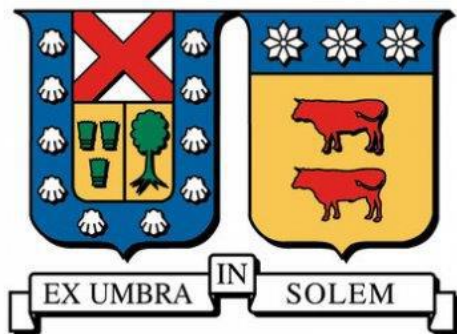




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

**ANÁLISIS DE VARIABLES DETERMINANTES EN LA BRECHA DE
FORMULACIÓN DE BASES DE LICITACIÓN PARA MANTENCIÓN DE ÁREAS
VERDES Y LA INTEGRACIÓN DE ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE
SOSTENIBILIDAD EN EL SISTEMA MUNICIPAL CHILENO**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

AUTOR

CATALINA JESÚS GÁLVEZ ROJAS

PROFESOR GUÍA

MARÍA PILAR GARATE

SANTIAGO DE CHILE, 26 DE JUNIO, 2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: ANÁLISIS DE VARIABLES DETERMINANTES EN LA BRECHA DE FORMULACIÓN DE BASES DE LICITACIÓN PARA MANTENCIÓN DE ÁREAS VERDES Y LA INTEGRACIÓN DE ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE SOSTENIBILIDAD EN EL SISTEMA MUNICIPAL CHILENO.

Nombre del candidato(a): Catalina Jesús Gálvez Rojas

Carrera / Grado: Ingeniero Civil Industrial

Campus: Vitacura Departamento: Industrias

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Maria Pilar Garate, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente DEJO CONSTANCIA que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por (marcar una opción):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 04/09/2026

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 26/08/2026 Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

1. Contenido

1.	Resumen	5
2.	Introducción.....	7
3.	Problema de investigación.....	8
4.	Objetivos.....	10
4.1	Objetivo General.....	10
4.2	Objetivos Específicos	10
5.	Marco teórico	11
5.1	Institucionalidad y compras públicas en Chile	11
5.2	Administración municipal y manejo de contratos	16
5.3	Gestión de áreas verdes	22
5.4	Sostenibilidad y Tendencias Internacionales en Paisajismo	26
5.4.1	Marcos Regulatorios Globales y Estándares de Certificación Comparados	26
5.4.2	Tendencias operativas desagregadas por dimensiones del servicio	27
5.5	Brechas Socioeconómicas en el Sistema Municipal Chileno	29
6	Metodología.....	32
6.1	Diseño y Tipo de Investigación	32
6.2	Recolección de Datos y Muestreo	32
6.2.1	Selección de la Muestra Municipal	32
6.2.2	Protocolo de Revisión Documental en la Plataforma Mercado Público	33
6.3	Índice de Madurez de Sostenibilidad (IMS).....	33
6.3.1	Definición de Dimensiones Técnicas y Asignación de Puntajes	34
6.4	Análisis de Brechas	35
6.4.1	Establecimiento del Estándar Internacional	35
6.4.2	Cálculo de la Brecha Técnica por Segmento Municipal	36
6.5	Modelamiento Econométrico de Determinantes	36
6.5.1	Definición de Variables Independientes (Financieras, Geográficas y Técnicas)	36
6.5.2	Aplicación de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para el Puntaje Global (IMS) ...	37
6.5.3	Implementación de Modelo Logit para la Probabilidad de Adopción de Tecnologías Específicas	38
7	Alcance	40
8	Resultados	42
8.1	Caracterización del Mercado de Mantenimiento de Áreas Verdes (2020-2025).....	42
8.1.1	Análisis descriptivo de la muestra: Volumen de inversión y superficies licitadas	43

8.1.2	Identificación de requerimientos técnicos estándar y cláusulas de sostenibilidad recurrentes	45
8.2	Análisis de Brechas Técnicas	47
8.3	Determinantes de la Sofisticación Técnica (Resultados Econométricos):	49
8.3.1	Incidencia del presupuesto y capital humano en el Índice de Madurez (Modelo MCO). 49	
8.3.2	Probabilidad de adopción de tecnologías de vanguardia según variables territoriales (Modelo Logit).....	50
8.4	Evaluación de Beneficios y Valor Estratégico:	55
8.4.1	Análisis cualitativo del impacto esperado de la reducción de brechas técnicas	55
8.4.2	Identificación de barreras institucionales para la integración de estándares internacionales	56
8.5	Propuestas de mejoras estratégicas para el sistema de la administración municipal	57
9	Conclusiones.....	61
10.	Discusión	64
11.	Referencias.....	67
12.	Anexo	70

1. Resumen

El mercado de contratación pública para la conservación de la infraestructura verde urbana en Chile opera bajo una alta rigidez financiera y asimetrías institucionales. Al evaluar los procesos consolidados entre 2020 y 2025 bajo la clasificación de Licitaciones de Relevancia (LR), se constata una estabilización de la inversión agregada con tasas de crecimiento anual por debajo del 2%, lo que transfiere el riesgo económico de la sofisticación técnica directamente a las empresas contratistas. A partir de una muestra de 50 municipios, esta investigación evalúa el nivel de adopción de directrices de sostenibilidad global en cuatro dimensiones operativas (riego, maquinaria, materiales y material vegetal) mediante un Índice de Madurez de Sostenibilidad (IMS).

Los resultados cuantitativos evidencian una brecha de sofisticación respecto al estándar internacional de referencia, registrando un rezago general promedio del 40%. Ninguna comuna alcanza el nivel máximo de madurez, los desempeños más avanzados se concentran en el radio de altos ingresos de la zona centro (Las Condes, IMS de 2,5), mientras que las mayores desviaciones técnicas se consolidan en la zona sur (Los Ángeles, IMS de 0,4). Mediante modelamiento econométrico multivariable (MCO y Logit), se demuestra que la disponibilidad presupuestaria bruta municipal carece de significancia estadística para explicar la sofisticación técnica de los pliegos de condiciones ($p=0.7855$). En su lugar, la inercia contractual de arrastre, la cultura burocrática convencional y la menor urgencia percibida ante el estrés hídrico en zonas lluviosas actúan como las principales barreras institucionales.

Con el fin de eliminar el desincentivo administrativo al ahorro, donde esta es penalizada con la reducción de fondos del periodo subsiguiente, se proponen tres estrategias:

la implementación de presupuestos base cero con reserva de los excedentes para fines sociales, el diseño de incentivos monetarios y bonos por desempeño fiscal eficiente para el personal municipal, y la incorporación de modelos contractuales de ahorro compartido validados por *ChileCompra*. Estas propuestas transforman la relación de agencia tradicional en una alianza de optimización continua, asegurando la eficiencia de los procesos y el desarrollo sostenible del espacio público urbano en Chile.

2. Introducción

La conservación de los espacios públicos urbanos constituye uno de los desafíos logísticos y financieros más complejos para los gobiernos locales en Chile, en un escenario de creciente presión socioambiental derivado del cambio climático y la escasez hídrica. Las tendencias internacionales en mantención de áreas verdes exigen redefinirlas como activos estratégicos de infraestructura verde, cuya mantención se acuerda a través del sistema de contratación pública regulado por la Ley N° 19.886 y modernizado por la Ley N° 21.634 (Decreto 661). A pesar de que la normativa consagra formalmente el principio de "*Valor por Dinero*" (Value for Money), la aplicación práctica de estos axiomas enfrenta una inelasticidad presupuestaria sectorial extrema que se sitúa por debajo del 2% anual entre 2020 y 2025. Esta rigidez financiera colisiona con las exigencias internacionales de sostenibilidad, incrementando los costos fijos de los oferentes privados y transfiriendo de forma unilateral el riesgo operativo hacia las empresas contratistas.

Frente a este diagnóstico, la presente investigación realiza un análisis comparativo de una muestra de 50 comunas distribuidas en el territorio nacional. El estudio cuantifica la brecha técnica existente respecto al estándar ideal internacional mediante la construcción del Índice de Madurez de Sostenibilidad (IMS) e identifica, a través de modelos econométricos multivariantes (MCO y Logit), los determinantes financieros y geográficos que explican el rezago institucional. Finalmente, se propone un conjunto de reformas estratégicas orientadas a reconfigurar las restricciones político-administrativas del sistema local, promoviendo el rediseño de incentivos económicos directos para los trabajadores del área y la flexibilización contractual para optimizar el uso del presupuesto municipal e incorporar los estándares globales de sustentabilidad urbana.

3. Problema de investigación

El mercado público asociado a la conservación y mantención de áreas verdes urbanas en Chile opera bajo una estructura de financiamiento municipal que exhibe márgenes de variación acotados. Al evaluar la evolución financiera del sector entre los años 2020 y 2026, los datos consolidados evidencian una estabilización en los niveles de inversión agregada, caracterizada por tasas de crecimiento anuales que se sitúan por debajo del umbral del 2%. Como se expone en la figura 1, tras una fase de expansión inicial entre 2020 y 2022, el mercado registra fluctuaciones pequeñas en su participación. Esta inelasticidad del presupuesto disponible restringe la capacidad del sistema público para absorber incrementos de costos directos asociados a la prestación del servicio.

Esto genera un impacto directo sobre la gestión de operaciones de las organizaciones privadas que participan en las licitaciones. Al encontrarse el volumen financiero total del mercado estancado o a la baja, cualquier modificación, incremento o sofisticación en las exigencias técnicas estipuladas en las bases de licitación por parte de las municipalidades, tales como: la obligatoriedad de incorporar sistemas de riego automatizados, reconversión de flotas hacia la electromovilidad o el uso exclusivo de insumos sustentables, altera la estructura de costos de los oferentes.

Debido a que el presupuesto asignado no se expande en la misma proporción que las nuevas exigencias de sostenibilidad que se utilizan internacionalmente, el riesgo operativo y financiero es transferido directamente a las empresas contratistas. Para el sector privado, estas nuevas barreras de entrada técnicas representan un incremento en la inversión en activos fijos y en los costos de operación corrientes, que no pueden ser compensados por una mayor escala de ingresos en el mercado. La asimetría entre un presupuesto sectorial rígido y la introducción de estándares técnicos avanzados de sostenibilidad genera un escenario de

tensión operativa que compromete la sostenibilidad, la competitividad de las ofertas y la continuidad del servicio de mantenimiento en el espacio público urbano.

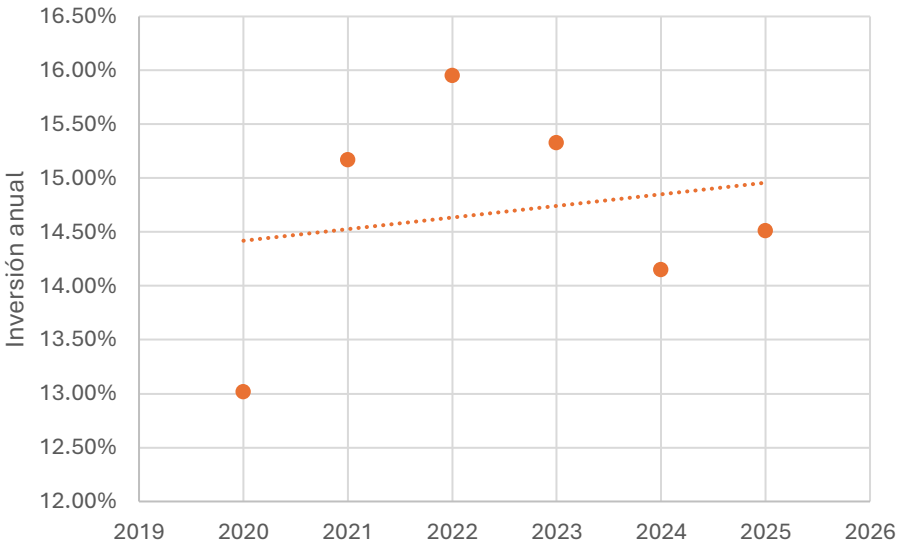


Figura 1: inversión en el sector de Actividades de paisajismo y servicios de mantenimiento conexos en el periodo de 2020-2025. Elaboración propia. Fuente: Presupuesto Abierto - Gobierno de Chile.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Realizar un análisis comparativo de las licitaciones de mantención de áreas verdes en Chile, a través del estudio de datos alojados en la plataforma Mercado Público, para determinar cómo las variables presupuestarias, geográficas y operativas de cada comuna generan brechas en la implementación de estándares internacionales de gestión hídrica y ambiental.

4.2 Objetivos Específicos

Caracterizar el estado actual de los procesos de licitación de áreas verdes en el mercado público chileno, mediante el análisis de una muestra representativa de bases publicadas en Mercado Público durante el periodo 2020-2025.

Identificar y clasificar las variables que influyen en la toma de decisiones para la redacción de bases administrativas y técnicas durante el periodo 2020-2025.

Investigar las tendencias internacionales y estándares de sostenibilidad (como riego inteligente, economía circular, entre otros) aplicables al contexto de mantenimiento urbano.

Medir la brecha técnica existente entre los requerimientos actuales de Chile, durante el periodo de 2020-2025, y los estándares internacionales de sostenibilidad identificados.

Identificar las barreras operativas y administrativas que impiden a los municipios de menores recursos adoptar tecnologías o prácticas de mantenimiento de vanguardia en sus procesos de licitación del periodo 2020-2025.

Proponer estrategias de mejora para el sistema municipal y mercado público, con el fin de que las municipalidades puedan utilizar el presupuesto de forma eficiente.

5. Marco teórico

5.1 Institucionalidad y compras públicas en Chile

El sistema de contratación pública en Chile se encuentra regulado por la Ley N° 19.886 de Bases sobre Contratos Administrativos de Suministro y Prestación de Servicios, cuya administración y gobernanza técnico-operativa está a cargo de la Dirección de Compras y Contratación Pública, institucionalmente conocida como *ChileCompra*. Este organismo es el encargado de gestionar la plataforma digital Mercado Público, este corresponde al espacio transaccional donde los organismos del Estado y los municipios canalizan sus requerimientos de provisión y servicios operacionales. En diciembre de 2023, el ecosistema de compras públicas experimentó una transformación estructural con la publicación de la Ley N° 21.634, la cual introdujo una profunda modernización a la normativa original. Las directrices operativas de esta reforma quedaron consolidadas mediante el nuevo Reglamento de Compras Públicas, aprobado bajo el Decreto 661. Este decreto dejó formalmente sin efecto al anterior Decreto 250 del año 2004, adaptando el sistema para mejorar de forma transversal los estándares de probidad, transparencia, eficiencia, fomento a empresas de menor tamaño e introducción de la economía circular en el aparato estatal.

Esta actualización reglamentaria incrementó el alcance de control del sistema al ampliar el universo de entidades mandantes sujetas obligatoriamente a la supervisión de *ChileCompra*, incluyendo a corporaciones, fundaciones y asociaciones de participación municipal o regional, además de aquellas entidades privadas con administración estatal o receptoras de fondos públicos que iguallen o superen las 1.500 UTM anuales. Asimismo, mandató la migración de los procesos de licitación de obras públicas de ministerios sectoriales y servicios de vivienda hacia la plataforma transaccional, centralizando la fase de contratación desde el diseño de las bases hasta su adjudicación. En materia de probidad y

arquitectura de procesos, el Decreto 661 instauró el principio de separación de funciones, promoviendo que las fases de requerimiento, elaboración de bases, evaluación, adjudicación y gestión de pagos sean ejecutadas por equipos independientes. Asimismo, instauró la creación de una nómina obligatoria de personal interviniente sujeta a declaraciones de patrimonio e intereses, la implementación de un canal de denuncia reservada administrado por *ChileCompra*, y la prohibición explícita de la fragmentación de compras orientada a eludir la licitación pública, conducta sujeta a multas a beneficio fiscal.

Desde la perspectiva de la gestión de operaciones públicas, la actualización normativa significó un quiebre respecto al enfoque tradicional de adquisición basado únicamente en el criterio del precio nominal más bajo, instaurando formalmente el principio de "Valor por Dinero" (*Value for Money*). Este concepto conceptualiza la eficiencia, eficacia y economía como variables interdependientes, exigiendo que las decisiones de compra privilegien la optimización de la relación costo-beneficio a lo largo del ciclo de vida del servicio contratado. Para dar cumplimiento a esto, los procedimientos de contratación se categorizan rigurosamente según tramos de montos en UTM. Existen distintos mecanismos de compra, estos son:

- Licitación Pública: Se mantiene como la regla general, pero se categorizan los plazos y exigencias según tramos de montos: menores a 100 UTM, de 100 a 1.000 UTM, de 1.000 a 5.000 UTM, y superiores a 5.000 UTM.
- Compra Ágil: Se regula este mecanismo exclusivo para adquisiciones iguales o menores a 100 UTM. Exige solicitar al menos tres cotizaciones a través de la plataforma y prioriza la contratación de empresas de menor tamaño y proveedores locales.

- Trato Directo: Se establecen reglas más estrictas para esta excepción. Las entidades deben fundamentar sólidamente cuando invoquen causales como "emergencia" o "proveedor único", y se exponen a multas directas a las jefaturas si se aplican indebidamente. Se añade una causal para compras menores a 30 UTM que privilegien un "alto impacto social".

Asimismo, se introducen procedimientos como la *Subasta Inversa Electrónica*, los *Contratos para la Innovación* y el *Diálogo Competitivo de Innovación* para resolver necesidades públicas complejas que no tienen soluciones estándar en el mercado, estos corresponden a soluciones innovadores para casos especiales.

La dimensión ambiental del reglamento introduce por primera vez la obligación operativa de la economía circular. Antes de iniciar cualquier proceso de adquisición, las entidades compradoras se encuentran mandatadas a consultar una plataforma especializada de economía circular para verificar si existen bienes muebles disponibles en otras reparticiones estatales que puedan satisfacer la necesidad mediante transferencia gratuita.

Finalmente, el Decreto 661 reestructura el registro de proveedores, transformándolo en una plataforma electrónica oficial de carácter obligatorio para contratar con el Estado, la cual exige transparentar socios, accionistas y beneficiarios finales. El reglamento consagra un régimen estricto de inhabilidades asociadas a quiebras, prácticas antisindicales, condenas por cohecho o deudas tributarias superiores a 500 UTM, facultando a *ChileCompra* para suspender o eliminar firmas ante fraudes o incumplimientos graves. Esta rigurosidad regulatoria se equilibra con un esquema activo de fomento para micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes), cooperativas y organizaciones lideradas por mujeres, permitiendo la

simplificación de trámites, la reducción de garantías financieras exigidas, el incentivo a la Unión Temporal de Proveedores y la aplicación de criterios de evaluación orientados a la equidad de género y el desarrollo económico local.

Para garantizar la eficiencia asignativa y la probidad en el uso de los recursos fiscales, la arquitectura de toda licitación pública debe sustentarse de forma obligatoria en un conjunto de principios rectores de la contratación pública. Estos axiomas jurídicos y operativos actúan como restricciones de contorno que limitan la discrecionalidad de los compradores públicos, y se definen formalmente a continuación:

- Libre concurrencia de los oferentes: Este principio operativo establece que los pliegos de condiciones o bases técnicas no pueden imponer barreras de entrada artificiales, arbitrarias o desproporcionadas que restrinjan la participación de competidores idóneos en el mercado. Este principio fomenta la competitividad y la diversificación de la oferta, asegurando que cualquier organización privada que cumpla con los requisitos mínimos de capacidad técnica y solvencia financiera pueda presentar su propuesta técnico-económica en igualdad de condiciones.
- Igualdad ante las bases: Consiste en la garantía de que todos los proponentes e interesados en un proceso licitatorio deben recibir exactamente el mismo trato y ser evaluados bajo idénticos parámetros y metodologías. Este principio prohíbe el establecimiento de ventajas u homologaciones arbitrarias en favor de un oferente determinado, obligando al municipio a aplicar las pautas de ponderación técnica y económica de forma simétrica, objetiva y neutral para toda la muestra de ofertas recibidas, estos documentos son llamados Bases de Licitación, ya sea de carácter administrativo o técnico.

- **Transparencia:** Este principio determina que todas las etapas del ciclo de vida contractual, desde la planificación del requerimiento y la publicación del llamado hasta la evaluación, adjudicación y gestión de estados de pago, deben ser plenamente visibles y trazables. La transparencia operacional reduce el riesgo de captura institucional, permite la auditoría de los procesos por parte de organismos de control externo y asegura que las decisiones de la comisión evaluadora se funden en razones técnicas explícitas y objetivables.
- **Publicidad:** Estrechamente vinculado a la transparencia, el principio de publicidad exige que toda la documentación, actas de evaluación, aclaraciones, respuestas, ofertas presentadas y resoluciones asociadas a una licitación de relevancia deban ser difundidas de manera abierta, oportuna y accesible a través del sistema de información de Mercado Público. Esto garantiza el control social y comercial del proceso, permitiendo que cualquier ciudadano u oferente afectado pueda conocer las actuaciones del mandante y ejercer las acciones legales o reclamos que estime pertinentes.
- **Estricta sujeción a las bases:** Este principio constituye el pilar de certidumbre jurídica del sistema de compras públicas. Establece que las bases administrativas y técnicas redactadas por el municipio representan la "ley del contrato", transformándose en reglas del juego inmodificables de forma unilateral o arbitraria una vez iniciado el concurso. El mandante queda jurídicamente impedido de flexibilizar los requerimientos técnicos, alterar las ponderaciones de las variables de evaluación o aceptar condiciones distintas a las estipuladas originalmente.

5.2 Administración municipal y manejo de contratos

El financiamiento de los gobiernos locales en Chile se fundamenta conceptualmente en el principio de autonomía financiera, potestad consagrada constitucionalmente que faculta a las municipalidades para administrar sus recursos conforme a las directrices de la Ley N° 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades. No obstante, en términos operativos, esta autonomía está sujeta a las restricciones de contorno de un modelo mixto de financiamiento. Este régimen combina la recaudación directa de ingresos propios permanentes con un mecanismo centralizado de redistribución solidaria denominado Fondo Común Municipal (FCM), este mecanismo fue diseñado para equilibrar la gestión local, pero que condiciona severamente la capacidad de gasto e inversión de cada comuna.

Los ingresos propios permanentes constituyen el núcleo de la recaudación directa y provienen del cobro de tributos vinculados al valor patrimonial de los bienes y al capital de las organizaciones privadas localizadas en el territorio comunal. Esta estructura se compone principalmente de tres instrumentos que concentran el 70% de los ingresos totales: el impuesto territorial (contribuciones que gravan el avalúo fiscal de las propiedades inmuebles), los permisos de circulación (de los cuales el municipio retiene el 37,5% del valor asociado al avalúo fiscal de los vehículos), y las patentes municipales (que gravan el capital propio de actividades comerciales, profesionales e industriales). De forma complementaria, se incorporan otros ingresos derivados de derechos de aseo domiciliario, licencias de conducir, rentas de la propiedad municipal, concesiones y multas de beneficio fiscal emitidas por los Juzgados de Policía Local.

La naturaleza de este diseño tributario genera un severo problema de desigualdad territorial debido a la alta concentración geográfica de la riqueza, el patrimonio inmobiliario

y las actividades corporativas en el país. En la práctica, un grupo marginal de comunas de altos ingresos, como Las Condes, Santiago, Providencia y Vitacura, posee una base tributaria lo suficientemente robusta para financiarse de forma exclusiva con sus propios ingresos. Por el contrario, la gran mayoría de los municipios del país carece de densidad empresarial o avalúos fiscales elevados, lo que restringe crónicamente sus ingresos autónomos y genera una dependencia estructural del mecanismo de redistribución.

Para mitigar esta brecha, el Estado opera el Fondo Común Municipal (FCM) como un instrumento de compensación solidaria intermunicipal. El financiamiento del FCM se estructura mediante aportes diferenciados y obligatorios extraídos de las arcas locales. El componente de mayor ponderación (57,51% del fondo) corresponde al 60% de la recaudación del impuesto territorial a nivel nacional, tasa que se eleva al 65% para Santiago, Providencia, Las Condes y Vitacura. Asimismo, se inyecta al fondo el 62,5% de los permisos de circulación recaudados en todo el país, el 50% de las transferencias de vehículos, el 100% de las multas de fotorradars, el 50% de las infracciones de autopistas concesionadas (TAG), y un aporte fiscal permanente del gobierno central. En el caso de las patentes comerciales, las cuatro comunas de mayor capacidad económica realizan un aporte exclusivo e incremental (55% para Santiago y 65% para las tres restantes), eximiendo de este gravamen al resto de los municipios del país.

La distribución del FCM se calcula anualmente mediante un coeficiente único que pondera cuatro parámetros de vulnerabilidad y necesidad comunal: un 35% en proporción directa a las comunas con menores ingresos propios per cápita, un 30% según el número de propiedades exentas del pago de contribuciones dentro del radio urbano, un 25% distribuido

en partes iguales entre las 345 comunas de Chile para asegurar una base operativa mínima, y un 10% indexado a los niveles de pobreza multidimensional locales.

Esta dinámica de transferencias segmenta el ecosistema municipal en solo 52 comunas calificadas como aportantes netos frente a 293 municipios categorizados como receptores netos, los cuales dependen críticamente de estas remesas externas para su subsistencia y continuidad operativa. A pesar de su rol estabilizador, el modelo enfrenta severos desafíos estructurales, las críticas técnicas apuntan a la falta de incentivos al esfuerzo fiscal local y a la descompensación ante exenciones tributarias fijadas por el nivel central. Las propuestas de modernización plantean la necesidad de reformular las ponderaciones aumentando el peso relativo del factor pobreza al 25%, indexar variables de equidad territorial y centralizar la recaudación de permisos de circulación para evitar el arbitraje y la fuga de recursos entre comunas, factores que limitan la estabilidad presupuestaria indispensable para la sofisticación de contratos complejos de largo plazo.

La gestión de contratos públicos de conservación urbana se configura como una relación de agencia donde coexisten dos visiones: la fiscalización orientada al cumplimiento normativo por parte del mandante y la optimización de la cadena de valor por parte del proveedor privado. Desde la perspectiva de la municipalidad en su rol de mandante público, el servicio es administrado formalmente a través de unidades especializadas como la Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato (DIMA). Esta dirección actúa como la contraparte institucional encargada de planificar las directrices generales, aprobar programas de trabajo y visar modificaciones estructurales en las frecuencias de los circuitos.

La supervisión técnico-operativa directa en terreno recae de forma exclusiva sobre la figura del Inspector Técnico de Servicio (ITS / ITO). Este profesional posee facultades

punitivas y de control diario que impactan la gestión de operaciones de la contraparte, tales como ordenar el retiro de activos mecánicos deficientes, rechazar rutas de trabajo y registrar formalmente los incumplimientos del nivel de servicio mediante herramientas de comunicación oficiales.

El control administrativo del mandante se instrumenta mediante una rigurosa estructura de multas expresadas en Unidades Tributarias Mensuales (UTM). Estas sanciones operan bajo un diseño de acumulación por días corridos a partir de la notificación del hallazgo, sujetas a restricciones reglamentarias de contorno donde alcanzar un límite del 10% del valor total adjudicado faculta al municipio al término anticipado del contrato por falta grave. Los pliegos de condiciones detallan penalizaciones específicas para fallas del servicio, las cuales sirven como mecanismos de transferencia de riesgo hacia el privado, a modo de ejemplo, se estipulan multas fijas de 3 UTM ante la detección de coberturas vegetales deficientes o deficiencias hídricas.

Esta severidad administrativa condiciona el ciclo financiero interno de la municipalidad, el cual opera bajo la modalidad de mes vencido y se caracteriza por una alta fricción burocrática en la tramitación de los Estados de Pago (EDP). Para autorizar las transferencias, la contabilidad municipal exige el procesamiento de densas carpetas documentales que integran cerca de 18 tipos de respaldos digitales y físicos, incluyendo liquidaciones de sueldo firmadas, certificaciones de pesaje autorizadas por la autoridad sanitaria y formularios de cumplimiento laboral emitidos por la Dirección del Trabajo (F30 y F30-1). Este flujo administrativo actúa como un mecanismo de retención monetaria protectora, la sola notificación de un litigio de origen laboral o la existencia de multas pendientes de pago en la tesorería local faculta al municipio para congelar los flujos financieros con el fin de

resguardar su responsabilidad solidaria, trasladando el riesgo de capital de trabajo completamente a las arcas del contratista.

Desde la perspectiva contrapuesta de la empresa privada en su calidad de contratista industrial, la viabilidad del proyecto depende del equilibrio de la ecuación económica del contrato, una estructura de costos caracterizada por una alta rigidez. La mano de obra constituye el componente de costo fijo más crítico y de menor flexibilidad, condicionado por sueldos base mínimos regulados por jerarquías operativas, leyes sociales y mutualidades de seguridad. En paralelo, la componente de maquinaria y operaciones demanda una intensa inversión inicial de capital para la adquisición de activos especializados, tales como tractores de giro cero, camiones carrozados o hidrolavadoras autónomas. A esto se añade el costo directo de los insumos básicos, enfocado en la adquisición de fitosanitarios y en el costo volumétrico del agua de riego cuando los sectores carecen de empalmes propios.

Para interactuar con estas exigencias, la firma privada debe traducir las bases técnicas en un plan operativo estructurado bajo criterios de optimización de rutas y rendimientos, donde se calcula la asignación de superficies teóricas (por ejemplo, indexando la dotación a un jardinero por cada 3.500 metros cuadrados) y se coordinan turnos de emergencia ininterrumpidos para contingencias climáticas. La fricción operativa surge debido a que los niveles de servicio exigidos se miden en función de variables de "resultado" y no de "esfuerzo" (mantener el césped a una altura estipulada o remover grafitis en menos de 24 horas). Consiguientemente, cualquier quiebre logístico menor altera de forma inmediata el indicador de rendimiento y activa las multas en UTM, erosionando de manera directa el margen de utilidad industrial planificado por la gerencia de operaciones.

Finalmente, el riesgo financiero del contratista privado se agudiza ante la rigidez contractual a suma alzada, modalidad habitual en las licitaciones de relevancia chilenas que suele pactarse a horizontes de largo plazo (habitualmente 48 meses) fijados en un valor constante indexado a la UTM. Bajo este esquema, la organización privada asume de manera unilateral el riesgo de las fluctuaciones de precios del mercado, estando impedida por las bases administrativas generales de solicitar reajustes ante shocks inflacionarios, variaciones en los costos de los combustibles, encarecimiento de insumos importados o reformas legales que alteren la estructura de salarios mínimos.

Ante escenarios económicos adversos, esta inelasticidad presupuestaria genera un efecto de pérdida en zonas críticas. Para mitigar el riesgo de insolvencia o la ejecución de las boletas de fiel cumplimiento, las empresas se ven forzadas a implementar estrategias de supervivencia comercial basadas en deprimir el estándar técnico y fitosanitario en áreas periféricas o de menor exposición fiscalizada (reduciendo las tasas de fertilización o postergando el mantenimiento menor), con el único fin de concentrar los recursos operativos remanentes en cumplir estrictamente las exigencias de aquellas zonas de alta visibilidad sujetas a una fiscalización prioritaria por parte del inspector municipal.

Adicionalmente, la fase de valorización y adjudicación de toda licitación pública de relevancia (LR) se encuentra sujeta a un riguroso proceso de control político y administrativo interno. Como todo proyecto de envergadura comunal, las municipalidades determinan una estimación financiera para el contrato, la cual debe ser visada y aprobada de forma obligatoria por el Concejo Municipal antes de su adjudicación oficial. No obstante, una vez asignados los fondos, la estructura presupuestaria pública adolece de una ausencia de incentivos reales para promover el ahorro o la eficiencia de procesos. Debido a que el presupuesto se destina

y desglosa de forma minuciosa por ítems específicos, si una unidad técnica logra optimizar sus operaciones y generar un superávit o ahorro de capital dentro de una licitación, el marco regulatorio legal le impide transponer de manera autónoma esos recursos hacia otra área de necesidad municipal.

Por el contrario, la inercia del diseño presupuestario tradicional penaliza la eficiencia: si un departamento no ejecuta la totalidad de los fondos asignados para un periodo determinado, la dirección de finanzas central asume que la unidad posee una sobredotación de recursos, lo que se traduce directamente en una reducción proporcional del presupuesto asignado para el siguiente año fiscal. Consiguientemente, esta dinámica genera un desincentivo estructural donde las unidades técnicas priorizan el gasto completo del presupuesto asignado, en lugar de diseñar pliegos de condiciones que fomenten innovaciones tecnológicas orientadas a la optimización o al ahorro de recursos en el largo plazo.

5.3 Gestión de áreas verdes

En el ámbito de la ingeniería urbana y la gestión de servicios públicos, las áreas verdes han transitado desde una concepción puramente ornamental o estética hacia su definición formal como activos de infraestructura verde. Estos espacios públicos se configuran como sistemas complejos capaces de proveer servicios esenciales para las ciudades.

La administración de estos activos exige un ordenamiento logístico condicionado por su tipología y escala, segmentándose operacionalmente en parques urbanos, plazas comunales, plazoletas vecinales y bandejones centrales. Esta clasificación geométrica y espacial determina de manera directa la densidad tecnológica, la dotación de capital humano y la capacidad de transporte requeridas para asegurar la continuidad y conservación del servicio en el tiempo.

La preservación del estándar fitosanitario y funcional de esta infraestructura se sustenta en una cadena de procesos operativos, donde cada eslabón determina la eficiencia en el uso de los recursos municipales. El primer proceso crítico corresponde a la gestión del recurso hídrico, el cual se define como el balance entre la tasa de evapotranspiración del suelo, el requerimiento hídrico específico de las especies botánicas y la eficiencia técnica del método de aplicación empleado. Este proceso interactúa directamente con el manejo del material vegetal, bloque operativo que abarca las actividades de poda de formación, control mecánico de malezas, fertilización y control de plagas. Es en este componente donde cobra relevancia teórica el xeropaisajismo, entendido como el enfoque de diseño paisajístico adaptado a las restricciones climáticas del entorno, el cual prioriza el uso de especies endémicas o de bajo requerimiento hídrico para reducir estructuralmente el gasto operativo de largo plazo del servicio.

De forma complementaria, las operaciones mecánicas constituyen el núcleo logístico de tracción y corte del servicio, abarcando las actividades de orillado, soplado, desbroce y transporte de residuos orgánicos hacia centros de acopio.

Asimismo, el ciclo de insumos y materiales norma el flujo de entrada de sustratos, mejoradores de suelo y agentes de control fitosanitario. La optimización de este subproceso radica en la sustitución de compuestos químicos sintéticos de alta persistencia por alternativas orgánicas biodegradables, resguardando la microfauna del suelo y evitando la contaminación por lixiviación hacia las napas subterráneas.

Para coordinar estos componentes, la planificación de operaciones recurre al dimensionamiento de la carga de trabajo y la programación de capacidades en función de las variables físicas, tales como la superficie neta de césped, la densidad de macizos arbustivos

y el inventario arbóreo por hectárea. El paradigma moderno en la administración de estos contratos públicos ha migrado desde la tradicional fiscalización basada en la frecuencia de actividades hacia un modelo de control. Bajo este enfoque de gestión por resultados, la unidad técnica municipal no evalúa la cantidad de horas de trabajo invertidas por el contratista, sino el estado real y continuo del activo urbano.

En la práctica de la contratación pública de alta envergadura, el servicio de mantención de áreas verdes no se concibe como una prestación de tareas aisladas, sino como un programa continuo de preservación y reposición de activos vegetales e infraestructura urbana complementaria. Para asegurar la continuidad operacional bajo estándares institucionales, los pliegos de condiciones dividen el territorio comunal de manera estratégica (habitualmente mediante zonificaciones logísticas o sectores independientes), permitiendo a la administración mitigar el riesgo de captura del servicio mediante la diversificación de proveedores y facilitar la fiscalización en terreno.

El alcance del servicio exigido en las licitaciones de relevancia determina que la empresa contratista privada deba dar cumplimiento a tres grandes requerimientos principalmente:

- **Gestión Integrada del Paisajismo y Especies:** El servicio demanda una planificación estricta para el manejo del césped, macizos arbustivos y arbolado urbano. Las bases estipulan directrices operativas continuas para el corte y perfilado de césped, fijando alturas máximas permitidas y exigiendo el retiro inmediato de los residuos de orillado. Asimismo, se incorporan obligaciones de sanidad vegetal, donde el contratista debe ejecutar podas de formación y levante de copas de árboles bajo normas de seguridad específicas, controlar químicamente las plagas que amenacen el patrimonio botánico

comunal y realizar la fertilización periódica de los suelos utilizando mejoradores de sustrato que promuevan la nutrición de las especies.

- **Provisión y Logística de Recursos:** Las municipalidades transfieren la responsabilidad de habilitar las capacidades operacionales necesarias para la correcta ejecución del contrato. En términos de capital humano, se exige una estructura obligatoria y permanentemente disponible en terreno, que abarca desde directores de servicio e ingenieros agrónomos o paisajistas a cargo de la planificación general, hasta supervisores de zona, operadores de maquinaria pesada, choferes y cuadrillas fijas de jardineros. En el ámbito de activos mecánicos y herramientas, el pliego impone el despliegue de una flota vehicular mínima y especializada (camiones tolva carrozados, camiones aljibe equipados para riego a presión, y vehículos de supervisión), combinada con equipamiento menor apto para uso urbano de bajas emisiones acústicas (tractores cortacésped de giro cero, cortasetos e hidrolavadoras autónomas).
- **Mantenimiento de Infraestructura Urbana Complementaria:** Los requerimientos técnicos modernos extienden la responsabilidad del prestador privado más allá de las fronteras biológicas de las áreas verdes. El servicio contempla de manera obligatoria la limpieza, desinfección y conservación de todos los elementos construidos o instalados dentro de los recintos y zonas públicas. Esto incluye el repintado y reparación menor de mobiliario urbano (basureros, juegos infantiles y máquinas de ejercicio), el control de grafitis en muros o pavimentos mediante hidrolavado, el mantenimiento operativo de las fuentes de agua ornamentales, y la recolección,

acopio y transporte autorizado de todos los residuos sólidos domiciliarios y de poda generados en las zonas de intervención.

Cabe recalcar que el alcance del servicio varía dependiendo del municipio y/o zona a que corresponda. Finalmente, los requerimientos técnicos del servicio imponen un régimen de operación continuo e ininterrumpido. Los contratistas privados deben asegurar la disponibilidad de planes de contingencia y cuadrillas de emergencia operativas las 24 horas del día para responder de forma inmediata ante eventos climáticos adversos, caídas de árboles en la vía pública o accidentes que pongan en riesgo la seguridad vial o el libre tránsito de los ciudadanos, integrando esta resiliencia logística como una condición de contorno fundamental del nivel de servicio contratado.

5.4 Sostenibilidad y Tendencias Internacionales en Paisajismo

5.4.1 Marcos Regulatorios Globales y Estándares de Certificación Comparados

La evolución de la gestión de operaciones urbanas a nivel internacional está determinada por la transición desde criterios de compra tradicionales hacia el paradigma de las Compras Públicas Verdes (GPP, por sus siglas en inglés). Este enfoque metodológico utiliza la estandarización y la certificación de terceras partes como barreras técnicas de entrada para garantizar la sustentabilidad a lo largo de toda la cadena de suministro y mantenimiento de áreas verdes (MAV). En el contexto global, la estructuración de sistemas de gestión ambientalmente responsables a nivel corporativo se fundamenta de manera transversal en la norma internacional ISO 14001, un estándar crítico exigido en los pliegos de condiciones de economías como España, Uruguay y Turquía para asegurar la trazabilidad del impacto medioambiental de las firmas contratistas. De igual forma, marcos de evaluación del ciclo de vida de la infraestructura urbana, como la certificación LEED (Liderazgo en

Energía y Diseño Ambiental) originada en Estados Unidos, actúan como el estándar de referencia global para validar la eficiencia en recursos y el diseño sustentable de los espacios públicos.

Cuando el análisis se desplaza hacia las normativas técnicas específicas de ejecución, el modelo de ingeniería alemán destaca por la rigurosidad de sus normas sectoriales DIN, las cuales parametrizan de forma explícita el ciclo operativo del paisaje urbano. La Norma DIN 18916 regula de manera estricta los estándares técnicos y ambientales para la plantación y el mantenimiento vegetal, mientras que la Norma DIN 18917 define los parámetros mecánicos y de sustentabilidad para la conservación y desarrollo del césped. El aseguramiento de la calidad del entorno durante la ejecución de las tareas en la vía pública queda resguardado bajo la Norma DIN 18920, la cual establece las directrices operacionales para la protección de la vegetación preexistente frente a los impactos derivados de las faenas y el movimiento de maquinaria, configurando un marco de control técnico que mitiga el riesgo de degradación de la vegetación.

5.4.2 Tendencias operativas desagregadas por dimensiones del servicio

Al analizar los requerimientos de vanguardia internacional, se constata un proceso de sofisticación regulatoria que presiona hacia la transición tecnológica:

- **Sistemas de Riego y Manejo del Territorio:** En mercados de alta exigencia fitosanitaria como el francés, los pliegos incorporan criterios avanzados de Biodiversidad y Manejo de Suelos, imponiendo acreditaciones específicas para la preservación de hábitats locales y la optimización del recurso hídrico, elementos que no constituyen estándares comunes en mercados tradicionales. Esta protección se vincula estrechamente con los lineamientos del *Sustainable Public Procurement*

(SPP) de los Países Bajos (a través de agencias como PIANO), donde es obligatorio presentar el cálculo explícito de la huella de carbono y el Análisis de Ciclo de Vida (LCA) de toda la operación hídrica y de paisajismo, forzando la adopción de tecnologías eficientes de telemetría y automatización.

- **Maquinaria e Infraestructura:** La mitigación de las externalidades negativas de los activos mecánicos es un eje central en las licitaciones europeas y oceánicas. En Alemania, la normativa de Contratación Pública Verde (Umweltbundesamt) impone restricciones institucionales severas destinadas a la reducción drástica de emisiones contaminantes y sonoras en los equipos de mantenimiento. Esta exigencia acústica se alinea con la Norma AS 2436 de Australia, estándar obligatorio de control acústico aplicado a la maquinaria para resguardar las zonas residenciales de la contaminación por ruido. Asimismo, en España, la operación dentro de las “Zonas de Bajas Emisiones urbanas” exige contractualmente el despliegue de flotas con etiquetas ambientales "CERO" y "ECO", restringiendo el servicio a vehículos eléctricos, híbridos o a gas de ultra bajas emisiones. Para coordinar este desempeño, los Países Bajos exigen la certificación en la CO2-Prestatieladder (Escalera de Desempeño de CO2), obligando a las empresas a acreditar niveles mínimos de cumplimiento (como el Nivel 3 versión 3.1 o Nivel 1 versión 4.0) para garantizar la reducción efectiva de emisiones en la operación de sus flotas.
- **Materiales e Insumos Sustentables:** La eliminación de compuestos químicos sintéticos y el resguardo de la economía circular se gestiona mediante certificaciones oficiales de insumos. En Francia, los pliegos de condiciones exigen la obligatoriedad de utilizar productos que cuenten con etiquetas ecológicas (Eco-labels) de respeto al

medio ambiente. En la misma línea, Turquía estipula la aplicación estricta de los estándares internacionales ASTM D5338 y EPA 2021.0 para asegurar parámetros de ecotoxicidad y biodegradabilidad, garantizando que los materiales utilizados en procesos de hidrosiembra (*hydromulching*) sean 100% biodegradables y libres de compuestos que dañen la fauna edáfica o local.

- **Material Vegetal y Control Fitosanitario:** La gestión del estrato verde transiciona desde un enfoque puramente estético hacia esquemas de resiliencia ecosistémica y bioseguridad. En Canadá, las directrices de sustentabilidad imponen severas restricciones al uso de agroquímicos a través del Manejo Integrado de Plagas (IPM), priorizando métodos alternativos no químicos para el control de malezas y prohibiendo los herbicidas químicos tradicionales. Finalmente, todas estas mejores prácticas operativas y de material vegetal se consolidan en los Países Bajos bajo la Certificación Groenkeur, un distintivo de calidad y sustentabilidad sectorial que audita y garantiza de forma integrada que la empresa adjudicataria ejecuta el servicio de mantención de áreas verdes bajo los más altos estándares biológicos, técnicos y operativos disponibles en el mercado global.

5.5 Brechas Socioeconómicas en el Sistema Municipal Chileno

El análisis de las brechas socioeconómicas en Chile revela una severa asimetría en la distribución de capacidades institucionales entre las diversas municipalidades del país. A pesar del crecimiento macroeconómico experimentado por la nación en las últimas décadas, la capacidad de las municipalidades para proveer servicios públicos y atender las necesidades de sus habitantes se encuentra sujeta a una extrema polarización presupuestaria. Esta desigualdad se evidencia al contrastar los presupuestos generales por habitante: mientras que

comunas de altos ingresos como Las Condes disponen de un promedio de \$1.179.000 anuales por persona, municipios en condiciones de alta vulnerabilidad social como San Ramón, Lo Espejo y Puente Alto operan con recursos críticos que no logran alcanzar los \$150.000 anuales por habitante. A escala nacional, esta brecha se consolida al observar que el 25% de las comunas más favorecidas cuenta con ingresos superiores a los \$387.500 anuales por habitante, además, más de 200 municipalidades que deben gestionar la totalidad de la ciudad con un presupuesto inferior a los \$280.000 anuales por habitante (Brito Hasbún, 2022).

Esta disparidad distributiva se agudiza drásticamente al examinar el gasto social destinado de forma específica a la población en situación de pobreza. En esta dimensión, las diferencias financieras entre comunas son abismales, registrando un coeficiente de variación de 5,9 que da cuenta de la alta dispersión de los datos. El municipio de Las Condes lidera la inversión social con un gasto equivalente a \$26.154.000 anuales por cada habitante en condición de pobreza, mientras que, en el extremo opuesto, 153 municipios del país disponen de menos de \$100.000 anuales por persona vulnerable.

Estas brechas presupuestarias coinciden con una marcada segregación en la distribución comunal de la pobreza. Aunque las mediciones agregadas a nivel país indicaron una reducción histórica de la pobreza por ingresos, situándola en un promedio general del 10,8% de las personas, el desglose granular de los datos expone una fuerte disparidad territorial y una brecha crítica entre los radios urbanos y rurales. La pobreza rural registra niveles alarmantes en la macrozona norte y sur, alcanzando un 31% en el área rural de la Región de Antofagasta, un 26,2% en la Región de Tarapacá y un 22,7% en la Región de La Araucanía . A nivel comunal, el estado crítico de algunas localidades se ejemplifica en la comuna de Huara, en Tarapacá, cuya tasa de pobreza asciende al 46,1%, configurando una diferencia de

35,3 puntos porcentuales por sobre la media nacional (CASEN, 2021). Esta variabilidad es refrendada por estadísticas internacionales que demuestran que la tasa de pobreza relativa varía de manera sustancial entre las regiones chilenas, exhibiendo una banda de dispersión de 25% entre los territorios con mayor y menor índice de vulnerabilidad (CASEN, 2021).

La brecha de desigualdad se ve reforzado por la asimétrica distribución del capital humano avanzado y las capacidades profesionales dentro de las plantas municipales. La concentración de profesionales en el país exhibe un patrón centralizado y segregado: solo cinco comunas de la Región Metropolitana (Las Condes, Santiago, Ñuñoa, Providencia y Maipú) concentran el 22,6% de todos los profesionales sin estudios de postgrado, frente a 200 comunas rezagadas que en su conjunto logran retener apenas el 2,8% de dicha dotación técnica. Esta brecha técnica es aún más aguda al examinar la distribución de profesionales con grados de magíster o doctorado, donde un núcleo exclusivo de 10 comunas concentra el 50,5% del total nacional, limitando la capacidad de gestión de los municipios rurales o periféricos. Estas asimetrías consolidan un sistema fragmentado donde el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita de la Región de Antofagasta es casi seis veces mayor que el de la Región de La Araucanía (Brito Hasbún, 2022).

6 Metodología

6.1 Diseño y Tipo de Investigación

El presente estudio se define bajo un enfoque mixto con alcance correlacional, integrando el levantamiento de datos técnicos y económicos extraídos de bases de licitación con un análisis cualitativo sobre el impacto de la sostenibilidad en la gestión municipal. El estudio busca descomponer el fenómeno de la formulación de requerimientos en sus variables fundamentales, tales como el presupuesto institucional y las características socio-territoriales, con el fin de determinar el grado de relación o dependencia entre estas y el nivel de sofisticación técnica de los servicios contratados. Para validar si las variaciones en las variables independientes explican significativamente las brechas de sostenibilidad identificadas, se utilizarán herramientas de modelamiento econométrico mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y Logit.

La investigación se centra en el análisis de los procesos licitatorios adjudicados en la plataforma Mercado Público en un periodo de 5 años, esto permite garantizar una muestra representativa de todas las tipologías municipales y asegura que el diagnóstico de brechas sea exhaustivo, permitiendo contrastar la respuesta de los municipios ante la crisis medioambientales y las normativas vigentes con estándares internacionales de sostenibilidad y soluciones tecnológicas disponibles actualmente en el mercado.

6.2 Recolección de Datos y Muestreo

6.2.1 Selección de la Muestra Municipal

Para el desarrollo de esta investigación, se definió como unidad de análisis a las municipalidades de Chile que gestionaron servicios de mantención de áreas verdes urbanas mediante licitaciones públicas. Se utilizó un muestreo no probabilístico, seleccionando una muestra representativa que incluyó municipalidades de distintos estratos de ingresos, lo cual

permitió observar de manera comparativa el impacto de la variable financiera en la sofisticación de sus requerimientos técnicos. Un criterio de selección de las licitaciones seleccionadas fue la selección exclusiva de procesos bajo la clasificación LR, correspondientes a montos iguales o superiores a 5.000 UTM. Esta decisión se justifica en la necesidad de analizar contratos de alta complejidad operativa, donde los presupuestos involucrados permiten y exigen la incorporación de estándares de gestión más avanzados en comparación con licitaciones de menor valor. Asimismo, la selección consideró la ubicación territorial para asegurar la presencia de comunas en zonas de estrés hídrico, garantizando que el estudio capturara la realidad operativa actual mediante el análisis de contratos vigentes. Esto garantiza que el estudio capturara la realidad operativa actual de todos los segmentos municipales analizados.

6.2.2 Protocolo de Revisión Documental en la Plataforma Mercado Público

El protocolo se inició con la identificación y descarga de los documentos críticos de cada proceso, específicamente las bases administrativas y técnicas, las cuales constituyeron la fuente primaria para el análisis de los requerimientos institucionales. Posteriormente, se procedió a la extracción de variables clave mediante la revisión detallada de estos documentos digitales, recopilando información sobre presupuestos referenciales, superficies totales de mantenimiento, dotación de personal y la presencia de criterios o exigencias de procesos sustentables. Este procedimiento de recopilación de datos aseguró que la información en formato digital fuera estandarizada para su posterior tabulación y análisis estadístico.

6.3 Índice de Madurez de Sostenibilidad (IMS).

Con el objetivo de medir el nivel de integración de estándares internacionales en la gestión local, se diseñó un Índice de Madurez de Sostenibilidad (IMS) como instrumento

principal de evaluación cuantitativa. Este índice permitió convertir los requerimientos técnicos observados en las bases de licitación en un valor numérico normalizado, facilitando la comparación estadística entre municipalidades de distintos segmentos presupuestarios. El IMS se construyó a partir de la evaluación sistemática de cuatro ejes tecnológicos y operativos fundamentales extraídos de los términos de referencia: sistema de riego, tipología de maquinaria, clase de materiales e insumos y composición del material vegetal.

Para la construcción del índice, se utilizó una metodología de asignación de puntajes crecientes, donde cada variable fue calificada en una escala de 0 a 3 puntos dependiendo de su alineación con estándares globales de sostenibilidad. Un puntaje de 0 representa la ausencia de requerimientos técnicos, 1 la mención de métodos tradicionales básicos, mientras que un puntaje de 3 indica la exigencia de tecnologías de vanguardia o soluciones basadas en la naturaleza. El IMS final de cada licitación se obtuvo mediante la suma ponderada de los valores asignados a cada una de estas categorías, estableciendo así la variable dependiente necesaria para el posterior modelamiento econométrico y la identificación de brechas técnicas.

6.3.1 Definición de Dimensiones Técnicas y Asignación de Puntajes

Para garantizar la objetividad del Índice de Madurez de Sostenibilidad (IMS), se estableció un procedimiento de evaluación basado en descriptores técnicos para cada una de las variables seleccionadas. En la dimensión de sistema de riego, la asignación de puntajes se estructuró de forma incremental, partiendo desde el riego manual o por camión aljibe hasta alcanzar el nivel máximo con la exigencia de sistemas automatizados con telemetría o sensores de humedad. De igual manera, para la tipología de maquinaria, se valoró positivamente la transición desde equipos de combustión interna hacia herramientas

eléctricas o de cero emisiones, considerando su impacto en la huella de carbono operativa del servicio.

En cuanto a la dimensión de clase de materiales e insumos, el criterio de puntuación se centró en la sustitución de productos químicos por alternativas orgánicas y el uso de materiales reciclados o de bajo impacto ambiental. Por último, en la variable de material vegetal, se asignaron los puntajes más altos a aquellas licitaciones que exigen el uso de especies nativas y de bajo requerimiento hídrico por sobre el césped tradicional. Este sistema de puntuación permitió transformar los requerimientos cualitativos en una base de datos estructurada, facilitando la identificación de la brecha técnica y proporcionando la rigurosidad necesaria para el posterior análisis econométrico del estudio.

6.4 Análisis de Brechas

6.4.1 Establecimiento del Estándar Internacional

Para realizar una comparación objetiva, se procedió a definir un estándar internacional de referencia, el cual representó el nivel óptimo de sostenibilidad y eficiencia técnica identificado en la revisión bibliográfica. Este estándar se construyó a partir de normativas globales y casos de éxito en gestión urbana sostenible, estableciendo el "Puntaje Ideal" para cada una de las variables del Índice de Madurez de Sostenibilidad (IMS). La definición de este marco de referencia permitió que la investigación no solo describiera la situación nacional, sino que la evaluara frente a las mejores prácticas internacionales en sistema de riego, tipología de maquinaria, clase de materiales e insumos y composición del material vegetal. De esta forma, el estándar actuó como el punto de control contra el cual se contrastaron los requerimientos técnicos de las licitaciones adjudicadas en Chile durante el periodo de estudio.

6.4.2 Cálculo de la Brecha Técnica por Segmento Municipal

El procedimiento consistió en determinar la diferencia porcentual entre el desempeño observado en cada licitación y el valor de referencia óptimo, permitiendo cuantificar la distancia tecnológica y operativa existente. Este cálculo se realizó de manera agregada por segmento municipal, agrupando las comunas según su capacidad presupuestaria y características geográficas. Este enfoque permitió identificar patrones de rezago específicos, determinando si la magnitud de la brecha técnica era consistente entre distintos tipos de municipios o si se acentuaba en aquellos con menores recursos financieros y técnicos, sentando las bases para el posterior modelamiento del estudio.

6.5 Modelamiento Econométrico de Determinantes

La fase final del análisis consistió en el desarrollo de modelos econométricos diseñados para identificar y cuantificar los factores que explican las diferencias en los niveles de sostenibilidad detectados. Este procedimiento permitió transitar de una descripción cualitativa de las licitaciones a una validación estadística de las hipótesis de investigación, determinando si las brechas técnicas son atribuibles a restricciones financieras, condiciones geográficas o capacidades instaladas en los municipios.

6.5.1 Definición de Variables Independientes (Financieras, Geográficas y Técnicas)

Para alimentar los modelos de regresión, se procedió a la definición y operacionalización de un conjunto de variables independientes (explicativas) que podrían ser determinantes en la gestión municipal. El procedimiento técnico consistió en la sistematización de estas variables en una matriz de datos, asegurando su comparabilidad y tratamiento estadístico.

En primer lugar, se definieron las variables financieras, centradas principalmente en el presupuesto anual municipal y la inversión específica destinada al ítem de mantención de

áreas verdes. Estas variables se normalizaron (inversión por metro cuadrado) para evitar sesgos derivados del tamaño de la comuna, justificando su inclusión como el principal factor de restricción para la adopción de tecnologías costosas. En segundo lugar, se establecieron las variables geográficas, utilizando variables *dummy* (binarias) para clasificar a los municipios según su zona climática y nivel de estrés hídrico. Esta clasificación permitió aislar el efecto del entorno territorial sobre la urgencia de implementar soluciones de riego inteligente o xeropaisajismo.

6.5.2 Aplicación de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para el Puntaje Global (IMS)

Con el objetivo de analizar el comportamiento general de la sostenibilidad en la muestra seleccionada, se implementó un modelo de regresión lineal múltiple mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Este procedimiento estadístico consistió en establecer el Índice de Madurez de Sostenibilidad (IMS) como la variable dependiente del estudio, buscando determinar y cuantificar cuánto varía este puntaje ante cambios marginales en los determinantes financieros, territoriales y técnicos definidos previamente. La elección de este método se justificó por su capacidad para minimizar la suma de los residuos al cuadrado, permitiendo obtener los mejores estimadores lineales insesgados y, con ello, una aproximación robusta a la causalidad entre las capacidades municipales y la sofisticación de sus licitaciones.

$$IMS_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon_i. \quad (1)$$

En la ecuación 1, el IMS_i representa el valor del índice para cada licitación analizada, β_0 constituye el intercepto que recoge el nivel base de sostenibilidad cuando las demás variables son nulas, además, los coeficientes β_{1-4} representan las elasticidades o impactos de

cada variable independiente. Asimismo, ε_i simboliza el término de error que captura aquellos factores no observados que influyen en la gestión municipal. El procedimiento técnico de estimación no se limitó al cálculo de estos parámetros, sino que incluyó una fase crítica de validación mediante el análisis del coeficiente de determinación (R^2) y el R^2 ajustado, lo cual permitió evaluar la bondad de ajuste del modelo y determinar qué porcentaje de la variabilidad del índice de madurez es explicado efectivamente por el presupuesto y las condiciones geográficas.

Adicionalmente, la implementación del MCO contempló la realización de pruebas de hipótesis para verificar la significancia estadística de cada coeficiente individual a través de los estadísticos t y sus respectivos *p-valores*. Este análisis fue fundamental para justificar qué variables actúan realmente como motores de la innovación hídrica y ambiental y cuáles, a pesar de su relevancia teórica, no presentan una influencia estadísticamente significativa en el contexto de las licitaciones públicas chilenas de relevancia.

6.5.3 Implementación de Modelo Logit para la Probabilidad de Adopción de Tecnologías Específicas

Complementariamente al análisis de tendencias globales realizado mediante MCO, se desarrolló un modelamiento de respuesta binaria a través de la implementación de un Modelo Logit. Este procedimiento se utilizó con el propósito de analizar la probabilidad de ocurrencia de eventos específicos y discretos, tales como la decisión de un municipio de adoptar o no una tecnología de vanguardia particular (por ejemplo, la exigencia de sistemas de telemetría en el riego o el uso de maquinaria 100% eléctrica). A diferencia del modelo lineal, donde la variable dependiente es continua, en el Modelo Logit la variable dependiente Y se definió de forma dicotómica, tomando el valor de 1 si la licitación LR incorpora la tecnología de sostenibilidad analizada y 0 en caso contrario.

La fundamentación matemática del modelo reside en la función logística, la cual permite asegurar que las probabilidades estimadas se mantengan siempre dentro del intervalo cerrado $[0, 1]$, evitando las inconsistencias de predicción que presentaría un modelo lineal común ante variables binarias.

$$P(Y_i = 1|X_i) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \sum \beta_j X_{ji})}}. \quad (2)$$

En la ecuación 2, P representa la probabilidad de que la licitación i incorpore la tecnología específica dada una combinación de variables explicativas X, e es la base de los logaritmos naturales y el exponente negativo de este constituye la relación lineal entre las variables independientes (presupuesto, ubicación, capacidad técnica) y sus respectivos pesos estadísticos. El procedimiento técnico de estimación se realizó mediante el método de Máxima Verosimilitud (MLE), buscando aquellos parámetros que maximizaran la probabilidad de observar los datos reales de las licitaciones recolectadas en Mercado Público.

La elección de este modelo se justificó por su capacidad para manejar la naturaleza no lineal de los procesos de innovación institucional. El procedimiento incluyó la evaluación de la bondad de ajuste mediante el estadístico Pseudo R-cuadrado de McFadden y pruebas de significancia de Wald para cada coeficiente.

7 Alcance

El alcance de la presente investigación corresponde al análisis técnico, territorial y presupuestario de los procesos de contratación pública para el servicio de conservación y mantención de áreas verdes en el sistema municipal chileno, utilizando como fuente primaria de información los registros históricos de la plataforma Mercado Público entre los años 2020 y 2025. En términos administrativos y de escala, el estudio delimita su campo de acción exclusivamente a los contratos bajo la clasificación de Licitaciones de Relevancia (LR), correspondientes a montos iguales o superiores a las 5.000 UTM, lo que garantizó una muestra final consolidada de 50 comunas vigentes que poseen la complejidad operativa y la envergadura logística necesarias para evaluar la integración de estándares internacionales de sostenibilidad. El diseño adopta un enfoque transversal que permite mitigar el sesgo por desfase temporal al capturar la realidad de los ciclos contractuales municipales que fluctúan habitualmente entre los 4 y 6 años de vigencia.

En el ámbito temático y de procesos, la investigación se restringe a la evaluación de forma específica a las cuatro componentes de las operaciones del servicio, las cuales corresponden a sistemas de riego, material vegetal, maquinaria y tipo de materiales, quedando formalmente fuera del marco de análisis otras áreas de la gestión ambiental o urbana comunal como el alumbrado público, la recolección de residuos domiciliarios, la seguridad ciudadana o la ejecución de nuevas obras civiles de paisajismo que no se encuentren vinculadas a los contratos de mantención vigentes analizados.

Finalmente, la recolección de los datos técnicos dependió estrictamente de la transparencia, completitud y legibilidad de las bases administrativas y las bases técnicas digitales provistos por cada comuna en la plataforma de compras públicas, registrándose

una alta variabilidad en los formatos de reporte originales. Por lo tanto, el alcance de los modelos estadísticos multivariantes (MCO y Logit) ejecutados se limita a la identificación paramétrica de los determinantes de la sofisticación técnica y a la evaluación cualitativa y estructural de los beneficios potenciales derivados de la reducción de las brechas técnicas detectadas frente al estándar internacional de referencia.

8 Resultados

8.1 Caracterización del Mercado de Mantención de Áreas Verdes (2020-2025)

El mercado público asociado a la mantención, desarrollo y conservación de áreas verdes en el sistema municipal chileno se caracteriza por una alta heterogeneidad en términos de asignación presupuestaria. Al analizar los procesos de licitación pública, definidos formalmente como aquellos contratos que igualan o superan las 5.000 UTM, se evidencia una profunda asimetría entre las macrozonas del país.

La muestra consolidada resumida en la Tabla 1, cuya base de datos consolidada con las cincuenta comunas de la muestra completa se detalla de forma íntegra en el Anexo 1 y 2, para este estudio comprende un total de 50 comunas distribuidas a lo largo del territorio nacional. Esta presenta una fuerte centralización operativa en la zona centro, la cual concentra el 74% de los casos evaluados (37 municipios), con un dominio predominante de la Región Metropolitana de Santiago, e inclusiones estratégicas de las regiones de Valparaíso y O'Higgins. Por su parte, la Zona Sur representa el 24% de la muestra (12 municipios) distribuidos entre las regiones del Maule, Ñuble, Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Magallanes. Finalmente, la Zona Norte constituye una fracción menor, pero altamente significativa en términos de estrés hídrico, representada por la comuna de Antofagasta.

Desde una perspectiva demográfica, el mercado analizado exhibe dispersiones extremas en la población atendida. Por un lado, se tienen comunas que superan el medio millón de habitantes y generan una presión operativa masiva sobre el espacio público, tales como: Antofagasta, Maipú, Puente Alto y La Florida, en contraste, se analizaron comunas de escala menor con poblaciones inferiores a los 90.000 habitantes, tales como

Cerrillos, Lo Espejo, San Ramón, Vitacura y San Joaquín. Esta disparidad en la escala de la demanda residencial prefigura las asimetrías que se observarán posteriormente en los montos de inversión bruta expuestos resumidos en la tabla 2 (listado completo en el anexo 3 y 4) y en los niveles de madurez técnica estipulados en las bases de licitación (figura 2, ver anexo 5 con el detalle por comuna).

Tabla 1: Distribución Geográfica de las Licitaciones de Relevancia (LR) destacadas.

Comuna	Región	Zona	Habitantes
Cerrillos	Metropolitana	Centro	86.328
Las Condes	Metropolitana	Centro	296.134
Lo Espejo	Metropolitana	Centro	87.295
Maipú	Metropolitana	Centro	503.635
Puente Alto	Metropolitana	Centro	568.086
Vitacura	Metropolitana	Centro	88.261
Antofagasta	Antofagasta	Norte	401.096
Los Ángeles	Biobío	Sur	219.441
Temuco	La Araucanía	Sur	292.518

Elaboración propia. Fuente: Censo 2024 - Resultados - H4.

8.1.1 Análisis descriptivo de la muestra: Volumen de inversión y superficies licitadas

El análisis consolidado de las variables presupuestarias y de infraestructura verde revela la coexistencia de dos realidades financieras polarizadas dentro del régimen municipal chileno, lo que impacta directamente en las condiciones de contorno de las licitaciones de relevancia (LR). Al evaluar el Presupuesto Total Municipal (2025) expuesta en la tabla 2 (listado completo en el anexo 3 y 4), se observa un evidente "efecto escala": comunas del segmento de altos ingresos y/o alta densidad residencial, tales como: Las Condes, Temuco, Lo Barnechea y Puente Alto, administran presupuestos institucionales que superan los 55.000 millones de pesos anuales. Sin embargo, comunas como San Ramón, Cerrillos, Lo Prado y San Miguel deben garantizar la continuidad de sus servicios públicos con recursos que oscilan apenas entre los 8.000 y 12.000 millones de pesos anuales.

Esta disparidad se traspasa al Monto destinado a la Mantención de Áreas Verdes (MAV) anual, transformándolo en uno de los ítems más críticos del gasto corriente operativo. Mientras comunas como Maipú, Las Condes, Los Ángeles y Temuco inyectan sobre los 5.800 millones de pesos anuales de manera directa a sus contratos de paisajismo y mantención, comunas con severas restricciones financieras tales como: Quinta Normal, Osorno y Puente Alto registran inversiones brutas anuales inferiores a los 400 millones de pesos.

Respecto a la prioridad financiera interna registrada en la tabla 2 (listado completo en el anexo 3 y 4), la variable de proporción del presupuesto municipal asignado al ítem de mantención de áreas verdes muestra un comportamiento independiente del tamaño presupuestario bruto de las instituciones. En el grupo de comunas con presupuestos totales moderados o bajos se observan los porcentajes de asignación más elevados de la muestra, con registros que corresponden a Conchalí (27%), Talcahuano (23%), San Pedro de la Paz (22%) y Los Ángeles (20%). Por el contrario, existen municipios con presupuestos institucionales superiores o estructuras contractuales distintas que registran los índices de asignación más bajos de la serie, donde las comunas de Santiago y Puente Alto presentan un valor del 1%.

Asimismo, se expone la relación entre el esfuerzo financiero y la dotación de infraestructura verde expresada mediante el indicador de metros cuadrados por habitante (m^2/hab). Dentro de la muestra, los valores más altos en la densidad de áreas verdes por habitante coinciden con municipios de altos ingresos y presupuestos MAV elevados, destacando los casos de Vitacura ($18.67 \text{ m}^2/\text{hab}$), Recoleta ($18.58 \text{ m}^2/\text{hab}$), Osorno ($15.37 \text{ m}^2/\text{hab}$) y Lo Barnechea ($15.21 \text{ m}^2/\text{hab}$). Por otro lado, la matriz de

datos identifica comunas que, registrando presupuestos institucionales y montos en mantención de áreas verdes de rango moderado, presentan coberturas vegetales de 14.58 m²/hab en el caso de Cerrillos y de 13.99 m²/hab en La Reina. Esta distribución de variables determina que la relación entre el presupuesto disponible y la superficie total a mantener varía significativamente entre las distintas comunas que componen la muestra.

Tabla 2: Matriz descriptiva de la muestra seleccionada (Véase anexo 3 y 4).

Comuna	Zona	m2 áreas verdes 2018	Presupuesto total (2025)	Monto MAV (anual)	% del total
Antofagasta	Norte	1.55	\$48,114,271,837	\$5,097,393,780	11%
Cerrillos	Centro	14.58	\$11,127,730,206	\$ 1,421,848,739	13%
Las Condes	Centro	4.87	\$ 65,777,411,952	\$6,441,013,824	10%
Lo Espejo	Centro	4.43	\$14,425,669,875	\$725,851,632	5%
Los Ángeles	Sur	5.34	\$31,221,645,282	\$6,216,005,580	20%
Maipú	Centro	5.5	\$107,433,462,761	\$7,136,268,120	7%
Puente Alto	Centro	4.41	\$ 57,120,481,357	\$378,819,900	1%
Temuco	Sur	9.36	\$59,453,156,845	\$5,844,000,000	10%
Vitacura	Centro	18.67	\$49,393,489,708	\$5,043,565,541	10%

Elaboración propia. Fuentes: Presupuesto Abierto - Gobierno de Chile, ArcGIS Insights, Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano

8.1.2 Identificación de requerimientos técnicos estándar y cláusulas de sostenibilidad recurrentes

La distribución de los requerimientos técnicos y las cláusulas de sostenibilidad en las bases de licitación se encuentra desagregada por macrozonas geográficas en la figura 2 (ver anexo 5 con el detalle por comuna), permitiendo observar el comportamiento de las cuatro variables binarias de adopción tecnológica (riego, maquinaria, materiales y vegetal) acumuladas por cada comuna de la muestra.

Al examinar la figura 2, se observa una estructura de cumplimiento homogénea en la mayoría de las comunas evaluadas. La variable riego mantiene una presencia constante con

un valor de adopción igual a 2 en casi la totalidad de la muestra, registrando incrementos puntuales con un valor de 3 en comunas como Las Condes y Vitacura, y una disminución a un valor de 1 en La Pintana. Las dimensiones de maquinaria y materiales presentan un comportamiento regular en este bloque geográfico, situándose predominantemente en un valor de 2 y 1 respectivamente. Por su parte, la variable vegetal exhibe fluctuaciones marcadas en su nivel de acumulación dentro de la zona central, mientras que comunas como Cerrillos y Santiago registran un valor de 0 (ausencia de requerimientos técnicos en esta variable), comunas como Cerro Navia, Conchalí, Huechuraba, Las Condes y Vitacura alcanzan los niveles máximos de acumulación para este grupo.

En contraste, las zonas norte y sur, evidencian (ver anexo 6 con el detalle por comuna) una mayor variabilidad y una menor acumulación de componentes en comparación con el bloque central. En este segmento, las comunas de Chillán, Concepción, Coronel, Curicó, Osorno, Punta Arenas, Rancagua y Talca presentan una configuración similar, donde coexisten las dimensiones de riego (valor 2 o 3), maquinaria (valor 2) y vegetal (valor 2), con ausencias o niveles mínimos en la variable materiales. Una distribución distinta se observa en Antofagasta y San Pedro de la Paz, donde se registran valores de 2 en riego, maquinaria y vegetal, pero con un valor de 0 en la dimensión de materiales.

Finalmente, se identifica un grupo de comunas en la zona sur con niveles mínimos de acumulación de requerimientos técnicos en sus bases. Los municipios de Los Ángeles, Talcahuano y Temuco registran únicamente la presencia de la variable riego con un valor de 2, registrando un valor de 0 en las tres dimensiones restantes. Un comportamiento particular se observa en Valdivia, comuna que presenta un valor de 3 en la variable Riego, pero carece

de registros acumulados para las dimensiones de maquinaria, sustentabilidad de materiales y material vegetal (**ver anexo 6 con el detalle por comuna**).

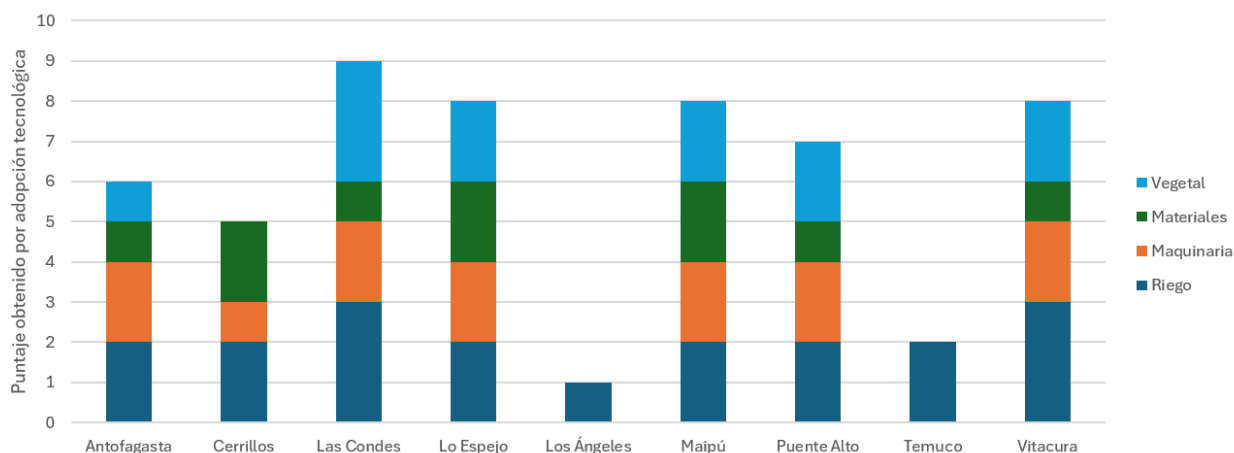


Figura 2: puntaje otorgado por la adopción tecnológica por dimensión en comunas de la zona centro.
Elaboración propia.

8.2 Análisis de Brechas Técnicas

Para cuantificar el nivel de sofisticación y sostenibilidad de las licitaciones estudiadas se utiliza una estructura de ponderación lineal en el Índice de Madurez de Sostenibilidad (IMS). Se asignó una ponderación del 40% a la dimensión de sistemas de riego, fundamentada en que la eficiencia hídrica constituye el factor operativo más crítico frente al escenario actual de cambio climático, controlando directamente el consumo de un recurso escaso y el costo variable más volátil del contrato. La dimensión de maquinaria se ponderó con un 30%, debido a su alta incidencia en la huella de carbono y emisiones acústicas urbanas, además de representar la mayor inversión en activos fijos por parte de las empresas oferentes. Por su parte, la dimensión de material vegetal posee una ponderación del 20%, justificada por su rol estructural en la resiliencia del ecosistema urbano a través del xeropaisajismo y la selección de especies nativas que condicionan la demanda hídrica futura. Finalmente, se otorgó un 10% a la dimensión de materiales sustentables, al tratarse de

elementos de consumo corriente (como fertilizantes orgánicos o áridos reciclados) que, si bien son clave para la economía circular, poseen una menor complejidad de reconversión tecnológica y un menor peso relativo en la estructura de costos globales del servicio.

A partir de esta arquitectura de ponderaciones, el IMS consolida los requerimientos de las bases de licitación entre 0 y 3 puntos, permitiendo evaluar la desviación o brecha existente entre las exigencias administrativas municipales y el estándar óptimo de referencia internacional, cuya brecha promedio general para la muestra analizada se sitúa en un 40% de rezago.

Los resultados expuestos en la figura 3 (ver anexo 7 y 8 con el detalle por comuna) evidencian que el nivel de sofisticación de las bases de licitación no alcanza el nivel máximo de madurez en ninguna de las 50 comunas analizadas, ubicando al promedio general de la muestra en un rango de desempeño calificado como intermedio-bajo. Al evaluar las unidades de estudio de forma individual, los niveles más altos de alineación con los criterios de sostenibilidad de referencia, por consecuencia, las brechas más acotadas, se concentran en comunas de la zona central con perfiles sociodemográficos de altos ingresos. En este segmento destaca la comuna de Las Condes con una puntuación de 2,5 (brecha de 0,5 puntos respecto al óptimo).

En el espectro opuesto, las puntuaciones basales más distantes del estándar de referencia y las brechas más severas corresponden de manera predominante a municipios de la Zona Sur. Este grupo registra una distancia promedio de 1,8 puntos respecto al nivel óptimo, liderado por el rezago de la comuna de Los Ángeles, que presenta un registro de 0,4 puntos en el IMS, lo que equivale a una brecha técnica de 2,6 puntos respecto al estándar internacional. Asimismo, en la zona central se identifica a Cerrillos con una puntuación de

1,3, exhibiendo una brecha de 1,7 puntos. Esta distribución de las desviaciones confirma que las brechas de sostenibilidad no se comportan de manera homogénea en el territorio nacional, concentrándose las mayores brechas en las comunas de la zona sur de la muestra.

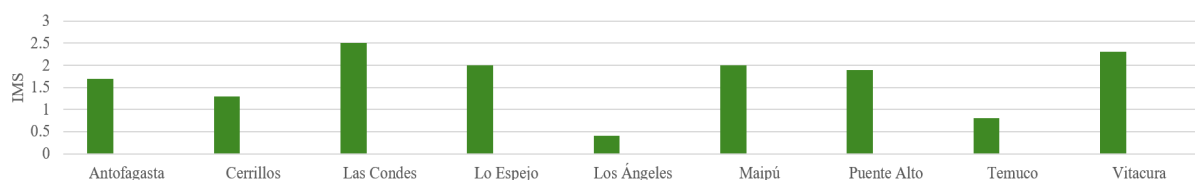


Figura 3: tabla correspondiente a los resultados obtenidos del índice IMS ponderado (riego 40%, Maquinaria 30%, materiales 10% y vegetal 20%) por comuna. Elaboración propia.

8.3 Determinantes de la Sofisticación Técnica (Resultados Econométricos):

8.3.1 Incidencia del presupuesto y capital humano en el Índice de Madurez (Modelo MCO)

Para identificar las variables que generan las brechas cuantificadas en la sección anterior, se evaluaron los resultados del modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Este análisis permite determinar el impacto real que poseen la escala de recursos brutos frente a las decisiones operativas internas de distribución presupuestaria sobre el nivel global de sostenibilidad (IMS).

Los resultados de la estimación muestran que el presupuesto municipal total carece de significancia estadística para explicar las variaciones del índice ($p = 0.7855$), según lo expuesto en la tabla 3. Esto indica que la disponibilidad de un mayor flujo de ingresos brutos no actúa como un condicionante directo para la sofisticación técnica de las bases de licitación.

Por otro lado, la prioridad presupuestaria interna (porcentaje de inversión en mantención de áreas verdes) y la localización geográfica en la zona sur resultaron ser determinantes estadísticamente significativos con coeficientes de signo negativo (-2.242, con

p = 0.0114, -0.354, con p = 0.0018, tabla 3). El impacto negativo de la prioridad presupuestaria expone un fenómeno estructural en la asignación de recursos: aquellas comunas que comprometen una mayor proporción de sus ingresos corrientes en este ítem registran índices de madurez más bajos. Desde la perspectiva de la gestión de operaciones, este comportamiento caracteriza una inercia contractual donde el gasto se absorbe mayoritariamente por costos operativos variables de arrastre (altas dotaciones de mano de obra tradicional o métodos de transporte de agua no automatizados), saturando el flujo financiero y reduciendo el espacio disponible para el diseño de cláusulas de innovación o exigencias de infraestructura avanzada.

Variable independiente	Coefficiente (β)	Error Estándar	Estadístico t	P-valor	Significancia
Intercepto	2,1640	0,1342	16,119	<0,0001	0
Presupuesto Total	0	0	-0,274	0,7855	No significativo
Porcentaje Inversión MAV	-2,2420	0,8495	-2,639	0,0114	0,01
Áreas verdes por habitante	0,0026	0,0103	0,249	0,8046	No significativo
Zona (Base: Centro)	-	-	-	-	-
Zona Norte	-0,1976	0,3313	-0,597	0,5539	No significativo
Zona Sur	-0,3540	0,1066	-3,322	0,0018	0,001
Estadísticos de ajuste del modelo • R-cuadrado Múltiple: 0,3510 • R-cuadrado Ajustado: 0,2772 • Error Estándar de los residuos: 0,3178 (sobre 44 grados de libertad) • Estadístico F: 4,759 (p-valor = 0,001462)					

Tabla 3: tabla resumen de resultados obtenidos con el modelo MCO. Elaboración propia.

8.3.2 Probabilidad de adopción de tecnologías de vanguardia según variables territoriales (Modelo Logit)

El análisis desagregado mediante modelos de respuesta binaria permite identificar de manera aislada cómo los determinantes geográficos y financieros alteran la probabilidad de incorporar innovaciones en cada una de las cuatro dimensiones operativas.

En la dimensión de material vegetal, expuesta en la tabla 4, la estimación logística identifica dos determinantes significativos. En primer lugar, la zona sur registra un impacto negativo y estadísticamente significativo al nivel de confianza del 95% ($\beta = -3,4710$, $p = 0,0219$). Esto significa que, controlando las demás variables de la muestra, las comunas emplazadas en las regiones de la zona sur poseen una probabilidad menor de incorporar cláusulas obligatorias de xeropaisajismo o introducción de especies nativas eficientes en comparación con la zona centro, esto se debe a que las comunas de la zona sur no tienen una escasez hídrica como las comunas del centro o del norte, por ende, no se considera una necesidad incorporar especies de bajo consumo hídrico. Asimismo, los municipios no tienen incentivos para el ahorro, ya que, en términos de costo, no pueden utilizar el ahorro en otro ítem. En segundo lugar, el porcentaje de inversión en mantención de áreas verdes exhibe una significancia marginal al 90% de confianza, con un coeficiente marcadamente negativo ($\beta = -18,7100$, $p = 0,0700$), lo que indica que, a mayor proporción del presupuesto asignada al servicio general, disminuyen las posibilidades de estipular estándares avanzados de material vegetal. Las variables de presupuesto total ($p = 0,5629$) y metros cuadrados de áreas verdes ($p = 0,1281$) no registraron incidencia estadística en este componente.

Finalmente, la dimensión de materiales, resumida en la tabla 5, es la única en la que el presupuesto total arroja un impacto estadísticamente significativo al 95% de confianza ($\beta = -0,0000$, $p = 0,0377$). El signo negativo de este coeficiente paramétrico establece que los municipios que operan con mayores ingresos brutos institucionales disminuyen la probabilidad de incorporar exigencias asociadas a materiales sustentables o insumos bajo criterios de economía circular, por lo que tienden a exigir el requisito básico y no un nivel técnico más avanzado. Esto se debe a la cultura organizacional que tienen los municipios,

esto causado por la administración pública chilena. En paralelo, la zona sur consolida su impacto negativo con un elevado nivel de significancia del 99% ($\beta = -3,9460$, $p = 0,00183$), lo que indica que las comunas que se encuentran en la zona sur del país no adoptan este estándar técnico. Las variables de porcentaje de inversión de mantención de áreas verdes ($p = 0,6205$) y metros cuadrados de áreas verdes por habitante ($p = 0,7974$) no aportaron significancia estadística al modelo de esta dimensión, esto se debe a que los municipios se les otorga un presupuesto y este no varía considerablemente por la cantidad de áreas verdes que tiene cada zona.

Al examinar la dimensión de sistemas de riego, detallada en la tabla 6, se constata que ninguna de las variables explicativas analizadas posee significancia estadística. El intercepto registra un coeficiente de 3,6060 ($p = 0,1570$), mientras que las variables de escala como el presupuesto total y el presupuesto destinado a mantención de áreas verdes, presentan coeficientes cercanos a cero o no significativos ($p = 0,8080$ y $p = 0,3180$, respectivamente). Asimismo, el indicador de áreas verdes por habitante ($p = 0,4790$) y las variables dummy territoriales de la zona norte ($p = 0,9970$) y zona sur ($p = 0,5430$) carecen de impacto estadístico sobre la variable dependiente. Este comportamiento indica que la probabilidad de adoptar tecnologías de control de agua (como automatización o telemetría) es independiente de la riqueza del municipio, la carga de superficie verde por ciudadano o el emplazamiento geográfico macro de la comuna, sugiriendo que la adopción de este tipo de infraestructura responde a factores internos discretos no parametrizados en el modelo, tales como normativas locales o características culturales.

Para la dimensión de maquinaria, cuyos resultados se presentan en la tabla 7, el modelo replica la ausencia de significancia de las variables financieras al nivel de confianza

estándar del 95%. No obstante, al aplicar un criterio de significancia marginal del 90% de confianza, el intercepto ($\beta = 19,5300$, $p = 0,0867$) y la zona sur ($\beta = -7,2260$, $p = 0,0998$) muestran valores limítrofes. El signo negativo del coeficiente de la zona sur describe una tendencia donde los municipios de la zona sur disminuyen su probabilidad relativa de exigir flotas mecánicas sustentables o electromovilidad en sus bases técnicas. Las variables de presupuesto total ($p = 0,9477$), porcentaje de inversión en mantención de áreas verdes ($p = 0,1076$) y metros cuadrados de áreas verdes por habitante ($p = 0,1374$) se mantienen como predictores no significativos para esta componente.

Variable: Vegetal					
Variable independiente	Coeficiente (β)	Error Estándar	Estadístico z	P-valor	Significancia
Intercepto	8,5050	3,5000	2,430	0,0151	0,05
Presupuesto Total	-0,0000	0,0000	-0,578	0,5629	No significativo
Porcentaje Inversión MAV	-18,7100	10,3200	-1,812	0,0700	0,1
Áreas verdes por habitante	-0,2411	0,1584	-1,522	0,1281	No significativo
Zona (Base: Centro)	-	-	-	-	-
Zona Norte	-22,6500	3956,0000	-0,006	0,9954	No significativo
Zona Sur	-3,4710	1,5150	-2,291	0,0219	0,05
Estadísticos de ajuste del modelo • Desviación Nula: 40,496 (sobre 49 grados de libertad) • Desviación Residual: 21,150 (sobre 44 grados de libertad) • AIC: 33,150					

Tabla 4: tabla resumen de resultados obtenidos con el modelo logit sobre la variable vegetal. Elaboración propia.

Variable: Materiales					
Variable independiente	Coefficiente (β)	Error Estándar	Estadístico z	P-valor	Significancia
Intercepto	2,3110	1,1540	2,003	0,0452	0,05
Presupuesto Total	-0,0000	0,0000	-2,078	0,0377	0,05
Porcentaje Inversión MAV	4,1620	8,4060	0,495	0,6205	No significativo
Áreas verdes por habitante	-0,0208	0,0809	-0,257	0,7974	No significativo
Zona (Base: Centro)	-	-	-	-	-
Zona Norte	-17,1200	2400,0000	-0,007	0,9943	No significativo
Zona Sur	-3,9460	1,2660	-3,116	0,0018	0,01
Estadísticos de ajuste del modelo - Desviación Nula: 68,994 (sobre 49 grados de libertad) - Desviación Residual: 42,684 (sobre 44 grados de libertad) - AIC: 54,684					

Tabla 5: tabla resumen de resultados obtenidos con el modelo logit sobre la variable materiales. Elaboración propia.

Variable: Riego					
Variable independiente	Coefficiente (β)	Error Estándar	Estadístico z	P-valor	Significancia
Intercepto	3,6060	2,5490	1,414	0,1570	No significativo
Presupuesto Total	-0,0000	0,0000	-0,243	0,8080	No significativo
Porcentaje Inversión MAV	-10,7200	10,7200	-0,999	0,3180	No significativo
Áreas verdes por habitante	0,2683	0,3787	0,708	0,4790	No significativo
Zona (Base: Centro)	-	-	-	-	-
Zona Norte	15,2300	3956,0000	0,004	0,9970	No significativo
Zona Sur	-1,0250	1,6860	-0,608	0,5430	No significativo
Estadísticos de ajuste del modelo - Desviación Nula: 16,794 (sobre 49 grados de libertad) - Desviación Residual: 14,082 (sobre 44 grados de libertad) - AIC: 26,082					

Tabla 6: tabla resumen de resultados obtenidos con el modelo logit sobre la variable riego. Elaboración propia.

Variables: Maquinaria					
Variable independiente	Coefficiente (β)	Error Estándar	Estadístico z	P-valor	Significancia
Intercepto	19,5300	11,4000	1,713	0,0867	0,1
Presupuesto Total	-0,0000	0,0000	-0,066	0,9477	No significativo
Porcentaje Inversión MAV	-58,2000	36,1700	-1,609	0,1076	No significativo
Áreas verdes por habitante	-0,6965	0,4688	-1,486	0,1374	No significativo
Zona (Base: Centro)	-	-	-	-	-
Zona Norte	5,4280	3956,0000	0,001	0,9989	No significativo
Zona Sur	-7,2260	4,3900	-1,646	0,0998	0,1
Estadísticos de ajuste del modelo • Desviación Nula: 36,692 (sobre 49 grados de libertad) • Desviación Residual: 13,038 (sobre 44 grados de libertad) • AIC: 25,038					

Tabla 7: tabla resumen de resultados obtenidos con el modelo logit sobre la variable maquinaria. Elaboración propia.

8.4 Evaluación de Beneficios y Valor Estratégico

8.4.1 Análisis cualitativo del impacto esperado de la reducción de brechas técnicas

Al converger progresivamente hacia los estándares internacionales estudiados se espera que se generen beneficios tanto a nivel municipal como hacia el medio ambiente. Considerando la especialización de los sistemas de riego, las nuevas tecnologías permiten la optimización del consumo de agua, reduciendo el volumen bruto utilizado. Para los municipios y las localidades, la tecnificación de los sistemas de riego se asocia a beneficios financieros y de procesos para la administración municipal, derivados de la reducción en el cobro por metros cúbicos consumidos y de la reconversión de la mano de obra, transitando desde tareas de regadío manual hacia funciones de mantenimiento técnico especializado de la infraestructura hidráulica.

Otro aspecto de inversión, que generaría un impacto en el consumo de agua para regadío es el tipo de vegetación que se encuentra en las áreas verdes, ya que el diseño del paisaje

urbano determina una reducción en los requerimientos de conservación a largo plazo. La estipulación de criterios basados en xeropaisajismo y en la introducción de especies nativas e introducidas adaptadas genera un menor requerimiento hídrico para el mantenimiento del follaje, promoviendo simultáneamente la tasa de supervivencia de la flora endémica ante escenarios climáticos variables. Asimismo, la transición del tipo de materiales tradicionales hacia el requerimiento obligatorio de productos biodegradables y sustratos orgánicos certificados actúa como un mecanismo de protección de los ecosistemas locales, minimizando la lixiviación de compuestos químicos hacia el subsuelo y mitigando el impacto adverso sobre la flora y fauna nativa presente en las áreas verdes urbanas, además, al conservar de mejor manera el ecosistema de la zona, se requiere una menor inversión en el recambio del material vegetal.

Finalmente, la incorporación de exigencias estandarizadas para flotas de vehículos eléctricos y herramientas de cero emisiones se vincula directamente con la disminución de la huella de carbono equivalente del servicio, la reducción de los niveles de contaminación acústica generados por motores de combustión interna tradicionales en zonas residenciales y el ahorro en el consumo de combustibles fósiles por parte de las empresas contratistas.

8.4.2 Identificación de barreras institucionales para la integración de estándares internacionales

La persistencia de las brechas técnicas analizadas en los modelos econométricos permite plantear, desde la perspectiva de la gestión pública, la existencia de restricciones institucionales que dificultan la adopción de los estándares internacionales de sostenibilidad. En primer lugar, al evaluar la estructura de la muestra, se observa un alto grado de similitud y homogeneidad en la redacción de las cláusulas técnicas, ya sea dentro de un mismo

municipio como de manera transversal entre distintas organizaciones. Este comportamiento permite suponer la existencia de una inercia burocrática en los equipos formuladores de las bases de licitación, quienes tienden a replicar estructuras contractuales previas. Asimismo, las licitaciones públicas de mantención de áreas verdes suelen comprometer periodos de operación de entre 4 y 6 años, esto genera una inflexibilidad contractual que impide la incorporación de mejoras tecnológicas o la renegociación de estándares de sostenibilidad a mitad del ciclo de vida del contrato, postergando la modernización del servicio hasta la apertura de un nuevo proceso licitatorio.

En segundo lugar, en la zona sur, los índices de pluviosidad históricamente elevados reducen la urgencia percibida respecto al estrés hídrico, lo que se traduce en una ausencia de incentivos institucionales por parte de los municipios para incorporar exigencias asociadas a la eficiencia hídrica o al xeropaisajismo en sus bases técnicas.

Por último, en municipios con presupuestos institucionales limitados, la escasez de recursos impide la inversión inicial requerida para adoptar nuevas tecnologías. Esta restricción financiera fuerza la adopción de esquemas de mitigación de emergencia, donde el uso de camiones aljibe y metodologías de riego manual tradicional se consolidan como las únicas soluciones operativamente viables para dar cobertura a extensiones de terreno donde la infraestructura automatizada no se encuentra disponible, absorbiendo el presupuesto e impidiendo el financiamiento de soluciones tecnológicas avanzadas.

8.5 Propuestas de mejoras estratégicas para el sistema de la administración municipal

Los hallazgos cualitativos y cuantitativos de esta investigación demuestran que la brecha técnica en la adopción de estándares internacionales de sostenibilidad no responde a restricciones de capital, sino a un desincentivo estructural y cultural arraigado en la gestión

presupuestaria pública. Bajo el modelo tradicional, si una unidad técnica, como la Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato (DIMA), optimiza sus procesos hídricos u operativos generando un ahorro, la Dirección de Finanzas central reduce proporcionalmente su asignación para el siguiente año fiscal, interpretando la eficiencia como una sobredotación de recursos.

Para romper esta inercia se vuelve indispensable implementar una reconfiguración presupuestaria profunda a través de modelos de presupuesto base cero y el blindaje de excedentes redistribuibles. Tradicionalmente, las finanzas locales operan por arrastre incremental replicando el gasto del año anterior, lo que incentiva el gasto completo de los fondos. Bajo la nueva modalidad propuesta, la unidad técnica formulará su presupuesto justificando cada requerimiento desde cero, se estipulará que los ahorros netos reales y auditados derivados de la tecnificación del servicio, tales como la reducción del volumen bruto de agua facturada mediante telemetría o el menor recambio de material vegetal gracias al xeropaisajismo, no serán devueltos al fondo común de forma impositiva ni significarán un castigo presupuestario para el año fiscal siguiente. Al finalizar cada ejercicio, una auditoría interna valorizará el superávit financiero generado por la optimización de procesos. La mayor parte de este ahorro neto se utilizará para otras áreas de alta urgencia social o comunal del mismo municipio, como salud primaria o seguridad ciudadana, visibilizando el impacto de la gestión ambiental. La otra parte de este ahorro se retendrá dentro del presupuesto de la misma unidad técnica para el siguiente periodo, etiquetado exclusivamente como un fondo de libre disponibilidad para proyectos de innovación local que financien la adquisición de tecnologías de vanguardia adicionales.

A la par de esta reingeniería financiera, es fundamental abordar las barreras culturales mediante un sistema de incentivos monetarios y bonos por desempeño fiscal eficiente destinado al personal municipal. Dado que la inercia burocrática y el hábito de replicación en las cláusulas técnicas constituyen impedimentos críticos para la modernización, los propios funcionarios encargados de redactar, evaluar y fiscalizar las bases de licitación deben percibir un beneficio directo al generar ahorros para la municipalidad. Se propone el diseño de un mecanismo de incentivo económico variable, asimilable a los Programas de Mejoramiento de la Gestión (PMG) sectoriales, indexado directamente a los costos corrientes evitados gracias a las mejoras de procesos de la licitación. Por ejemplo, si el equipo de la DIMAO, compuesto por formuladores de bases, analistas técnicos e Inspectores Técnicos de Servicio (ITS), logra estructurar pliegos de condiciones eficaces que reduzcan el gasto operativo real del contrato frente al presupuesto referencial estimado, una fracción regulada de este ahorro se destinará al financiamiento de un bono económico variable para dicho personal. Al ligar directamente una recompensa monetaria tangible a la optimización presupuestaria del municipio, se revierte el desincentivo tradicional, logrando que los trabajadores dejen de priorizar el gasto total por miedo a recortes y asuman la iniciativa de liderar la implementación de estándares internacionales hídricos y ambientales que impacten positivamente en sus propias asignaciones.

Finalmente, esta estrategia se complementa con la flexibilización contractual a través de modelos de licitación tipo de ahorro compartido, mitigando la rigidez que caracteriza a los contratos de Licitaciones de Relevancia (LR) pactados a suma alzada a horizontes de largo plazo. Para evitar que estos ciclos contractuales de cuatro a seis años congelen la adopción tecnológica frente a shocks económicos u oportunidades de mejora, se propone que

ChileCompra incorpore bases tipo con cláusulas de ganancia compartida. Mediante este diseño, se autorizará contractualmente a la empresa contratista privada a proponer e implementar mejoras de vanguardia internacional no contempladas en los pliegos iniciales a mitad del ciclo de vida del contrato. Si la inversión privada demuestra generar un ahorro real comprobable en los costos operativos corrientes que asume el municipio, como los derechos de agua o insumos botánicos, el beneficio económico derivado se distribuirá en un porcentaje pactado entre la empresa, aumentando su margen industrial de forma legítima, y el municipio, liberando flujo financiero para fines sociales. De este modo, la relación de agencia tradicional se transforma en una alianza estratégica de optimización continua donde los inspectores municipales, el personal de planta y las firmas privadas cooperan activamente para eficientar los procesos urbanos y la conservación del espacio público.

9 Conclusiones

La caracterización del mercado público asociado a la mantención y conservación de áreas verdes en Chile, analizado a través de una muestra consolidada de 50 comunas bajo la clasificación de Licitaciones de Relevancia (LR), revela una profunda heterogeneidad y asimetría en términos de asignación presupuestaria y distribución territorial. Los datos sociodemográficos evidencian una fuerte centralización operativa en la zona centro del país, la cual concentra el 74% de los casos estudiados, con un claro predominio de la Región Metropolitana de Santiago y participaciones estratégicas de Valparaíso y O'Higgins, frente a un 24% en la zona sur y una fracción menor en la zona norte.

Al evaluar cuantitativamente el nivel de integración de estándares globales mediante el Índice de Madurez de Sostenibilidad (IMS), se constata que ninguna de las 50 comunas analizadas alcanza el nivel máximo de sofisticación, ubicando al promedio general de la muestra en un rango de desempeño intermedio-bajo, con un rezago general del 40% respecto al estándar óptimo internacional. Las brechas más acotadas se concentran en comunas de la zona central con perfiles de altos ingresos, destacando Las Condes con una puntuación de 2,5 sobre un óptimo de 3 puntos. Por otro lado, se encuentra un rezago crítico en la comuna de Los Ángeles con apenas 0,4 puntos en el IMS.

La aplicación del modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) demuestra que el presupuesto municipal total carece de significancia estadística para explicar las variaciones del índice global de sostenibilidad ($p=0.7855$), indicando que la disponibilidad de un mayor flujo de ingresos brutos no actúa como un condicionante directo para la sofisticación técnica de las bases de licitación. Por el contrario, la prioridad presupuestaria interna (porcentaje de inversión MAV) y la localización geográfica en la zona sur resultaron ser determinantes

estadísticamente significativos con coeficientes de signo negativo. Este impacto negativo expone una inercia contractual donde el gasto reduce el espacio disponible para el diseño de cláusulas de innovación o exigencias de infraestructura avanzada.

Por su parte, el análisis desagregado mediante el Modelo Logit revela cómo los determinantes geográficos y financieros alteran de forma aislada la probabilidad de incorporar innovaciones en cada una de las cuatro dimensiones operativas. En la dimensión de material vegetal, la zona sur registra un impacto negativo y estadísticamente significativo ($\beta=-3,4710$, $p=0,0219$), explicado por la ausencia de incentivos institucionales ante la abundancia pluvial histórica que reduce la urgencia percibida respecto al estrés hídrico, postergando la adopción de criterios de xeropaisajismo o introducción de especies nativas eficientes. En la dimensión de materiales sustentables, el presupuesto total arroja un impacto significativo, pero con signo negativo ($\beta=-0,0000$, $p=0,0377$), estableciendo que los municipios que operan con mayores ingresos brutos institucionales disminuyen la probabilidad de incorporar exigencias asociadas a materiales sustentables o insumos bajo criterios de economía circular debido a la cultura organizacional propia de la administración pública chilena. Finalmente, en las dimensiones de sistemas de riego y maquinaria, se constata una ausencia generalizada de significancia en las variables financieras y territoriales estándar, sugiriendo que la adopción de tecnologías críticas de control de agua (automatización y telemetría) o flotas de cero emisiones responde enteramente a factores internos discretos, tales como la falta de actualización técnica de los equipos formuladores y un hábito burocrático de replicación de bases previas que elude la complejidad administrativa de fiscalizar mejores niveles de servicio basados en resultados.

Para mitigar esta brecha y promover que la convergencia progresiva hacia estándares internacionales genere beneficios financieros y ambientales se requiere una reconfiguración estructural de las restricciones político-administrativas del sistema municipal. Como respuesta estratégica, se propone en primer lugar la implementación de modelos de presupuesto base cero y el redistribución interna de excedentes. En segundo lugar, se plantea la creación de un sistema de incentivos monetarios y bonos por desempeño fiscal eficiente para el personal municipal, vinculando directamente una recompensa económica variable , esto revierte el desincentivo tradicional de "gastar todo el presupuesto" y moviliza activamente al capital humano a liderar e implementar mejoras de vanguardia internacional. Finalmente, se propone la flexibilización contractual mediante la adopción de modelos de licitación tipo de ahorro compartido validados por *ChileCompra*, autorizando contractualmente a las empresas privadas a proponer e implementar mejoras tecnológicas a mitad del ciclo de vida del contrato, si dichas inversiones demuestran generar ahorros reales en los costos corrientes municipales, el beneficio económico se distribuirá en un porcentaje pactado entre el municipio y la firma contratista, transformando la relación de agencia tradicional en una alianza estratégica de optimización continua del espacio público urbano.

10. Discusión

Al contrastar el marco conceptual clásico de la administración pública y la teoría de modernización del Estado con los hallazgos empíricos obtenidos en los modelos de regresión lineal (MCO) y logística (Logit), el verdadero aporte de esta investigación radica en demostrar que la adopción de innovaciones tecnológicas y criterios avanzados de sostenibilidad no constituye un problema estrictamente financiero o de envergadura comunal, sino que responde a un arraigado factor cultural de gestión interna y rigidez burocrática subyacente en el ecosistema municipal chileno.

Mientras que la literatura teórica tradicional sobre compras públicas sustentables sugiere que los municipios con mayores ingresos brutos institucionales actúan como catalizadores de la modernización debido a sus holguras financieras, los resultados probabilísticos de este estudio contradicen dicha premisa. La persistencia de coeficientes paramétricos no significativos para la variable de presupuesto total en las dimensiones de sistemas de riego, material vegetal y maquinaria evidencia que la disponibilidad de capital es una condición necesaria, pero no suficiente para gatillar la sofisticación de los servicios.

Asimismo, el impacto negativo y estadísticamente significativo del presupuesto bruto sobre la probabilidad de exigir insumos biodegradables o criterios de economía circular, revela que las municipalidades de mayor escala financiera tienden a exigir sistemas tradicionales. Este fenómeno valida el diagnóstico desarrollado en el capítulo de administración municipal respecto a la trampa del presupuesto incremental y la inercia del diseño presupuestario público chileno. En la práctica, las unidades formuladoras operan bajo la lógica de arrastre y el desincentivo estructural, es decir, la optimización de procesos o la generación de ahorros mediante la tecnificación no reporta un beneficio redistributivo interno

para el departamento técnico, sino que produce una reducción proporcional de sus fondos para el siguiente año fiscal, congelando la evolución hacia estándares óptimos de eficiencia.

Esta limitación de carácter cultural y de gestión se acentúa al examinar el comportamiento de la dimensión de sistemas de riego, donde ninguna variable territorial o financiera tradicional logró explicar la adopción de tecnologías críticas de control hídrico como la automatización o la telemetría. Esto sugiere que la incorporación de infraestructura de vanguardia no depende de la riqueza de la comuna ni de su carga de superficie verde por habitante, sino que se debe a factores discretos e internos de los equipos redactores de los pliegos de condiciones. La alta homogeneidad detectada en la redacción de las cláusulas técnicas entre distintos procesos licitatorios denota una falta de actualización técnica y un hábito de replicación entre comunas. No existe una verdadera motivación para modificar la "ley del contrato" representada en las bases administrativas, esto genera que los equipos municipales prefieran eludir la complejidad de fiscalizar e implementar mejores niveles de servicio basados en resultados tecnológicos complejos, optando por mantener metodologías convencionales de bajo riesgo administrativo.

Finalmente, la asimetría territorial identificada en la zona sur, donde se constata un rezago estadísticamente significativo en las dimensiones de material vegetal, muestra cómo la cultura operativa municipal reacciona únicamente ante urgencias ambientales inmediatas y no bajo una planificación estratégica de largo plazo. El hecho de que la abundancia pluvial histórica en el sur del país haya postergado el interés institucional por estipular restricciones técnicas eficientes refleja que los pliegos de condiciones se diseñan de manera reactiva ante crisis de contorno locales (como el estrés hídrico de la zona centro) y no bajo un estándar alineado con directrices globales de sostenibilidad. Al no existir incentivos sistémicos para

la eficiencia, el modelo de contratos transfiere todo el riesgo operacional al contratista privado, quien ante shocks inflacionarios se ve forzado a deprimir la calidad del servicio en zonas periféricas para sobrevivir comercialmente.

Este estudio demuestra que para mitigar la brecha de sostenibilidad y optimizar el uso del presupuesto, el enfoque de intervención no debe centrarse de forma exclusiva en inyectar mayores flujos financieros a las comunas, sino en reconfigurar las restricciones político-administrativas del sistema, promoviendo el rediseño de procesos, la estandarización de bases y la transformación de la cultura burocrática que actualmente limita la integración de tecnologías de vanguardia.

11. Referencias

Brito Hasbún, J. E. (2022). *Indicador de desigualdad multidimensional en la asignación de recursos a las municipalidades para la provisión de servicios sociales en el período 2015-2020* [Tesis de magíster, Universidad de Chile]

Dazarola Leichtle, G. (2020, abril). *Fondo Común Municipal (FCM): Composición y criterios de distribución*. Asesoría Técnica Parlamentaria, Biblioteca del Congreso

Nacional de Chile

https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/28638/1/BCN_FCM_ingresos_y_distribucion_GD_def.pdf

Decreto 661 de 2024 [Ministerio de Hacienda]. Aprueba nuevo Reglamento de la Ley N° 19.886 de Bases sobre Contratos Administrativos de Suministro y Prestación de Servicios y deja sin efecto el Decreto N° 250 de 2004. 23 de mayo de 2024.

Dirección de Presupuestos [DIPRES] - Gobierno de Chile. (2025). *Presupuesto Abierto: Evolución de la inversión pública en el sector de Actividades de paisajismo y servicios de mantenimiento conexos (2020-2025)*. Ministerio de Hacienda. <https://www.presupuestoabierto.cl>

Dirección ChileCompra. (2026, 29 de enero). *Directivas de compras públicas*

Instituto Nacional de Estadísticas [INE]. (2024). *Censo de Población y Vivienda 2024: Resultados preliminares de población y viviendas por comuna — Reporte H4*. Gobierno de Chile.

Ley N° 18.695. Orgánica Constitucional de Municipalidades. Texto refundido, coordinado y sistematizado por el Decreto con Fuerza de Ley N° 1, de 2006, del Ministerio del Interior. Diario Oficial de la República de Chile.

Ley N° 19.886. de Bases sobre Contratos Administrativos de Suministro y Prestación de Servicios. Diario Oficial de la República de Chile, 30 de julio de 2003.

Ley N° 21.634. Moderniza la Ley N° 19.886 y otros cuerpos legales, para mejorar la calidad del gasto público, aumentar los estándares de probidad y transparencia e introducir principios de economía circular en las compras públicas. Diario Oficial de la República de Chile, 11 de diciembre de 2023.

Ministerio de Hacienda. (2003, 30 de julio). *Ley 19.886: Ley de bases sobre contratos administrativos de suministro y prestación de servicios*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile - Ley Chile.

Ministerio de Hacienda. (2024, 12 de diciembre). *Decreto 661: Aprueba reglamento de la Ley N° 19.886, de bases sobre contratos administrativos de suministro y prestación de servicios, y deja sin efecto el decreto supremo N° 250, de 2004, del Ministerio de Hacienda*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile - Ley Chile. https://www.chilecompra.cl/wp-content/uploads/2025/02/Decreto-661_12-DIC-2024.pdf

Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2021). *Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN 2021): Segregación de la pobreza rural y urbana por macrozonas y comunas*. Subsecretaría de Evaluación Social, Gobierno de Chile.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2024). *Panorama de las Regiones y Ciudades de la OCDE 2024* (Puntos fundamentales). OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/f42db3bf-en>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (s.f.). Chile: *Panorama de Regiones y Ciudades*. (Nota: El documento no especifica el año exacto de publicación en el texto provisto, pero utiliza datos que abarcan hasta el año 2022.

12. Anexo

Anexo 1: Distribución Geográfica de las Licitaciones de Relevancia (LR) analizadas en la zona centro.
Elaboración propia.

Comuna	Región	Zona	Habitantes
Cerrillos	Metropolitana	Centro	86.328
Cerro Navia	Metropolitana	Centro	127.25
Colina	Metropolitana	Centro	173.293
Conchalí	Metropolitana	Centro	121.587
El Bosque	Metropolitana	Centro	155.257
Huechuraba	Metropolitana	Centro	110.536
Independencia	Metropolitana	Centro	131.214
La Florida	Metropolitana	Centro	374.836
La Granja	Metropolitana	Centro	114.361
La Pintana	Metropolitana	Centro	175.421
La Reina	Metropolitana	Centro	89.87
Lampa	Metropolitana	Centro	145.16
Las Condes	Metropolitana	Centro	296.134
Lo Barnechea	Metropolitana	Centro	112.62
Lo Espejo	Metropolitana	Centro	87.295
Lo Prado	Metropolitana	Centro	91.29
Macul	Metropolitana	Centro	123.8
Maipú	Metropolitana	Centro	503.635
Ñuñoa	Metropolitana	Centro	241.467
Peñalolén	Metropolitana	Centro	236.478
Providencia	Metropolitana	Centro	143.974
Pudahuel	Metropolitana	Centro	227.82
Puente Alto	Metropolitana	Centro	568.086
Quilicura	Metropolitana	Centro	205.624
Quilpué	Valparaíso	Centro	162.559
Quinta Normal	Metropolitana	Centro	129.351
Recoleta	Metropolitana	Centro	154.615
Renca	Metropolitana	Centro	143.622
San Bernardo	Metropolitana	Centro	306.371
San Joaquín	Metropolitana	Centro	95.504
San Miguel	Metropolitana	Centro	150.829
San Ramón	Metropolitana	Centro	81.142
Santiago	Metropolitana	Centro	438.856
Villa Alemana	Valparaíso	Centro	139.571
Viña del Mar	Valparaíso	Centro	334.871
Vitacura	Metropolitana	Centro	88.261

Anexo 2: Distribución Geográfica de las Licitaciones de Relevancia (LR) analizadas en la zona norte y sur.
Elaboración propia.

Comuna	Región	Zona	Habitantes
Antofagasta	Antofagasta	Norte	401.096
Chillán	Ñuble	Sur	190.382
Concepción	Biobío	Sur	230.375
Coronel	Biobío	Sur	123.648
Curicó	Maule	Sur	159.968
Los Ángeles	Biobío	Sur	219.441
Osorno	Los Lagos	Sur	166.455
Punta Arenas	Magallanes	Sur	132.363
Rancagua	O'Higgins	Sur	257.744
San Pedro de la Paz	Biobío	Sur	150.992
Talca	Maule	Sur	232.131
Talcahuano	Biobío	Sur	147.322
Temuco	La Araucanía	Sur	292.518
Valdivia	Los Ríos	Sur	170.043

Anexo 3: Matriz descriptiva de la muestra en la zona centro. Elaboración propia.

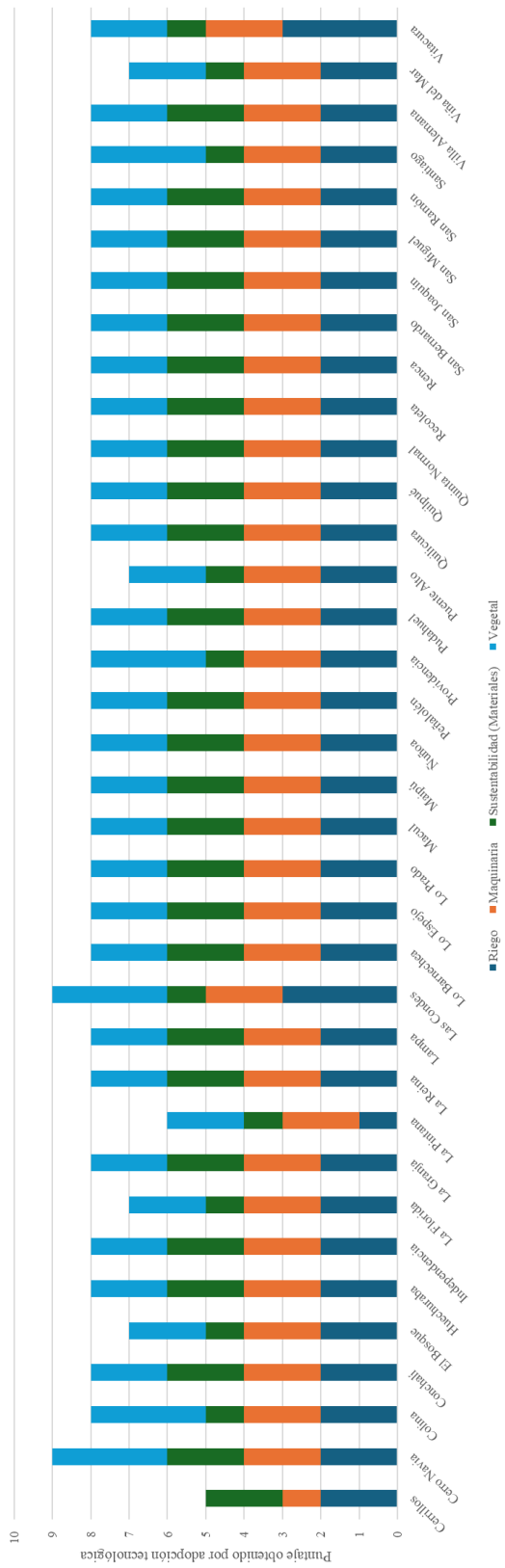
Comuna	Zona	m2 áreas verdes 2018	Presupuesto total (2025)	Monto MAV (anual)	% del total
Cerrillos	Centro	14.58	\$11,127,730,206	\$ 1,421,848,739	13%
Cerro Navia	Centro	5.94	\$ 19,156,304,565	\$1,323,689,964	7%
Colina	Centro	9.46	\$29,375,815,612	\$822,151,824	3%
Conchalí	Centro	3.3	\$14,433,734,172	\$3,877,250,196	27%
El Bosque	Centro	2.03	\$29,497,389,301	\$899,880,000	3%
Huechuraba	Centro	10.78	\$28,311,132,276	\$1,115,414,880	4%
Independencia	Centro	1.55	\$ 17,083,578,495	\$655,462,176	4%
La Florida	Centro	3.76	\$44,649,182,799	\$2,266,541,829	5%
La Granja	Centro	7.29	\$19,374,122,755	\$1,374,701,724	7%
La Pintana	Centro	3.47	\$23,445,988,267	\$1,934,556,168	8%
La Reina	Centro	13.99	\$ 12,436,251,004	\$1,438,560,000	12%
Lampa	Centro	6.88	\$13,705,351,419	\$907,563,024	7%
Las Condes	Centro	4.87	\$ 65,777,411,952	\$6,441,013,824	10%
Lo Barnechea	Centro	15.21	\$ 58,740,926,385	\$ 5,015,784,480	9%
Lo Espejo	Centro	4.43	\$14,425,669,875	\$725,851,632	5%
Lo Prado	Centro	3.2	\$ 11,764,015,725	\$ 869,397,012	7%
Macul	Centro	4.14	\$ 14,278,775,404	\$703,296,000	5%
Maipú	Centro	5.5	\$107,433,462,761	\$7,136,268,120	7%
Ñuñoa	Centro	2.44	\$24,584,339,858	\$4,016,729,100	16%
Peñalolén	Centro	5.66	\$ 33,324,159,417	\$4,961,935	0%
Providencia	Centro	14.94	\$41,677,650,544	\$2,723,354,278	7%

Pudahuel	Centro	4.71	\$45,343,761,881	\$2,922,304,896	6%
Puente Alto	Centro	4.41	\$ 57,120,481,357	\$378,819,900	1%
Quilicura	Centro	4.03	\$34,931,316,724	\$3,816,698,688	11%
Quilpué	Centro	1.9	\$21,128,212,536	\$2,072,268,912	10%
Quinta Normal	Centro	3.63	\$16,008,759,725	\$334,941,168	2%
Recoleta	Centro	18.58	\$25,392,269,342	\$2,312,024,434	9%
Renca	Centro	4.58	\$19,288,246,026	\$1,414,725,864	7%
San Bernardo	Centro	4.07	\$37,232,423,147	\$4,027,818,873	11%
San Joaquín	Centro	4.9	\$12,605,392,556	\$907,563,024	7%
San Miguel	Centro	1.97	\$8,136,521,980	\$645,848,280	8%
San Ramón	Centro	4.63	\$10,286,087,058	\$1,206,720,252	12%
Santiago	Centro	4.64	\$63,604,667,942	\$706,459,322	1%
Villa Alemana	Centro	1.97	\$17,020,395,695	\$693,741,168	4%
Viña del Mar	Centro	4.01	\$56,846,404,558	\$3,234,071,558	6%
Vitacura	Centro	18.67	\$49,393,489,708	\$5,043,565,541	10%

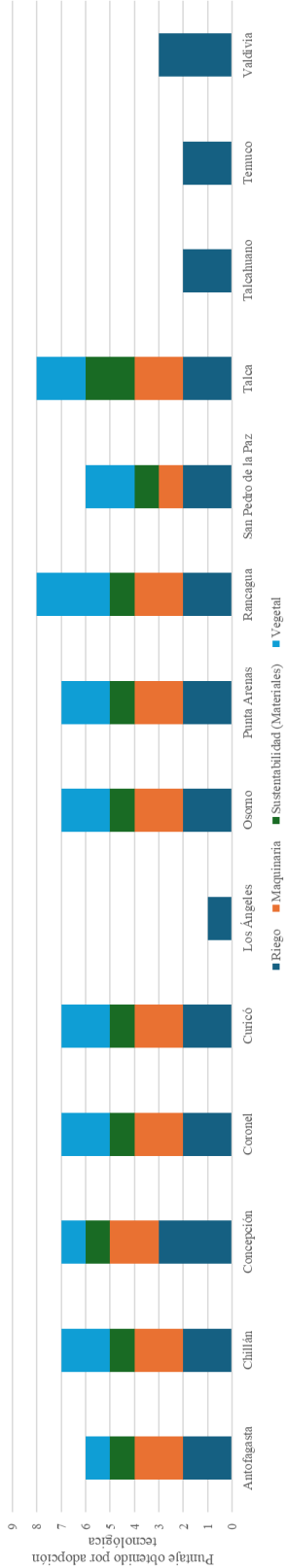
Anexo 4: Matriz descriptiva de la muestra en la zona norte y sur. Elaboración propia.

Comuna	Zona	m2 áreas verdes 2018	Presupuesto total (2025)	Monto MAV (anual)	% del total
Antofagasta	Norte	1.55	\$48,114,271,837	\$5,097,393,780	11%
Chillán	Sur	5.04	\$21,233,174,060	\$1,648,392,000	8%
Concepción	Sur	8.74	\$33,072,193,056	\$2,107,563,024	6%
Coronel	Sur	4.23	\$20,243,179,397	\$3,025,149,660	15%
Curicó	Sur	1.55	\$26,108,327,317	\$2,017,162,248	8%
Los Ángeles	Sur	5.34	\$31,221,645,282	\$6,216,005,580	20%
Osorno	Sur	15.37	\$38,402,500,357	\$367,058,824	1%
Punta Arenas	Sur	11.12	\$13,858,911,279	\$1,020,000,000	7%
Rancagua	Sur	8.49	\$36,546,668,473	\$2,207,122,740	6%
San Pedro de la Paz	Sur	7.5	\$16,299,927,073	\$3,607,363,212	22%
Talca	Sur	7.15	\$33,181,485,803	\$907,439,976	3%
Talcahuano	Sur	4.26	\$ 22,367,376,356	\$5,141,848,740	23%
Temuco	Sur	9.36	\$59,453,156,845	\$5,844,000,000	10%
Valdivia	Sur	11.18	\$28,257,198,339	\$1,725,192,868	6%

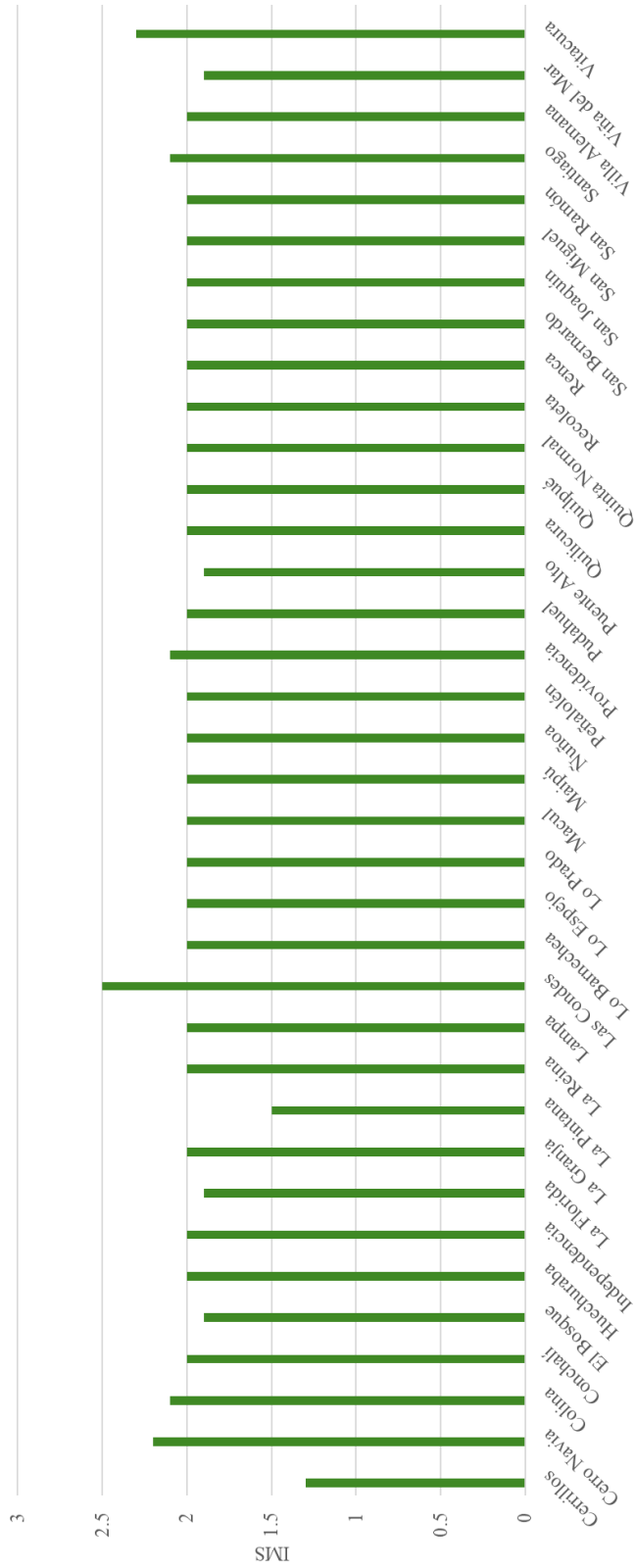
Anexo 5: puntaje otorgado por la adopción tecnológica por dimensión en comunas de la zona centro.



Anexo 6: puntaje otorgado por la adopción tecnológica por dimensión en comunas de la zona norte y sur.



Anexo 7: tabla correspondiente a los resultados obtenidos del índice IMS ponderado (riego 40%, Maquinaria 30%, materiales 10% y vegetal 20%) por comuna de la zona centro. Elaboración propia.



Anexo 8: tabla correspondiente a los resultados obtenidos del índice IMS ponderado (riego 40%, Maquinaria 30%, materiales 10% y vegetal 20%) por comuna de la zona norte y sur. Elaboración propia.

