAMAS CONSERVACIÓN VIAL	1.13
(3)	INVERSIÓN PROGRAMA SECTORIAL 3 PERIODOS ANUALES ANTERIORES	1.46
(4)	DISTANCIA A PARADEROS DE TRANSPORTE PÚBLICO MAYOR	0.42
(5)	CANTIDAD DE ESTACIONES DE METRO POR COMUNA	0.33
(6)	DEFICIT CONSERVACION VIAL SEGÚN EJES TOTALES A NIVEL COMUNAL	2.92
(7)	PORCENTAJE DE MANZANAS CON VEREDAS CON BUENA CALIDAD DE PAVIMENTO	0.79

Fuente: Elaboración Propia

5.3.4 Relación de Consistencia Combinada

Como se indicó en el anterior capítulo, se debe calcular la relación de consistencia. En este caso su valor fue menor al 10%, por lo tanto con un 6% podemos definir el resultado como consistente.

Tabla 14

Relación de Consistencia Combinada

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	0.06
CONSISTENCIA ALEATORIA	1.49
RELACIÓN DE CONSISTENCIA	0.04

Fuente: Elaboración Propia

5.3.5 Ranking de Resultados

A partir de la matriz de ponderación combinada, y los diferentes valores de las variables propuestas se presentan los resultados de los rankings y la asignación de recursos del programa, mediante proporcionalidad directa, tomando en cuenta que la inversión mínima para una comuna beneficiaria será de \$100.000.000.-

En detalle, primero hay que calcular el porcentaje asignado. Para ello, hay que sumar los valores de la columna "Ranking" y obtener el proporcional para cada comuna. Luego, se debe obtener el monto del recurso asignado multiplicando el presupuesto total del Programa por el porcentaje asignado. Todas las comunas que obtengan valores bajo el umbral de inversión mínima se deben eliminar y volver a reasignar.

Tabla 15

Detalle por Columna de Resultados del Ranking Propuesto

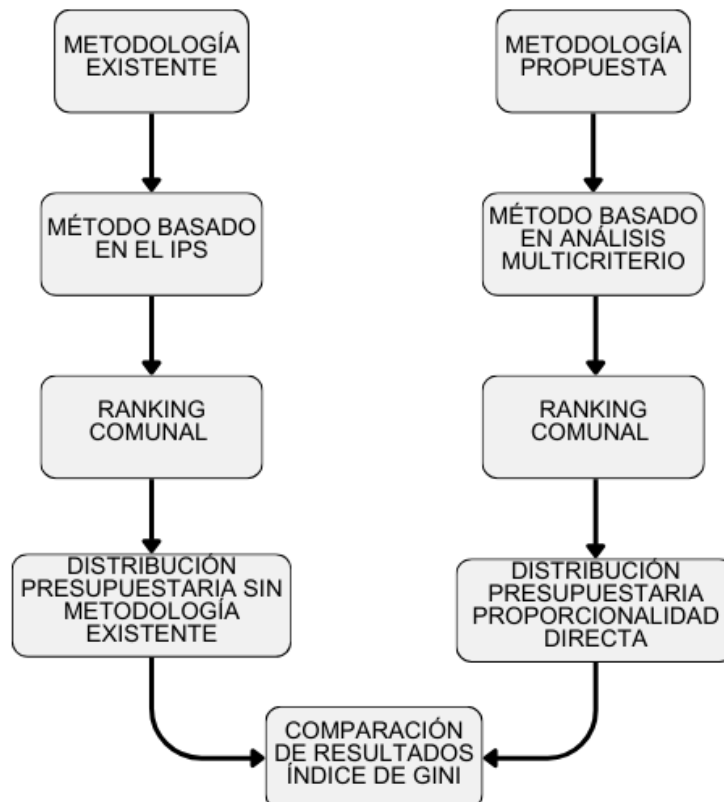
RANKING	COMUNA	RESULTADO	PORCENTUAL	SELECCIÓN	PRESUPUESTO (\$)
Ubicación de la comuna respecto al total regional de acuerdo al método propuesto	Nombre de la comuna	Valor comunal obtenido de acuerdo al método propuesto	Valor porcentual del resultado del método respecto a su sumatoria total	Indica que comuna será beneficiaria del programa tomando en cuenta el umbral de inversión mínima	Monto asignado a la comuna de acuerdo al valor porcentual obtenido respecto al presupuesto total

Fuente: Elaboración Propia

Se mostrarán las comunas ordenadas de acuerdo a los resultados obtenidos a través del método propuesto para los años 2018 al 2022 en el capítulo Anexos.

Figura 17

Resumen Flujo de Resultados Método Existente y Propuesto



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 6

ANALISIS DE RESULTADOS

La información recolectada y los métodos aplicados revelarán patrones, tendencias y evaluaciones, en el cual se pretende dar cuenta de la equidad de los resultados para las 52 comunas de la Región Metropolitana. Esta se mediará mediante el índice de Gini.

Se realizará un desglose anual, desde 2018 hasta 2022, examinando los datos para proporcionar una visión de la evolución del programa. Este análisis temporal permitirá visualizar la optimización de la distribución de recursos.

La metodología propuesta para la asignación de recursos se comparará con la existente, generando una evaluación crítica que revelará las divergencias entre ambas y su impacto en los resultados finales. Este ejercicio comparativo permitirá fundamentar recomendaciones y orientar mejoras futuras.

Los hallazgos presentados servirán como punta pie inicial para la toma de decisiones estratégicas que busquen una mayor la equidad y la eficiencia no solo para el programa en estudio, sino que puede ser aplicable en otro escenario similar.

6.1 Contexto del Análisis

En el contexto de la investigación, el Programa de Conservación Vial (CRV) representa un componente central en la administración de la infraestructura vial bajo tuición Serviu de la Región Metropolitana. Este programa, diseñado para la conservación de vialidad urbana, refleja la implementación de políticas públicas y estrategias operativas destinadas a mantener la funcionalidad y durabilidad de la red vial.

El análisis se extiende a lo largo de cinco años (2018-2022), período durante el cual se implementaron intervenciones y asignaron recursos para mejorar la calidad de la infraestructura vial en las 52 comunas de la región. La elección de este periodo temporal facilita la evaluación del rendimiento anual y la identificación de patrones a lo largo del tiempo.

Este análisis se fundamenta en la evaluación de la eficacia de las asignaciones de recursos, con un enfoque particular en la equidad de la distribución de inversiones y sus consecuencias para el mantenimiento de la infraestructura vial. La medición de esta equidad se realizará a través del índice de Gini, proporcionando una perspectiva cuantitativa de la distribución de recursos entre las comunas.

El abordaje metodológico y la selección de variables, discutidos en capítulos anteriores, se aplican en este análisis temporal. Se espera que este análisis ofrezca percepciones significativas sobre el rendimiento cuantitativo del programa, así como su alineación con los objetivos de planificación urbana y conservación vial en la región.

6.2 Objetivo del análisis

Los objetivos específicos que orientan el análisis de los resultados del Programa de Conservación Vial en el periodo de estudio (2018-2022) se centran en la evaluación y comprensión de los datos recopilados, alineados con la misión de analizar la eficacia y equidad en la asignación de recursos a lo largo del tiempo.

Comparar Resultados Temporales: Contrastar los resultados obtenidos año tras año, destacando posibles cambios en la equidad del programa a lo largo del tiempo. Este enfoque temporal permitirá identificar tendencias, factores estacionales o eventos que puedan influir en el rendimiento del CRV.

Validar la Metodología Propuesta: Comparar los resultados obtenidos mediante la metodología propuesta para la asignación de recursos con la metodología existente. Esta comparación se realizará de manera crítica, evaluando las divergencias y su impacto en los resultados finales, con el objetivo de fundamentar recomendaciones para futuras mejoras.

Estos objetivos del análisis se estructuran para proporcionar una visión integral del desempeño del Programa de Conservación Vial, contribuyendo a la toma de decisiones informadas y al perfeccionamiento continuo de las estrategias de conservación vial en la Región Metropolitana.

6.3 Conclusiones del Método Propuesto

La importancia de esta sección radica en la capacidad para analizar la efectividad y eficiencia de la propuesta.

La conclusión abordará dos aspectos. En primer lugar, se realizará una comparación entre los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología propuesta y los generados por la metodología existente. Esta comparación permitirá identificar similitudes, divergencias y posibles áreas de mejora.

En segundo lugar, se realizará un análisis de los resultados específicos generados por el método propuesto a lo largo de los cinco años de estudio. Se explorarán patrones temporales, tendencias y variaciones para comprender cómo el método ha impactado la distribución de recursos en diferentes momentos. Este análisis permitirá evaluar la coherencia del método.

Además, se abordará el impacto global del método en la distribución de recursos, considerando el panorama completo de las comunas participantes. Se examinará cómo las decisiones tomadas a través de esta metodología han influido en la equidad recursos a nivel regional. Se prestará especial atención a posibles desafíos identificados y áreas que podrían beneficiarse de ajustes o mejoras en futuras implementaciones.

6.3.1 Comparación de Movilidad de Resultados

En este apartado, se presentarán los resultados de la asignación de recursos obtenidos tanto con el método propuesto como con la metodología existente. Estas tablas de resultados servirán como herramientas visuales para facilitar la comprensión y comparación de los datos.

La planilla correspondiente a la metodología existente exhibirá la distribución de recursos para el total de los años analizados (2018-2022) para todas las comunas incluidas en el estudio. Se destacarán los montos asignados a por municipio.

Por otro lado, la tabla generada con el método propuesto mostrará la asignación de recursos resultante de la aplicación de los criterios y variables propuestas. Se resaltarán los cambios significativos respecto a la metodología existente y se ofrecerá una visión detallada de cómo el nuevo enfoque busca optimizar la distribución de recursos en función de los factores considerados.

Se presentan un extracto de los resultados del ranking. Al costado izquierdo se muestra el ranking obtenido con el método existente. A la derecha la metodología propuesta.

Tabla 16

Extracto Resultados Ranking Método Existente y Propuesto para el año 2018

Rk 2018	Comuna	Rk 2018	Comuna
1°	LA PINTANA	1°	CURACAVÍ
2°	LO ESPEJO	2°	SAN PEDRO
3°	CERRO NAVIA	3°	CALERA DE TANGO
4°	SAN RAMÓN	4°	SAN JOSÉ DE MAIPO
5°	ISLA DE MAIPO	5°	ALHUÉ
6°	MARÍA PINTO	6°	LAMPA
7°	CURACAVÍ	7°	LA PINTANA
8°	CONCHALÍ	8°	EL MONTE
9°	EL MONTE	9°	PIRQUE
10°	PAINE	10°	MARÍA PINTO

Fuente: (Ministerio De Desarrollo Social y Familia, 2022) y Elaboración Propia

Tabla 17

Extracto Resultados Ranking Método Existente y Propuesto para el año 2019

Rk 2019	Comuna	Rk 2019	Comuna
1°	LA PINTANA	1°	LA PINTANA
2°	LO ESPEJO	2°	SAN JOSÉ DE MAIPO
3°	CERRO NAVIA	3°	LAMPA
4°	SAN RAMÓN	4°	EL MONTE
5°	ISLA DE MAIPO	5°	CURACAVÍ
6°	MARÍA PINTO	6°	EL BOSQUE
7°	CURACAVÍ	7°	INDEPENDENCIA
8°	CONCHALÍ	8°	PIRQUE
9°	EL MONTE	9°	SAN BERNARDO
10°	PAINE	10°	CALERA DE TANGO

Fuente: (Ministerio De Desarrollo Social y Familia, 2022) y Elaboración Propia

Tabla 18

Extracto Resultados Ranking Método Existente y Propuesto para el año 2020

Rk 2020	Comuna	Rk 2020	Comuna
1°	LA PINTANA	1°	LAMPA
2°	LO ESPEJO	2°	LA PINTANA
3°	CERRO NAVIA	3°	LA GRANJA
4°	SAN RAMÓN	4°	CONCHALÍ
5°	MARÍA PINTO	5°	PEDRO AGUIRRE CERDA
6°	EL BOSQUE	6°	MARÍA PINTO
7°	CONCHALÍ	7°	BUIN
8°	ISLA DE MAIPO	8°	CERRO NAVIA
9°	EL MONTE	9°	SAN BERNARDO
10°	CURACAVÍ	10°	INDEPENDENCIA

Fuente: (Ministerio De Desarrollo Social y Familia, 2022) y Elaboración Propia

Tabla 19

Extracto Resultados Ranking Método Existente y Propuesto para el año 2021

Rk 2021	Comuna	Rk 2021	Comuna
1°	LA PINTANA	1°	LAMPA
2°	LO ESPEJO	2°	LA GRANJA
3°	CERRO NAVIA	3°	CONCHALÍ
4°	SAN RAMÓN	4°	SAN MIGUEL
5°	MARÍA PINTO	5°	LA PINTANA
6°	EL BOSQUE	6°	RENCA
7°	CONCHALÍ	7°	SAN BERNARDO
8°	ISLA DE MAIPO	8°	COLINA
9°	EL MONTE	9°	PEDRO AGUIRRE CERDA
10°	CURACAVÍ	10°	ESTACIÓN CENTRAL

Fuente: (Ministerio De Desarrollo Social y Familia, 2022) y Elaboración Propia

Tabla 20

Extracto Resultados Ranking Método Existente y Propuesto para el año 2022

Rk 2022	Comuna	Rk 2022	Comuna
1°	LA PINTANA	1°	LA PINTANA
2°	LO ESPEJO	2°	LA GRANJA
3°	CERRO NAVIA	3°	SAN BERNARDO
4°	SAN RAMÓN	4°	LAMPA
5°	MARÍA PINTO	5°	PEDRO AGUIRRE CERDA
6°	EL MONTE	6°	CERRO NAVIA
7°	CONCHALÍ	7°	CONCHALÍ
8°	EL BOSQUE	8°	INDEPENDENCIA
9°	PEDRO AGUIRRE CERDA	9°	RENCA
10°	SAN PEDRO	10°	ESTACIÓN CENTRAL

Fuente: (Ministerio De Desarrollo Social y Familia, 2022) y Elaboración Propia

El análisis comparativo entre los resultados derivados del método existente y la propuesta, a lo largo del corte temporal de 5 años (2018-2022) destaca divergencias que proporcionan una visión de la dinámica asociada con los rankings mostrados. Se aprecia la poca variabilidad en las posiciones de las comunas representadas por la metodología existente.

Se evidencia una marcada estabilidad en el ranking comunal, donde municipios como La Pintana, Lo Espejo y Cerro Navia mantienen posiciones destacadas de manera constante. Estos resultados nos hacen cuestionar las leves modificaciones de movilidad del ranking a lo largo del tiempo, planteando consideraciones sobre su dinámica de respuesta a cambios.

En contraposición, la propuesta metodológica introduce una variabilidad más acentuada en las posiciones de las comunas. Se observa un dinamismo evidente, donde las clasificaciones no permanecen estáticas y pueden experimentar cambios notorios entre un año y otro. Esto denota un cambio del ranking.

El impacto de las variaciones temporales en las decisiones de asignación de recursos constituye una dimensión crítica a analizar. Se busca entender cómo estas variaciones

afectan la priorización de proyectos y la distribución de inversiones. ¿Logra el método propuesto una distribución más equitativa de recursos, adaptándose de manera más ágil a las demandas cambiantes de las comunas?

6.3.2 Comparación de Asignación de Recursos

Se presenta la evaluación de las asignaciones de recursos mediante la comparación de las metodologías existente y propuesta. Este análisis se centrará en la cuantificación de las diferencias numéricas de acuerdo a la información mostrada en la **Tabla 21**.

Tabla 21

Resultados de la Distribución de Recursos Metodología Existente y Propuesta

COMUNA	METODOLOGÍA EXISTENTE (\$)	METODOLOGÍA PROPUESTA (\$)
LO ESPEJO	175.703.430	355.435.051
LAMPA	0	465.368.505
RENCA	612.749.694	122.011.528
LA PINTANA	1.140.977.762	475.734.891
SAN JOAQUÍN	230.610.018	222.931.954
SAN RAMÓN	65.851.489	329.269.907
CERRO NAVIA	901.618.955	481.310.794
LO PRADO	3.284.491	336.933.407
CONCHALÍ	838.968.559	425.012.414
TIL TIL	0	225.061.183
MELIPILLA	280.376.093	127.648.880
ISLA DE MAIPO	0	105.714.108
LA GRANJA	171.436.192	457.791.732
SAN BERNARDO	398.209.487	645.012.662
RECOLETA	96.107.391	0
EL BOSQUE	144.360.738	235.985.859
CURACAVÍ	0	349.786.752
ALHUÉ	0	124.312.909
EL MONTE	0	323.079.428
ESTACIÓN CENTRAL	191.045.759	481.239.860
PEDRO AGUIRRE CERDA	346.565.299	450.816.797
MARÍA PINTO	0	116.517.821
BUIN	0	223.836.924
QUINTA NORMAL	809.114.993	102.106.557
INDEPENDENCIA	162.425.886	511.072.426
PUDAHUEL	3.909.043	0
SAN JOSÉ DE MAIPO	0	124.689.177
PUENTE ALTO	1.015.455.793	0
SAN PEDRO	0	133.298.414
HUECHURABA	754.650.138	223.515.108
QUILICURA	19.652.359	0
COLINA	0	362.146.389
CERRILLOS	0	452.970.943
PEÑAFLORES	0	328.615.212
PEÑALOLÉN	366.966.528	103.606.470
PADRE HURTADO	0	101.382.376
PAINE	0	220.199.476
PIRQUE	438.531.349	221.378.617
LA CISTERNA	128.298.520	220.403.996
MACUL	635.959.453	369.168.246
SAN MIGUEL	453.048.189	448.502.471
LA FLORIDA	452.845.165	354.042.801
SANTIAGO	649.484.736	458.102.537
TALAGANTE	872.848.679	215.796.938
MAIPÚ	73.579.367	225.861.948
CALERA DE TANGO	0	336.396.107
ÑUÑO A	196.304.925	0
LA REINA	117.232.539	374.541.180
LO BARNECHEA	0	103.961.603
PROVIDENCIA	657.796.336	0
LAS CONDES	0	113.775.566
VITACURA	0	219.621.430
TOTAL	13.405.969.355	13.405.969.355

Fuente: Sección Georreferenciación Serviu RM y Elaboración Propia

Un aspecto destacable es la asignación de recursos en comunas que no recibían recursos bajo la metodología existente, como Curacaví, Alhué, y en general en comunas rurales. Este cambio plantea preguntas sobre la equidad y la inclusión de comunas previamente excluidas en programas de conservación vial.

En comunas con asignaciones previas significativas, como La Pintana, se observan variaciones importantes. El método propuesto redistribuye los recursos, por lo cual la gran inversión que presentaba se redistribuye a otras comunas.

Se identifican casos donde la metodología existente asigna recursos a comunas que no reciben asignaciones bajo la propuesta y viceversa. Si bien con se espera que con la propuesta no existan comunas sin asignación de recursos, la inversión nula se da principalmente a la inversión que ya existe bajo otros programas de conservación vial.

Tabla 22

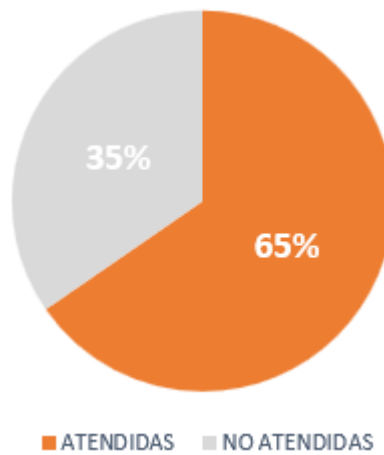
Cantidad de Comunas Atendidas y No Atendidas con Metodología Existente y Propuesta

COMUNAS	EXISTENTE	PROPUESTA
ATENDIDAS	34	46
NO ATENDIDAS	18	6
TOTAL	52	52

Fuente: Elaboración Propia

Figura 18

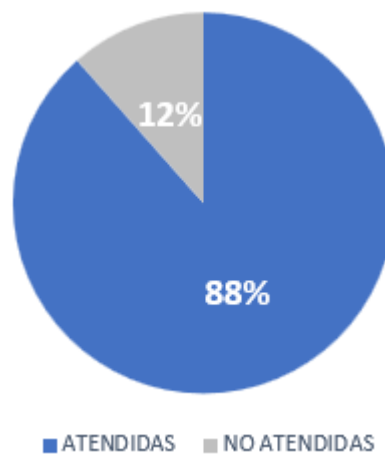
Gráfico Porcentaje de Comunas Atendidas por el Método Existente



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19

Gráfico Porcentaje de Comunas Atendidas por el Método Propuesto



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo observado en los gráficos, se desprende un aumento en las comunas atendidas con la propuesta.

Esta diferencia en el número de comunas atendidas sugiere un impacto directo de la propuesta en la expansión de la atención a nivel comunal. La metodología propuesta

demuestra una mayor inclusividad al dirigirse a un conjunto más extenso de comunas en comparación con el enfoque existente.

En cuanto a las comunas no atendidas, la metodología existente dejó sin intervención a 18 comunas, mientras que la propuesta reduce este número a solo 6 comunas no atendidas.

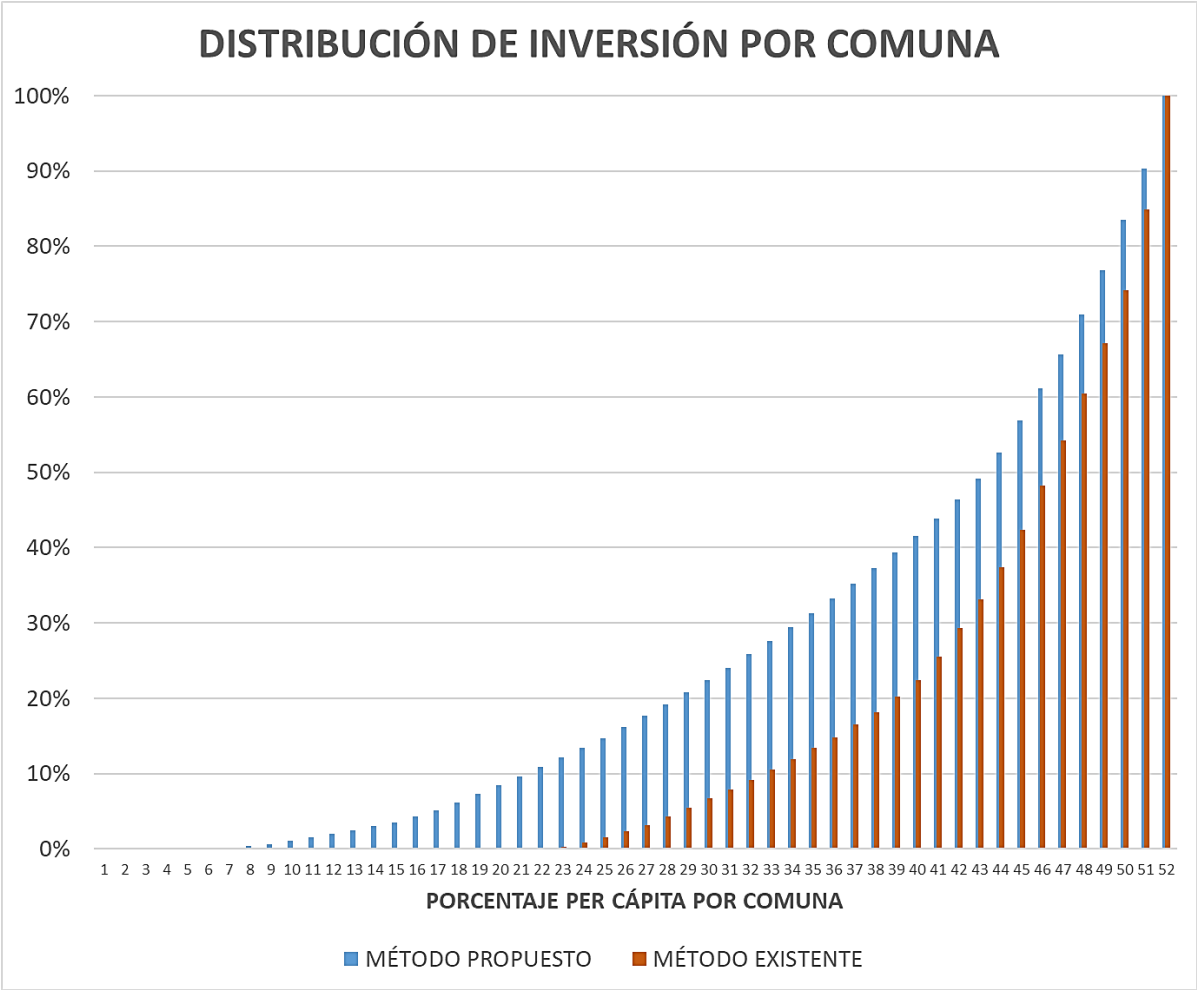
Este cambio podría tener implicaciones en términos de equidad y distribución de recursos, al abordar un espectro más amplio de necesidades en el ámbito de la conservación vial.

6.3.3 Comparación de Equidad

El análisis del índice de Gini en el contexto de la asignación de recursos para el Programa de Conservación Vial revela matices sobre la equidad en la distribución de las inversiones entre las comunas participantes. Al considerar una muestra representativa de 52 comunas de la región, se ha evaluado este indicador tanto en la metodología existente como en la propuesta, de tal forma de obtener un valor objetivo que permita evaluar la nueva metodología.

Figura 20

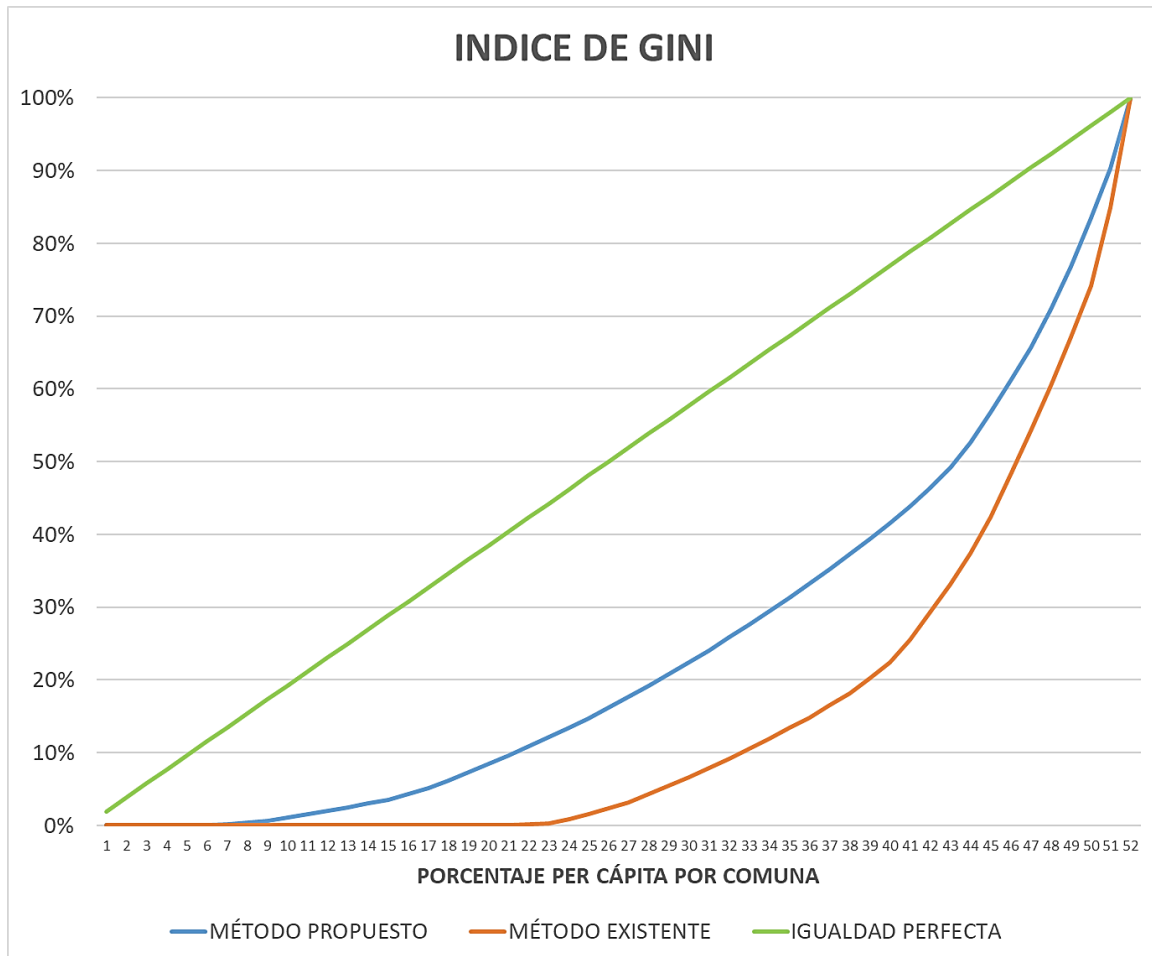
Gráfico Distribución Per Cápita por Comuna



Fuente: *Elaboración Propia*

Figura 21

Gráfico Curva de Lorenz para Cálculo de Índice de Gini



Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 23

Resultados Índice de Gini con Método Existente y Propuesto

METODOLOGÍA	INDICE DE GINI
EXISTENTE	0,70
PROPUESTO	0,51

Fuente: *Elaboración Propia*

La metodología existente, muestra como resultado un índice de Gini de 0.7, el cual refleja una concentración más marcada de los recursos en un grupo reducido de comunas. Este nivel de desigualdad sugiere que ciertas comunas han recibido una proporción mayor de la inversión disponible. Esto plantea preguntas sobre la capacidad del método existente para abordar las necesidades de manera equitativa. Por otra parte, indica una distribución con un mayor grado de disparidad entre las comunas analizadas.

Contrastando este valor, la propuesta metodológica presenta un índice de Gini de 0.5, el cual indica una distribución relativamente más equitativa de los recursos. Este descenso en el índice sugiere un esfuerzo por parte de la propuesta para reducir las disparidades en la asignación de la inversión entre las comunas, buscando abordar de manera más justa la ejecución de los proyectos que abordan las necesidades de conservación vial. El valor de 0.5 implica una mayor homogeneidad en la distribución de recursos, destacando la intención de la propuesta de lograr una asignación más equitativa.

Este descenso en el índice de Gini podría interpretarse como un avance hacia una mayor equidad en la asignación de recursos. La propuesta, al mostrar una distribución más uniforme, sugiere un esfuerzo por abordar de manera justa las solicitudes demandadas por las comunas. Este resultado enfatiza la necesidad de considerar la equidad como un criterio esencial en la toma de decisiones.

Es esencial señalar que esta mejora en la equidad, como indicada por el índice de Gini, no solo tiene implicaciones teóricas, sino que también impacta directamente en la eficacia del programa. La asignación más equitativa de recursos puede contribuir a una gestión más eficiente de la infraestructura vial.

La reducción del índice de Gini en la propuesta también invita a una reflexión sobre las causas de las disparidades en la asignación de recursos. Explorar los factores que contribuyen a esta variabilidad puede proporcionar una visión más completa de los desafíos

y oportunidades en la gestión de inversiones en conservación vial. Este análisis podría incluir factores demográficos, condiciones de infraestructura existente, y otros elementos que influyen en la evaluación de las necesidades comunales.

Además, se podría explorar la posibilidad de realizar análisis más específicos a nivel regional o por categorías de comunas para identificar patrones particulares que podrían no ser evidentes en la evaluación general del índice de Gini. Esta desagregación de datos puede ofrecer otra visión de cómo la propuesta afecta a diferentes tipos de comunas y proporcionar recomendaciones más precisas para la toma de decisiones.

El análisis del índice de Gini emerge como un componente en la evaluación de la equidad en la asignación de recursos. La metodología propuesta, al demostrar una mejora en este indicador, no solo aborda cuestiones de justicia y equidad, sino que también promueve la eficacia en la gestión de los recursos destinados a la conservación vial. Este enfoque pretende contribuir en una toma de decisiones más informada y alineada con los objetivos de optimización y equidad en la gestión de la infraestructura vial.

6.4 Limitantes de la investigación

Las limitaciones inherentes a la presente investigación, proporcionan una visión transparente de los desafíos encontrados durante su desarrollo. Cada estudio académico se ve confrontado a obstáculos y consideraciones que pueden afectar la interpretación de los resultados y la generalización de las conclusiones. Al reconocer y detallar estas limitaciones, se busca fortalecer la validez y la comprensión contextual de los hallazgos obtenidos.

6.4.1 Restricciones Temporales

La principal limitación de esta investigación radica en el tiempo disponible para su desarrollo. La complejidad de analizar la cantidad de datos a lo largo de cinco años y aplicar metodologías específicas demanda un periodo considerable. Una extensión temporal más

amplia podría haber permitido un análisis que permitiera la reconfiguración de las variables escogidas.

6.4.2 Configuración del Panel de Expertos

En este estudio, la configuración ideal del panel de expertos podría haber involucrado una representación más extensa de entidades tanto privadas como públicas, como por ejemplo un panel interministerial, en el que participen diferentes ministerios y la participación activa de municipios. La inclusión de perspectivas más diversificadas podría haber enriquecido la evaluación y las recomendaciones resultantes.

6.4.3 Complejidad en la Configuración del Panel de Expertos

Aunque se reconoce la importancia de un panel de expertos interdisciplinario, su configuración puede ser un desafío logístico. La colaboración entre diversas entidades gubernamentales y municipios puede presentar obstáculos en términos de coordinación y disponibilidad de participantes.

6.4.4 Simplicidad en la Aplicación de Métodos de Decisión

Aunque se destaca la simplicidad en la aplicación de métodos de decisión, se debe reconocer que cada problema tiene sus propias complejidades. Dependiendo de la naturaleza específica de lo que se pretende abordar, la aplicación de métodos matemáticos puede requerir ajustes o consideraciones adicionales según la aplicabilidad territorial del método propuesto.

6.4.5 Software y Herramientas Utilizadas

La utilización de software comercial para resolver problemas de decisión puede ser eficaz, pero la elección del software y las herramientas puede afectar los resultados. La

disponibilidad de datos y la compatibilidad con diferentes plataformas podrían ser factores limitantes.

6.4.6 *Análisis Matemático*

Aunque se menciona la simplicidad en la resolución de problemas matemáticos, la validez de los resultados puede depender de la precisión y relevancia de las variables y ecuaciones utilizadas. Limitaciones en la disponibilidad de datos precisos pueden influir en los resultados de los modelos matemáticos aplicados.

BIBLIOGRAFIA

- López Serrano, S. C., Chung Alonso, P., & Ramírez Rivera, M. (2021). Proceso Analítico Jerárquico (AHP) Como Método Multicriterio para la Localización Óptima de Estaciones Intermodales. *Economía, Sociedad y Territorio*, 315-358.
- Ángeles Díez, M., & Etxano, I. (2008). *La Evaluación Social Multi-criterio como Alternativa para la Evaluación de la Política de Conservación de la Naturaleza*. Bilbao: XI Jornadas de Economía Crítica.
- Área de Estudios e Inversiones Seremi de Desarrollo Social y Familia. (2022). *Índice De Prioridad Social De Comunas 2022*. Santiago: Secretaría Regional Ministerial de Desarrollo Social y Familia.
- Banco Mundial. (6 de Octubre de 2022). *Desarrollo urbano*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/>:
<https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview>
- Banco Mundial. (1 de Julio de 2023). *LAC Equity Lab: Desigualdad - Tendencias*. Obtenido de www.bancomundial.org: <https://www.bancomundial.org/es/topic/poverty/lac-equity-lab1/income-inequality/inequality-trends#:~:text=Los%20indicadores%20de%20desigualdad%20son,algunos%20de%20los%20m%C3%A1s%20utilizados>.
- Baric, D., & Zeljko, L. (2021). Multi-Criteria Decision-Making On Road Transport Vehicles By The AHP Method. *The Archives of Automotive Engineering*, 17-25.
- Benítez, G. (2015). *Teoría de la Utilidad Multiatributo y Proceso Analítico de Jerarquización*. Ciudad de México: Lucerna.
- Berumen, S., & Llamazares, F. (2007). *La Utilidad de los Métodos de Decisión Multicriterio (como el AHP) en un Entorno de Competitividad Creciente*. Bogotá: Cuadernos de Administración.
- Bravo Pérez, H. (2011). La Economía Del Cambio Climático E Impactos Sociales: Métodos Y Técnicas De Análisis. *Análisis de Costo Beneficio* (pág. 37). Cepal.org.
- Bull, A. (2003). *Mejoramiento de la Gestión Vial con Aportes Específicos del Sector Privado*. Santiago: División de Recursos Naturales e Infraestructura, Unidad de Transportes .
- Castañeda Pajares, R. E., & Vigo Monzón, E. R. (2018). *La Inversión Pública y la dotación de Infraestructura Vial*. Perú.
- Castillo Contreras, C. (2008). *Formulación de una Metodología General para la Elección de Programas de Conservación de Pavimentos Viales y su Aplicación a la Región de Magallanes*. Santiago: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad De Chile.

- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 199-219.
- Chérrez Rodas, K. (2020). Relectura De Dos Ciudades Desde Los Conceptos De Lefebvre. *Diseño Arte Y Arquitectura*, 213-229.
- Comisión Asesora Presidencial. (2014). *Problemas de la Movilidad Urbana: Estrategia y Medidas para su Mitigación*. Chile: Ministro de Transportes y Telecomunicaciones.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2000). *Equidad, Desarrollo y Ciudadanía*. México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Comisión Ortúzar, Consejo de Estado y Junta Militar de Gobierno. (1980). *Constitución Política de la República de Chile de 1980*. Santiago, Chile: Editorial Jurídica de Chile.
- Consejo Nacional de Desarrollo Urbano. (2018). *Propuesta de Sistema De Indicadores y Estándares De Calidad de Vida y Desarrollo Urbano, Informe CNDU*. Santiago: Consejo Nacional de Desarrollo Urbano.
- Constitución Política de la República. (1980). *Constitución Política de la República*. Santiago: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Contreras, E. (2003). *Evaluación Multicriterio: Aplicación Para La Formulación De Proyectos De Infraestructura Deportiva*. Santiago: Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Córdova Farfán, K., & Cruz Pedemonte, L. (2019). *Factores Que Influyen en el Desgaste del Pavimento de la Av. Ramón Castilla en Chulucanas – Piura 2019*. Lima: Ingeniería: Ciencia, Tecnología Innovación.
- De La Cruz Vega, S., Ibañez Ccoapaza, C., & Coaquira Cueva, D. (Ene-Dic, 2022). Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú. *Revista Infraestructura Vial*, Volumen 24 / Número 43.
- De Luca, J., Sosa, M., & Guidek, R. (2010). *Las Decisiones Multicriterios en un Entorno de Complejidad Creciente*. Misiones: Investigación Operativa.
- De Prada, J. D., Degioanni, A., Cisneros, J. M., Cantero Gutierrez, A., Gil, H. A., Tello, D., . . . Giayetto, O. (2018). Planificación Territorial: Elección Multicriterio Interactiva del Patrón de Urbanización. Estudio de Caso: Río Cuarto, Córdoba, Argentina. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y Empresa*, 25-51.
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Manual De Multicriterio Para La Selección De Proyectos De Asociación Público Privada*. Lima: Departamento Nacional de Planeación.

- Dirección de Extensión y Servicios Externos DESE UC. (2019). *Consideraciones Para El Desarrollo Del Potencial De Densificación En La Ciudad De Santiago*. Santiago: Cámara Chilena de la Construcción.
- Dirección de Presupuestos. (2004). *Programa de Conservaciones Viales*. Santiago: Ministerio de Hacienda.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2006). *Manual Técnico de Mantenimiento*. Lima: Provías Departamental.
- Directorio de Transporte Público Metropolitano. (2021). *Plan Maestro de Infraestructura de Transporte Público 2021-2022 para la Provincia de Santiago*. Santiago: Red Metropolitana de Movilidad.
- División de Evaluación Social de Inversiones. (2013). *Metodología General De Preparación Y Evaluación De Proyectos*. Santiago: Ministerio de Desarrollo Social.
- Flores Takahashi , J. S. (2017). *Análisis de una Red de Monitoreo de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Jequetepeque Mediante Análisis Multivariado*. Perú.
- García Escobar, D. A., & Urazán Bonells, C. F. (2014). Accesibilidad Territorial: Instrumento De Planificación Urbana Y Regional. *Revista Tecnura, Edición especial*, 241-253.
- García Ramos, L. (2016). *Estudio Económico-Financiero Del Tranvía De Tenerife Y De Sus Efectos Sobre La Congestión, La Contaminación Y El Coste Del Tiempo Del Viaje*. San Cristóbal de La Laguna: Universidad de la Laguna.
- Geurs, K., & Wee, B. (2004). Accessibility Evaluation of Land-use and Transport Strategies: Review and Research Directions. *Journal of Transport Geography*, 127-140.
- Godoy Camus, P. (2014). *Priorización Socio-Política De Proyectos De Mantenimiento De Pavimentos Urbanos Basada En Sistemas De Información Geográfica*. Santiago: Pontificia Universidad Católica De Chile, Escuela De Ingeniería.
- Grimberg Pardo, M. (2018). Proceso de elaboración Plan Nacional de Conservación del Pehuén. *Planes Nacionales de Conservación de Especies Amenazadas* (pág. 3). Santiago: Consejo de la Sociedad Civil CONAF.
- Guillen Arce, A. J. (2014). *Lineamientos Teóricos Que Contribuyan A Mejorar La Calidad De Vida En Los Habitantes Del Sector Urbano De La Ciudad De Milagro Bajo Una Perspectiva Socio Económica Y Administración Pública*. Ecuador: Universidad Estatal De Milagro.
- Gunasoma, H., & Pasindu, H. (2016). Model Development for Optimization and Prioritization of Pavement Maintenance for Provincial Roads Networks. *10th Asia Pacific Conference on Transportation and the Environment*. Kuala Lumpur.
- Gutiérrez López, J., Betancourt Carvajal, M., & Caballero Pérez, Y. (2017). *¿Equidad en la distribución del espacio público en Bogotá?* Bogotá: Defensoría del Espacio Público .

- Hansen, W. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*, 73-76.
- Harvey, H. (5 de Abril de 2017). *Getting Around: How Urban Transportation And Planning Unlock The Future Of Accessibility*. Obtenido de Forbes: <https://www.forbes.com/sites/energyinnovation/2017/04/05/getting-around-how-urban-transportation-and-planning-unlock-the-future-of-accessibility/?sh=2e08abc39c57>
- Huamàn Contreras, A. K., Murga Tirado, C. E., Massa Palacios, L. A., & Olivera Chura, A. (2021). Ciclo de Vida del Pavimento Orientado a su Agrietamiento y Mantenimiento. *Llamkasun*, Vol. 4 Núm. 1.
- Hurtado, T., & Bruno, G. (2005). *El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de Proveedores*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Instituto Nacional de Estadísticas. (25 de Julio de 2023). *www.ine.gob.cl*. Obtenido de Demografía: [https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/demografia-y-migracion/2021/09/13/conozca-cu%C3%A1les-son-las-comunas-100-urbanas-y-100-rurales-del-pa%C3%ADs#:~:text=Respecto%20a%20la%20evoluci%C3%B3n%20a,\(18.831.623%20habitantes\)](https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/demografia-y-migracion/2021/09/13/conozca-cu%C3%A1les-son-las-comunas-100-urbanas-y-100-rurales-del-pa%C3%ADs#:~:text=Respecto%20a%20la%20evoluci%C3%B3n%20a,(18.831.623%20habitantes)).
- Instituto Universitario de Estudios Europeos. (2001). *La Accesibilidad Percibida: Responden los Usuarios*. Plan Estatal de Accesibilidad.
- ISTAS. (2023). *Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud*. Obtenido de <https://istas.net/>: <https://istas.net/istas/riesgo-quimico/alternativas/metodos-de-evaluacion-de-alternativas>
- Jiménez Martínez, A. (2019). *Análisis Multicriterio Para La Gestión Integral De Los Residuos De Construcción Y Demolición En Villa Clara*. Santa Clara: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Jirón, L. A. (1994). Revisión Crítica de la Práctica de la Planificación Urbana. *Espacio y Desarrollo*, N°6.
- Ley General de Urbanismo y Construcciones. (1975). *Ley General de Urbanismo y Construcciones*. Santiago: Ley General de Urbanismo y Construcciones.
- López Escolano, C., & Rodríguez Beltrán, M. (2022). Un caso de análisis para la planificación urbana en el contexto del COVID-19: el Acuerdo por el Futuro de Zaragoza (España). *Revista De Urbanismo*, 46.
- Lora, E., & Prada, S. (2016). Indicadores de Desigualdad, Pobreza y Desarrollo Humano. En *Técnicas de Medición Económica: Metodología y aplicaciones en Colombia* (pág. CAPÍTULO IV). Colombia: Editorial Universidad Icesi.

- Lozano Pérez, G., Muñoz Torres, D., & Villalba Vimos, V. (2018). Perspectiva de la Seguridad vial en Países en Desarrollo – Colombia. *Revistas Espacios*, 11.
- Macea-Mercado, L., Luis Gabriel, M.-D., & Morales, L. (2016). *Un Sistema De Gestión De Pavimentos Basado En Nuevas Tecnologías Para Países En Vía De Desarrollo*. Bogotá: Ingeniería Investigación y Tecnología.
- Mallqui Durand, J., & Quinto Prado, C. (2023). *Evaluación Superficial Del Pavimento Asfáltico Apoyada por el Método PCI en Pistas de Aterrizaje de Aeropuertos*. Lima: Universidad, Ciencia y Tecnología.
- Martínez Alarcón, C. (2015). *Análisis Del Ciclo De Vida De Los Pavimentos Asfálticos*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Medina, F. (2001). *Consideraciones sobre el índice de Gini para Medir la Concentración del Ingreso*. Santiago: División de Estadística y Proyecciones Económicas, Naciones Unidas.
- Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., & Garcia, D. (2019). Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) for Decision-Making With Expert Judgment. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 348-360.
- Mideplan. (2012). *Guía Metodológica para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial en Costa Rica*. San José: Mideplan Costa Rica.
- Ministerio De Desarrollo Social y Familia. (2022). *Informe De Desarrollo Social 2022*. Santiago: Ministerio De Desarrollo Social y Familia.
- Ministerio de Obras Públicas. (2011). *Política de Conservación Vial*. Santiago.
- Ministerio de Obras Públicas. (2019). *Evaluación de la Sostenibilidad de los Proyectos de Infraestructura en Chile por medio de ENVISION*. Chile: Inter-American Development Bank.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Manual De Operaciones Programa Mejoramiento Integral De Barrios*. Lima: Programa Mejoramiento Integral De Barrios .
- Ministro de Hacienda. (2009). *Circular N°33*. Santiago: Dirección de Presupuestos.
- Montes Jaramillo, E., & Echeverry, M. (2020). *Guía Planificación Sistemática de la Conservación*. Bogotá: The Nature Conservancy (TNC).
- Muñoz, B., & Romana, M. (2016). Aplicación de Métodos de Decisión Multicriterio Discretos al Análisis de Alternativas en Estudios Informativos de Infraestructuras de Transporte. *Pensamiento Matemático*, 27-45.
- Natural Resources Conservation Service. (2022). *Planificación de la Conservación*. Missouri: United States Department of Agriculture.

- Observatorio Social. (2017). *Manual del investigador Casen 2017*. Santiago: Ministerio de Desarrollo Social.
- Osorio Gómez , J. C., & Orejuela Cabrera, J. P. (2008). El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y La Toma de Decisiones Multicriterio. Ejemplo de Aplicación. *Scientia et Technica*, 247-252.
- Parra Márques, C. (2021). Técnicas de Análisis de Coste de Ciclo de Vida, utilizadas para justificar la aplicación de Herramientas de Optimización de Mantenimiento, propuestas por la Industria 4.0. Caso de estudio: Sector Oil and Gas. *Predictiva*.
- Piarc. (2023). *Métodos De Establecimiento De Las Prioridades Y De Evaluación Económica*. Obtenido de <https://roadsafety.piarc.org/>: <https://roadsafety.piarc.org/es/planificacion-diseno-y-explotacion-11-seleccion-de-intervenciones/prioridades-y-evaluacion>
- Pojani, D., & Stead, D. (2015). Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities. *Sustainability*, 7784-7805.
- Polanco, H. (2017). *Planificación Urbana, Un Proceso Complejo*. Venezuela: Revista Arbitrada Del Centro De Investigación Y Estudios Gerenciales.
- Portafolio. (2019). *Vías Terciarias De 420 Municipios Recibirán Recursos*. Obtenido de <https://www.portafolio.co>: <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/vias-terciarias-de-420-municipios-recibiran-recursos-529842>
- Pulido Guzmán, M. (2019). *Metodología Para La Viabilidad De La Construcción Del Tramo De Via Rural Santa Barbara-Pasquilla Localidad De Ciudad Bolívar (Bogotá)*. Bogotá: Universidad Católica De Colombia.
- R&Q Ingeniería Ltda. (2019). *Estudio de Mantenimiento Vial Urbano*. Bio Bio: Ministerio de Planificación y Cooperación.
- Raiffa, H., & Keeney, R. (1976). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. Wiley.
- Ramadhan, R., Al-Abdul, W., & Duffuaa, H. (1999). The Use of an Analytical Hierarchy Process in Pavement Maintenance Priority Ranking. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 25-39.
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid: Real Academia Española.
- Rivera, J. (2015). Importancia de una Adecuada Infraestructura Vial en el País. *Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto 2015*. Piura. Obtenido de Universidad de Piura: <https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/12/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>
- Roche, H., & Vejo, C. (2005). *Análisis Multicriterio en la Toma de Decisiones*. FEPAR.

- Rodríguez Moreno , M. (2014). *Determinación De La Confiabilidad Implícita En El Método De Diseño Estructural De Pavimentos Flexibles AASHTO-93 En Base A Modelos De Predicción Del Deterioro*. Santiago: Escuela De Ingeniería, Pontificia Universidad Católica De Chile.
- Roitman, S. (2008). *Planificación Urbana y Actores Sociales Intervinientes: El Desarrollo de Urbanizaciones Cerradas*. Barcelona: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales.
- Rojas Pérez, C. (2012). *Propuesta Metodológica Para La Elaboración De Un Plan De Priorización De Conservación Y Mantenimiento Vial De Caminos Comunales Primarios Y Secundarios*. Talca: Universidad de Talca, Escuela de Ingeniería Forestal.
- Rufián Lizana, D. (2002). *Políticas de concesión vial: análisis de las experiencias de Chile, Colombia y Perú*. Santiago: Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social.
- Saaty, T. (1990). *How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: European Journal of Operational Research.
- Sabio Flores, P. (2015). *Toma De Decisiones En Grupo Con Información Parcial Y Veto Basada En Medidas De La Intensidad De Dominancia*. Madrid: Escuela Técnica Superior De Ingenieros Informáticos.
- Sayadinia, S., & Beheshtinia , M. A. (2021). Propuesta de una Nueva Toma de Decisiones Híbrida y Multicriterio, Enfoque para la Priorización del Mantenimiento de Carreteras. *International Journal Of Quality And Reliability Management*, 1661-1669.
- Seremi de Desarrollo Social y Familia Metropolitana. (2020). *Índice De Prioridad Social De Comunas 2020*. Santiago: Seremi de Desarrollo Social y Familia Metropolitana.
- Seremi de Desarrollo Social y Familia R.M., S. G. (2021). *REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO ÍNDICE DE PRIORIDAD SOCIAL DE COMUNAS 2020*. Santiago: Seremi de Desarrollo Social y Familia R.M.
- Servicio De Vivienda Y Urbanización Región Del Maule. (2023). *Participación Ciudadana*. Obtenido de <https://serviumaule.minvu.gob.cl/>
<https://serviumaule.minvu.gob.cl/participacion-ciudadana/>
- Stezano, F. (2021). *Enfoques, definiciones y estimaciones de pobreza y desigualdad en América Latina y el Caribe: Un Análisis Crítico De La Literatura*. Ciudad de México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Talavera, R., Valenzuela, L. M., & Soria, J. A. (2014). A Calidad Peatonal Como Método Para Evaluar Entornos De Movilidad Urbana. *Documents D Anàlisi Geogràfica*, 161-187.
- Tsou, K.-W., Hung, Y.-T., & Chang, Y.-L. (2005). An accessibility-based integrated measure of relative spatial equity in urban public facilities. *Cities*, 424-435.

- Vicuña, M., Orellana, A., Truffello, R., & Moreno, D. (2019). Integración Urbana y Calidad de Vida: Disyuntivas en Contextos Metropolitanos. *INVI*, 17-47.
- Villegas Flores, N. (2009). *Análisis de Valor en la Toma de Decisiones Aplicado a Carreteras*. Barcelona.
- Villegas, N. (2009). *Análisis De Valor En La Toma De Decisiones Aplicado A Carreteras*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, Departament d'Enginyeria de la Construcció.
- Yepes Piqueras, V. (2023). *¿Por Qué Es Tan Difícil Asignar Recursos A La Conservación De Las Carreteras?* Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/>: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/02/05/por-que-es-tan-dificil-asignar-recursos-a-la-conservacion-de-las-carreteras/>

ANEXOS

8.1 Tabla Inversión con Metodología Existente Periodo 2018-2022

Comunas	2018	2019	2020	2021	2022
LO ESPEJO	175.703.430	0	0	0	0
LAMPA	0	0	0	0	0
RENCA	204.980.651	0	7.686.820	0	400.082.223
LA PINTANA	0	166.532.829	5.167.655	494.443.227	474.834.052
SAN JOAQUÍN	0	0	230.610.018	0	0
SAN RAMÓN	0	0	65.851.489	0	0
CERRO NAVIA	110.865.505	63.231.031	692.586.393	34.936.026	0
LO PRADO	0	0	3.284.491	0	0
CONCHALÍ	78.237.680	0	0	20.515.136	740.215.743
TIL TIL	0	0	0	0	0
MELIPILLA	0	0	0	280.376.093	0
ISLA DE MAIPO	0	0	0	0	0
LA GRANJA	0	171.436.192	0	0	0
SAN BERNARDO	67.350.355	147.494.150	85.300.289	98.064.693	0
RECOLETA	82.101.990	0	12.267.696	1.737.705	0
EL BOSQUE	101.720.515	0	42.640.223	0	0
CURACAVÍ	0	0	0	0	0
ALHUÉ	0	0	0	0	0
EL MONTE	0	0	0	0	0
ESTACIÓN CENTRAL	169.875.538	0	21.170.221	0	0
EDRO AGUIRRE CERDAS	0	0	236.549.659	110.015.640	0
MARÍA PINTO	0	0	0	0	0
BUIN	0	0	0	0	0
QUINTA NORMAL	172.515.490	141.582.750	0	0	495.016.753
INDEPENDENCIA	153.459.638	0	8.966.248	0	0
PUDAHUEL	0	0	3.909.043	0	0
SAN JOSÉ DE MAIPO	0	0	0	0	0
PUENTE ALTO	188.000.000	0	210.271.360	497.398.630	119.785.803
SAN PEDRO	0	0	0	0	0
HUECHURABA	0	0	0	237.666.596	516.983.542
QUILICURA	0	0	19.652.359	0	0
COLINA	0	0	0	0	0
CERRILLOS	0	0	0	0	0
PEÑAFLORES	0	0	0	0	0
PEÑALOLÉN	114.483.394	0	77.087.492	175.395.641	0
PADRE HURTADO	0	0	0	0	0
PAINE	0	0	0	0	0
PIRQUE	0	0	0	0	438.531.349
LA CISTERNA	112.547.266	0	15.751.253	0	0
MACUL	181.813.234	0	0	0	454.146.219
SAN MIGUEL	18.813.803	0	118.086.529	316.147.857	0
LA FLORIDA	136.505.662	0	304.273.621	12.065.883	0
SANTIAGO	0	0	485.053.493	164.431.243	0
TALAGANTE	0	0	0	182.188.339	690.660.340
MAIPÚ	0	0	73.579.367	0	0
CALERA DE TANGO	0	0	0	0	0
ÑUÑO A	67.503.182	69.820.118	58.981.625	0	0
LA REINA	0	0	0	117.232.539	0
LO BARNECHEA	0	0	0	0	0
PROVIDENCIA	175.711.728	177.666.723	212.125.128	92.292.756	0
LAS CONDES	0	0	0	0	0
VITACURA	0	0	0	0	0
TOTAL INVERSIÓN (\$)	2.312.189.061	937.763.793	2.990.852.473	2.834.908.004	4.330.256.024

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Proporcionada por Serviu RM

8.2 Tabla Inversión con Metodología Propuesta, Año 2018

RANKING	COMUNA	RESULTADO	PORCENTUAL	SELECCIÓN	PRESUPUESTO (\$)
1	CURACAVÍ	0,424	0,059	1	135.315.996
2	SAN PEDRO	0,418	0,058	1	133.298.414
3	CALERA DE TANGO	0,397	0,055	1	126.694.291
4	SAN JOSÉ DE MAIPO	0,391	0,054	1	124.689.177
5	ALHUÉ	0,390	0,054	1	124.312.909
6	LAMPA	0,382	0,053	1	121.753.856
7	LA PINTANA	0,381	0,053	1	121.623.868
8	EL MONTE	0,374	0,052	1	119.199.198
9	PIRQUE	0,367	0,051	1	117.173.615
10	MARÍA PINTO	0,365	0,050	1	116.517.821
11	LO PRADO	0,354	0,049	1	112.915.577
12	EDRO AGUIRRE CERDAS	0,347	0,048	1	110.789.529
13	SAN MIGUEL	0,342	0,047	1	109.086.005
14	PAINE	0,341	0,047	1	108.866.697
15	VITACURA	0,336	0,046	1	107.263.697
16	LA GRANJA	0,335	0,046	1	106.933.857
17	SAN BERNARDO	0,332	0,046	1	105.809.509
18	ISLA DE MAIPO	0,332	0,046	1	105.714.108
19	CERRILLOS	0,323	0,044	1	102.841.454
20	SANTIAGO	0,318	0,044	1	101.389.483
21	COLINA	0,313	0,043	0	0
22	BUIN	0,307	0,042	0	0
23	PEÑAFLORES	0,306	0,042	0	0
24	HUECHURABA	0,298	0,041	0	0
25	LO BARNECHEA	0,297	0,041	0	0
26	LA REINA	0,295	0,041	0	0
27	SAN JOAQUÍN	0,291	0,040	0	0
28	EL BOSQUE	0,287	0,040	0	0
29	TALAGANTE	0,284	0,039	0	0
30	MELIPILLA	0,266	0,037	0	0
31	LA FLORIDA	0,262	0,036	0	0
32	SAN RAMÓN	0,257	0,036	0	0
33	MAIPÚ	0,250	0,034	0	0
34	LAS CONDES	0,250	0,034	0	0
35	CERRO NAVIA	0,240	0,033	0	0
36	CONCHALÍ	0,237	0,033	0	0
37	TIL TIL	0,226	0,031	0	0
38	ÑUÑOA	0,209	0,029	0	0
39	INDEPENDENCIA	0,202	0,028	0	0
40	LA CISTERNA	0,201	0,028	0	0
41	ESTACIÓN CENTRAL	0,199	0,028	0	0
42	QUILICURA	0,196	0,027	0	0
43	PUDAHUEL	0,186	0,026	0	0
44	RENCA	0,182	0,025	0	0
45	PEÑALOLÉN	0,155	0,021	0	0
46	LO ESPEJO	0,145	0,020	0	0
47	PUENTE ALTO	0,143	0,020	0	0
48	MACUL	0,119	0,016	0	0
49	PADRE HURTADO	0,090	0,012	0	0
50	QUINTA NORMAL	0,057	0,008	0	0
51	PROVIDENCIA	0,028	0,004	0	0
52	RECOLETA	-0,121	-0,017	0	0
INVERSIÓN TOTAL (\$)					2.312.189.061

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Proporcionada por Serviu RM

8.3 Tabla Inversión con Metodología Propuesta, Año 2019

RANKING	COMUNA	RESULTADO	PORCENTUAL	SELECCIÓN	PRESUPUESTO (\$)
1	EL BOSQUE	0,369	0,133	1	124.978.119
2	INDEPENDENCIA	0,369	0,133	1	124.781.125
3	SAN BERNARDO	0,359	0,130	1	121.473.178
4	LA CISTERNA	0,345	0,124	1	116.609.985
5	BUIN	0,337	0,121	1	113.885.090
6	LO ESPEJO	0,334	0,121	1	113.133.895
7	ESTACIÓN CENTRAL	0,331	0,119	1	111.819.508
8	CERRO NAVIA	0,328	0,118	1	111.082.893
9	COLINA	0,318	0,115	0	0
10	RENCA	0,317	0,114	0	0
11	CONCHALÍ	0,317	0,114	0	0
12	LA REINA	0,317	0,114	0	0
13	TALAGANTE	0,316	0,114	0	0
14	SAN RAMÓN	0,314	0,113	0	0
15	LA PINTANA	0,308	0,111	0	0
16	PEÑAFLORES	0,305	0,110	0	0
17	SAN MIGUEL	0,304	0,110	0	0
18	HUECHURABA	0,302	0,109	0	0
19	SANTIAGO	0,302	0,109	0	0
20	LA FLORIDA	0,298	0,108	0	0
21	LO BARNECHEA	0,298	0,108	0	0
22	SAN JOAQUÍN	0,285	0,103	0	0
23	CALERA DE TANGO	0,284	0,102	0	0
24	MACUL	0,283	0,102	0	0
25	LAMPA	0,283	0,102	0	0
26	CERRILLOS	0,281	0,101	0	0
27	CURACAVÍ	0,270	0,097	0	0
28	MELIPILLA	0,261	0,094	0	0
29	MAIPÚ	0,259	0,093	0	0
30	EL MONTE	0,258	0,093	0	0
31	LA GRANJA	0,255	0,092	0	0
32	PAINE	0,252	0,091	0	0
33	LAS CONDES	0,250	0,090	0	0
34	VITACURA	0,249	0,090	0	0
35	ÑUÑOA	0,241	0,087	0	0
36	PIRQUE	0,241	0,087	0	0
37	PEDRO AGUIRRE CERDA	0,239	0,086	0	0
38	LO PRADO	0,235	0,085	0	0
39	TIL TIL	0,228	0,082	0	0
40	QUINTA NORMAL	0,225	0,081	0	0
41	PUDAHUEL	0,208	0,075	0	0
42	PEÑALOLÉN	0,205	0,074	0	0
43	QUILICURA	0,194	0,070	0	0
44	PUENTE ALTO	0,179	0,064	0	0
45	PROVIDENCIA	0,153	0,055	0	0
46	PADRE HURTADO	0,124	0,045	0	0
47	ALHUÉ	0,120	0,043	0	0
48	ISLA DE MAIPO	0,092	0,033	0	0
49	MARÍA PINTO	0,091	0,033	0	0
50	SAN JOSÉ DE MAIPO	0,081	0,029	0	0
51	SAN PEDRO	0,031	0,011	0	0
52	RECOLETA	-0,057	-0,020	0	0
INVERSIÓN TOTAL (\$)					937.763.793

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Proporcionada por Serviu RM

8.4 Tabla Inversión con Metodología Propuesta, Año 2020

RANKING	COMUNA	RESULTADO	PORCENTUAL	SELECCIÓN	PRESUPUESTO (\$)
1	CONCHALÍ	0,371	0,045	1	134.191.607
2	SAN BERNARDO	0,347	0,042	1	125.413.159
3	CERRO NAVIA	0,346	0,042	1	125.142.576
4	SAN RAMÓN	0,346	0,042	1	125.005.892
5	PEÑAFLORES	0,341	0,041	1	123.231.225
6	RENCA	0,337	0,041	1	122.011.528
7	HUECHURABA	0,336	0,041	1	121.661.221
8	INDEPENDENCIA	0,332	0,040	1	119.931.898
9	SAN JOAQUÍN	0,326	0,039	1	117.981.794
10	LA REINA	0,324	0,039	1	117.045.723
11	COLINA	0,320	0,039	1	115.759.117
12	TALAGANTE	0,319	0,039	1	115.568.105
13	LA FLORIDA	0,317	0,038	1	114.563.751
14	MACUL	0,314	0,038	1	113.709.270
15	TIL TIL	0,314	0,038	1	113.600.664
16	LA PINTANA	0,310	0,037	1	112.115.220
17	LO ESPEJO	0,309	0,037	1	111.667.555
18	ESTACIÓN CENTRAL	0,308	0,037	1	111.527.169
19	CERRILLOS	0,303	0,037	1	109.535.797
20	LAMPA	0,302	0,037	1	109.275.280
21	LA GRANJA	0,301	0,036	1	108.866.128
22	SANTIAGO	0,299	0,036	1	108.024.442
23	PEDRO AGUIRRE CERDA	0,293	0,035	1	105.890.611
24	LO BARNECHEA	0,287	0,035	1	103.961.603
25	SAN MIGUEL	0,286	0,035	1	103.415.232
26	CALERA DE TANGO	0,281	0,034	1	101.755.905
27	MAIPÚ	0,278	0,034	0	0
28	EL BOSQUE	0,270	0,033	0	0
29	BUIN	0,269	0,033	0	0
30	MELIPILLA	0,267	0,032	0	0
31	LO PRADO	0,267	0,032	0	0
32	CURACAVÍ	0,263	0,032	0	0
33	EL MONTE	0,256	0,031	0	0
34	LA CISTERNA	0,251	0,030	0	0
35	VITACURA	0,249	0,030	0	0
36	LAS CONDES	0,249	0,030	0	0
37	PAINE	0,248	0,030	0	0
38	PIRQUE	0,231	0,028	0	0
39	PEÑALOLÉN	0,231	0,028	0	0
40	QUINTA NORMAL	0,226	0,027	0	0
41	PADRE HURTADO	0,225	0,027	0	0
42	ÑUÑO A	0,221	0,027	0	0
43	QUILICURA	0,216	0,026	0	0
44	PUDAHUEL	0,215	0,026	0	0
45	MARÍA PINTO	0,207	0,025	0	0
46	PUENTE ALTO	0,189	0,023	0	0
47	SAN PEDRO	0,183	0,022	0	0
48	PROVIDENCIA	0,151	0,018	0	0
49	ALHUÉ	0,131	0,016	0	0
50	SAN JOSÉ DE MAIPO	0,078	0,009	0	0
51	ISLA DE MAIPO	-0,066	-0,008	0	0
52	RECOLETA	-0,069	-0,008	0	0
INVERSIÓN TOTAL (\$)					2.990.852.473

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Proporcionada por Serviu RM

8.5 Tabla Inversión con Metodología Propuesta, Año 2021

RANKING	COMUNA	RESULTADO	PORCENTUAL	SELECCIÓN	PRESUPUESTO (\$)
1	CONCHALÍ	0,374	0,051	1	145.318.438
2	SAN BERNARDO	0,362	0,050	1	140.721.235
3	SAN MIGUEL	0,340	0,047	1	132.215.063
4	INDEPENDENCIA	0,333	0,046	1	129.448.841
5	COLINA	0,330	0,045	1	128.246.972
6	MELIPILLA	0,328	0,045	1	127.648.880
7	ESTACIÓN CENTRAL	0,327	0,045	1	127.058.512
8	LA REINA	0,326	0,045	1	126.765.488
9	MACUL	0,319	0,044	1	124.116.828
10	LAMPA	0,307	0,042	1	119.208.409
11	LA GRANJA	0,306	0,042	1	119.065.297
12	CERRILLOS	0,306	0,042	1	118.825.858
13	SANTIAGO	0,300	0,041	1	116.649.884
14	LA PINTANA	0,292	0,040	1	113.401.373
15	PEDRO AGUIRRE CERDA	0,291	0,040	1	113.244.570
16	CURACAVÍ	0,289	0,040	1	112.454.614
17	TIL TIL	0,287	0,039	1	111.460.519
18	LA FLORIDA	0,281	0,039	1	109.277.901
19	LO PRADO	0,280	0,038	1	109.003.588
20	MAIPÚ	0,265	0,036	1	102.853.250
21	CERRO NAVIA	0,265	0,036	1	102.821.290
22	PEÑAFLORES	0,263	0,036	1	102.090.961
23	SAN RAMÓN	0,262	0,036	1	101.898.492
24	EL MONTE	0,260	0,036	1	101.111.740
25	HUECHURABA	0,254	0,035	0	0
26	LAS CONDES	0,254	0,035	0	0
27	VITACURA	0,253	0,035	0	0
28	PAINE	0,252	0,035	0	0
29	SAN JOAQUÍN	0,251	0,034	0	0
30	ÑUÑOA	0,246	0,034	0	0
31	PEÑALOLÉN	0,246	0,034	0	0
32	CALERA DE TANGO	0,244	0,033	0	0
33	PADRE HURTADO	0,243	0,033	0	0
34	RENCA	0,242	0,033	0	0
35	PIRQUE	0,242	0,033	0	0
36	QUINTA NORMAL	0,241	0,033	0	0
37	TALAGANTE	0,229	0,031	0	0
38	QUILICURA	0,225	0,031	0	0
39	MARÍA PINTO	0,211	0,029	0	0
40	LO ESPEJO	0,204	0,028	0	0
41	PUENTE ALTO	0,201	0,028	0	0
42	SAN PEDRO	0,187	0,026	0	0
43	EL BOSQUE	0,183	0,025	0	0
44	LO BARNECHEA	0,161	0,022	0	0
45	PROVIDENCIA	0,155	0,021	0	0
46	PUDAHUEL	0,142	0,019	0	0
47	LA CISTERNA	0,141	0,019	0	0
48	ALHUE	0,135	0,019	0	0
49	BUIN	0,119	0,016	0	0
50	ISLA DE MAIPO	0,083	0,011	0	0
51	SAN JOSÉ DE MAIPO	0,080	0,011	0	0
52	RECOLETA	-0,013	-0,002	0	0
INVERSIÓN TOTAL (\$)					2.834.908.004

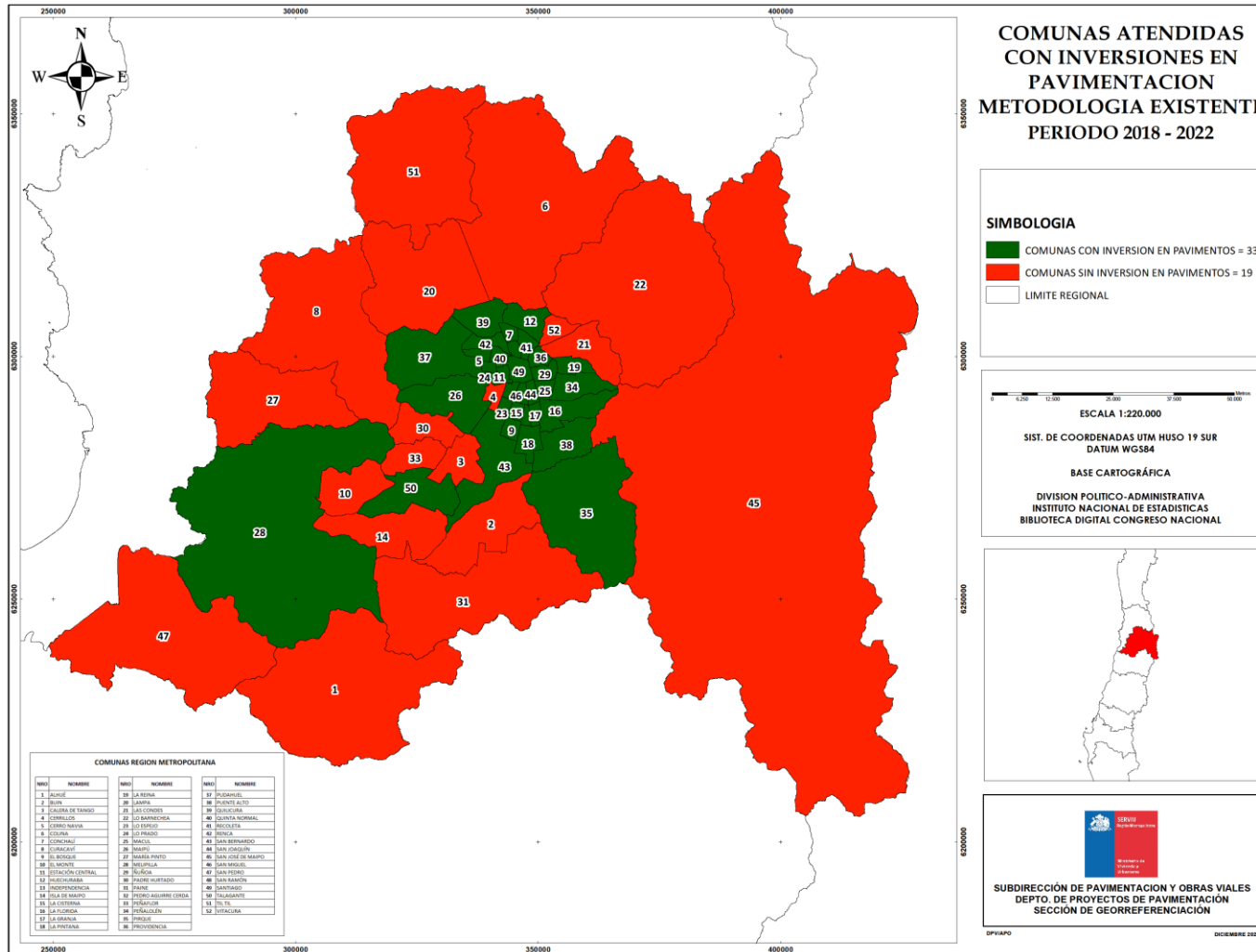
Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Proporcionada por Serviu RM

8.6 Tabla Inversión con Metodología Propuesta, Año 2022

RANKING	COMUNA	RESULTADO	PORCENTUAL	SELECCIÓN	PRESUPUESTO (\$)
1	SAN BERNARDO	0,342	0,035	1	151.595.582
2	CONCHALÍ	0,328	0,034	1	145.502.369
3	CERRO NAVIA	0,321	0,033	1	142.264.036
4	INDEPENDENCIA	0,309	0,032	1	136.910.562
5	SANTIAGO	0,298	0,030	1	132.038.728
6	MACUL	0,296	0,030	1	131.342.148
7	ESTACIÓN CENTRAL	0,295	0,030	1	130.834.671
8	LA REINA	0,295	0,030	1	130.729.969
9	LO ESPEJO	0,295	0,030	1	130.633.600
10	LA FLORIDA	0,294	0,030	1	130.201.149
11	LA PINTANA	0,290	0,030	1	128.594.430
12	MAIPÚ	0,277	0,028	1	123.008.698
13	LA GRANJA	0,277	0,028	1	122.926.450
14	CERRILLOS	0,275	0,028	1	121.767.834
15	PEDRO AGUIRRE CERDA	0,273	0,028	1	120.892.088
16	COLINA	0,266	0,027	1	118.140.299
17	LAMPA	0,260	0,027	1	115.130.960
18	LO PRADO	0,259	0,027	1	115.014.243
19	LAS CONDES	0,257	0,026	1	113.775.566
20	VITACURA	0,253	0,026	1	112.357.733
21	PAINE	0,251	0,026	1	111.332.780
22	EL BOSQUE	0,250	0,026	1	111.007.740
23	BUIN	0,248	0,025	1	109.951.834
24	CALERA DE TANGO	0,243	0,025	1	107.945.910
25	SAN JOAQUÍN	0,237	0,024	1	104.950.160
26	PIRQUE	0,235	0,024	1	104.205.002
27	LA CISTERNA	0,234	0,024	1	103.794.011
28	SAN MIGUEL	0,234	0,024	1	103.786.170
29	PEÑALOLÉN	0,234	0,024	1	103.606.470
30	PEÑAFLORES	0,233	0,024	1	103.293.026
31	EL MONTE	0,232	0,024	1	102.768.490
32	SAN RAMÓN	0,231	0,024	1	102.365.523
33	QUINTA NORMAL	0,230	0,024	1	102.106.557
34	CURACAVÍ	0,230	0,024	1	102.016.142
35	HUECHURABA	0,230	0,024	1	101.853.886
36	PADRE HURTADO	0,229	0,023	1	101.382.376
37	TALAGANTE	0,226	0,023	1	100.228.833
38	ÑUÑO A	0,225	0,023	0	0
39	QUILICURA	0,219	0,022	0	0
40	RENCA	0,215	0,022	0	0
41	MARÍA PINTO	0,211	0,022	0	0
42	PUDAHUEL	0,207	0,021	0	0
43	PUENTE ALTO	0,192	0,020	0	0
44	TIL TIL	0,171	0,018	0	0
45	PROVIDENCIA	0,155	0,016	0	0
46	LO BARNECHEA	0,148	0,015	0	0
47	SAN PEDRO	0,145	0,015	0	0
48	ALHUÉ	0,138	0,014	0	0
49	MELIPILLA	0,118	0,012	0	0
50	SAN JOSÉ DE MAIPO	0,078	0,008	0	0
51	ISLA DE MAIPO	-0,066	-0,007	0	0
52	RECOLETA	-0,096	-0,010	0	0
INVERSIÓN TOTAL (\$)					4.330.256.024

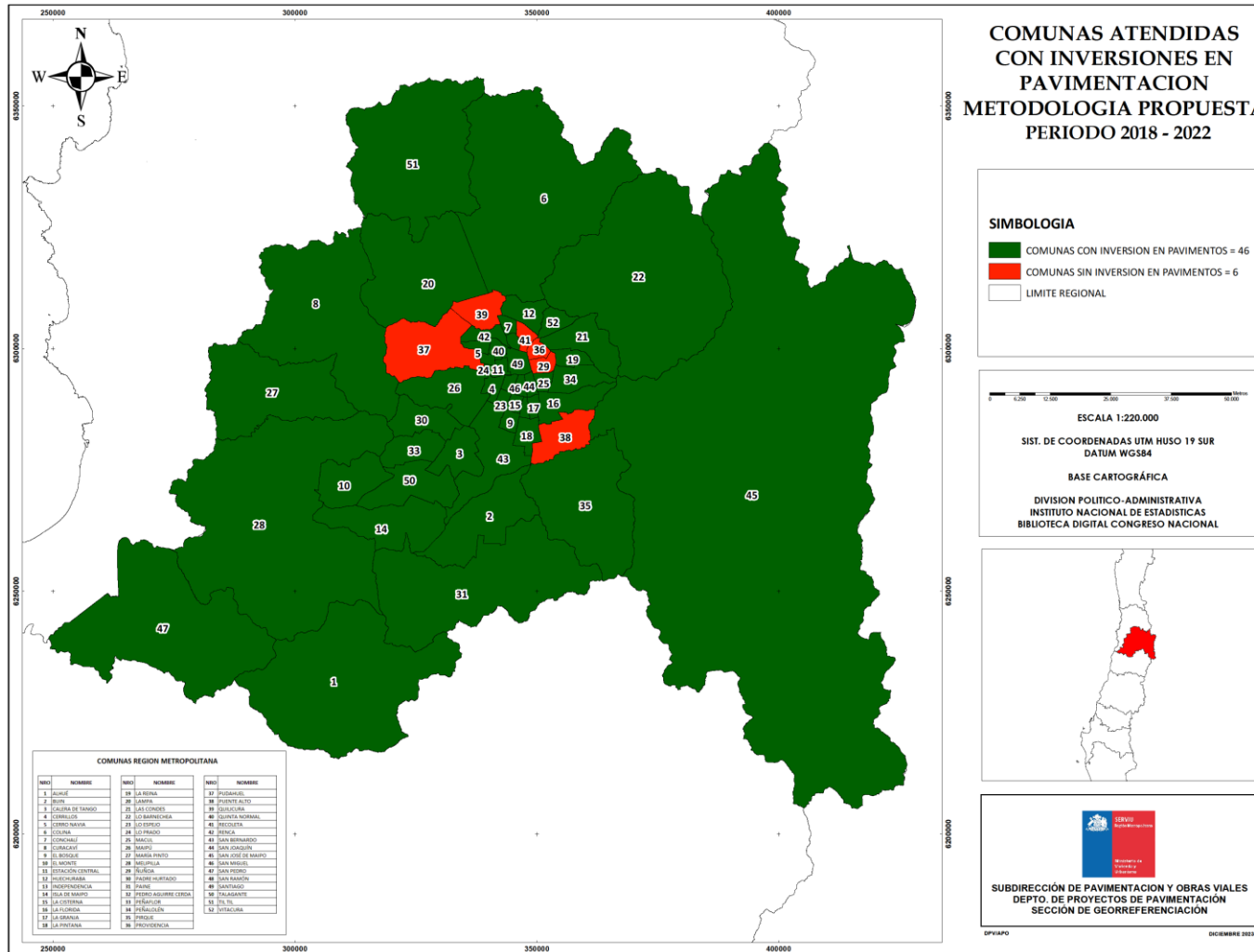
Fuente: Elaboración Propia en Base a Información Proporcionada por Serviu RM

8.7 Cartografía Metodología Existente Periodo 2018-2022



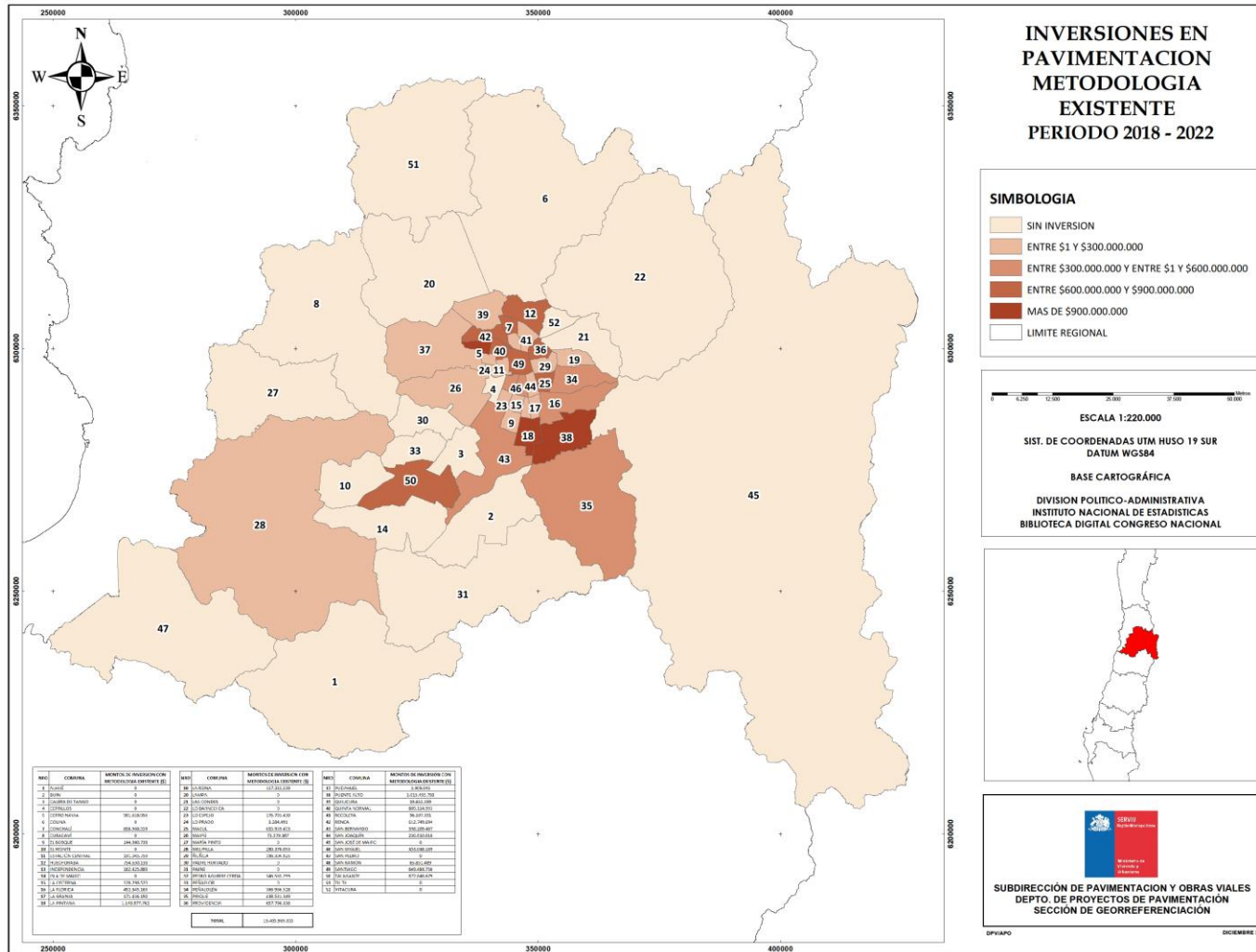
Fuente: Elaboración Propia

8.8 Cartografía Metodología Propuesta Periodo 2018-2022



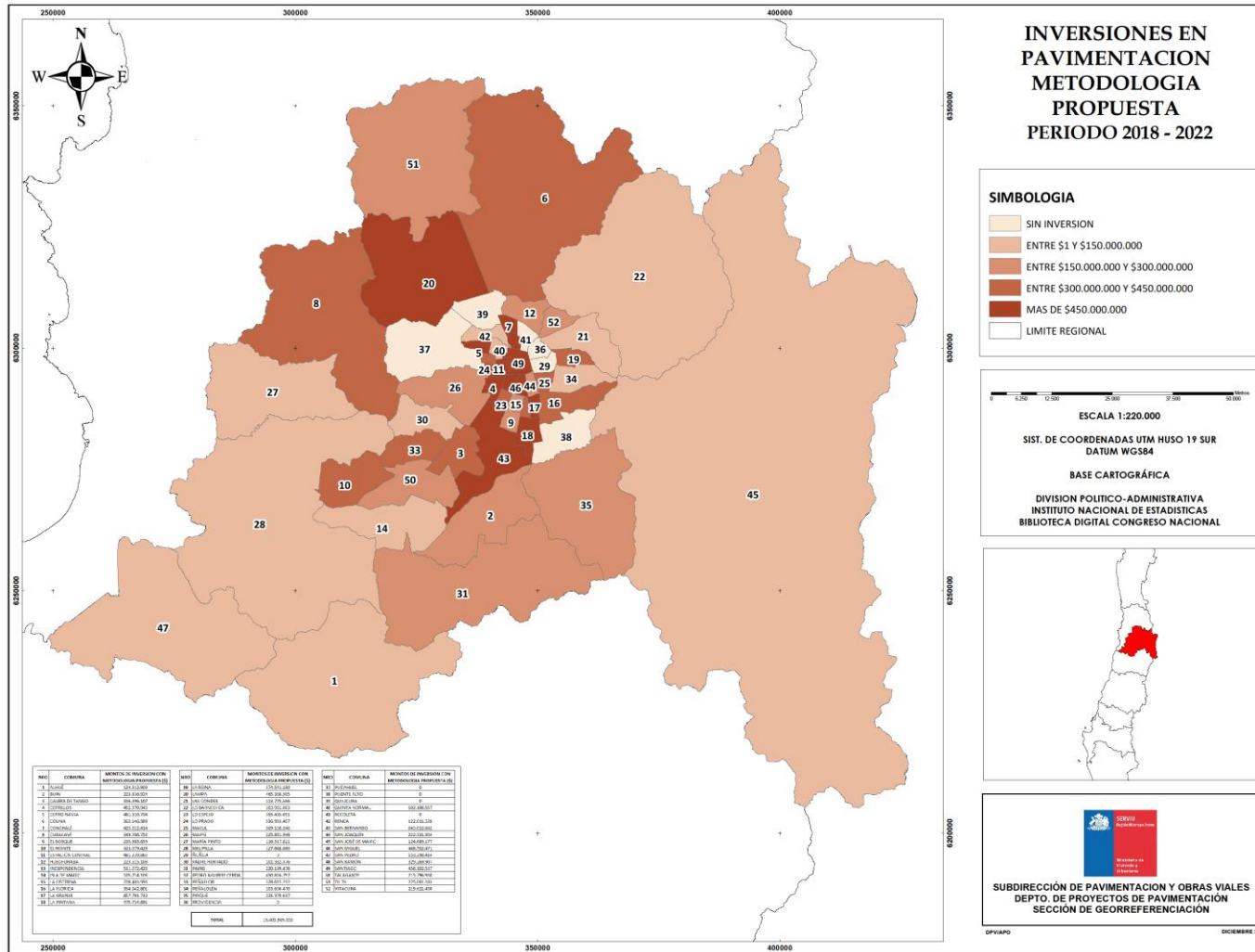
Fuente: Elaboración Propia

8.9 Cartografía Inversión Metodología Existente Periodo 2018-2022



Fuente: Elaboración Propia

8.10 Cartografía Inversión Metodología Propuesta Periodo 2018-2022



Fuente: Elaboración Propia

8.11 Ejemplo Formulario Solicitud de Conservación Vial, La Pintana



FORMULARIO SOLICITUD DE CONSERVACIÓN INFRAESTRUCTURA VIAL 2022

COMUNA

LA PINTANA

FECHA

ene-22

Prioridad	Descripción				Calzada							Observaciones	
	Vía	Entre Calles		Categoría Vía (Según PRMS/PRC)	Transita Transp. Público (Si/No)	Ancho [m]	Largo [m]	Superficie [m2]	Materialidad (HCV/A/R/Otro)	Nivel de Deterioro (marcar con una X)			
										Alta Severidad	Media Severidad		Baja Severidad
1	Batallon Chacabuco	Sta Rosa	Juanita	servicio	Si	7	800	5600	asf	X			proy HCV
2	Plaza de Armas	Sta Rosa	Juanita	local	no	7	780	5460	asf	X			proy HCV
3	Antonio Machado	San Francisco	lim oriente	local	Si	7	2380	16660	asf	X			proy HCV
4	Ciudad de México	Anibal Pinto	Porto Alegre	servicio	Si	7	690	4830	asf	X			proy HCV
5	Julio Chávez	D. Rebolledo	Lo Blanco	servicio	Si	7	560	3920	hgon	X			proy HCV
6	El Parque	Los Olmos	Los Cipreces	Local	Si	7	200	1400	hgon	X			proy HCV
7	El Olivar	Los Duraznos	Los Tilos	servicio	Si	7	200	1400	hgon	X			proy HCV
8	El Ombu	Sta Rosa	Lim oriente	servicio	Si	10,5	1800	18900	asf	X			proy HCV
9	Gabriela	Porto Alegre	John Kennedy	colectora	Si	7	900	6300	asf	X			proy HCV
10	Observatorio	Pio Baroja	Almte Latorre	colectora	Si	7	1200	8400	asf	X			proy HCV
11	Joaquin E Bello	Sto Tomas	Observatorio	colectora	Si	7	1540	10780	asf	X			proy HCV, doble calz.
12	Gabriela figueroa	Sto Tomas	Observatorio	local	No	6	320	1920	asf	X			proy HCV
13	Venancia Leiva	San Francisco	Sta Rosa	colectora	Si	5,25	2200	11550	asf	X			Intercomunal c/San Ramon

HCV = Hormigón

A= Asfalto

R= Recapado