

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
Departamento de Ingeniería Comercial
Departamento de Obras Civiles

EVALUACIÓN DE UN ESQUEMA TARIFARIO MIXTO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE RIEGO: ASOCIACIÓN DE CANALISTAS DEL CANAL DE PIRQUE

Eugenio Aarón Tobar Espinoza
MAGÍSTER EN GESTIÓN DEL AGUA
SEPTIEMBRE 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: Evaluación de un esquema tarifario mixto para el abastecimiento de agua de riego: Asociación de Canalistas del Canal de Pirque.

Nombre del candidato(a): Eugenio Aarón Tobar Espinoza

Carrera / Grado: Magíster en Gestión del Agua – Master of Water Management

Campus: Vitacura **Departamento:** Ingeniería Comercial /Obras Civiles

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, **Vivian Aranda Núñez**, 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: 19-10-2026 Firma:

Estudiante o Candidato(a)

Fecha: 19-10-2026 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.

UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

MAGÍSTER EN GESTIÓN DEL AGUA
MWM MASTER OF WATER MANAGEMENT

Departamento de Ingeniería Comercial
Departamento de Obras Civiles

EVALUACIÓN DE UN ESQUEMA TARIFARIO MIXTO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE RIEGO: ASOCIACIÓN DE CANALISTAS DEL CANAL DE PIRQUE

Tesis de magister presentada por
Eugenio Aarón Tobar Espinoza
Como requisito para optar al Grado de
MAGÍSTER EN GESTIÓN DEL AGUA

Director de Tesis:
Dra. Vivian Aranda Núñez
Septiembre 2026

TITULO DE TESIS:

EVALUACIÓN DE UN ESQUEMA TARIFARIO MIXTO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE RIEGO: ASOCIACIÓN DE CANALISTAS DEL CANAL DE PIRQUE

AUTOR:

EUGENIO AARÓN TOBAR ESPINOZA

TRABAJO DE TESIS, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de MAGÍSTER EN GESTIÓN DEL AGUA – MASTER OF WATER MANAGEMENT de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Observaciones:

_____

_____

Dra. Vivian Aranda Núñez.
Director de Tesis

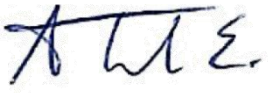
Dr. Roberto Muñoz Lagos.
Correferente Interno

Mg. Gonzalo Murillo Vargas.
Correferente Externo

Santiago, Septiembre 2026

Todo el contenido, análisis, conclusiones y opiniones vertidas en este estudio son de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: Eugenio Aarón Tobar Espinoza

Firma: 

Fecha: Santiago, septiembre de 2026

AGRADECIMIENTOS

A mi familia.

RESUMEN EJECUTIVO

En el contexto de una crisis de escasez hídrica nacional, agravada por el cambio climático, se identifica que el sector agrícola representa cerca del 80% del consumo consuntivo de agua a nivel nacional, por lo que resulta interesante generar mejoras en los modelos de gestión utilizados en dicho sector.

Las organizaciones de usuarios de agua de riego operan con esquemas de cobro plano, basada en el porcentaje de participación de los usuarios, es decir, por acción, modelo que no genera incentivos para el uso eficiente del recurso y muchas veces no permite recuperar adecuadamente los costos de operación y mantención de la infraestructura, llegando a presentarse situaciones en que existen pérdidas cercanas al 35% en las redes de canales.

Esta investigación evalúa la aplicación de un esquema tarifario mixto para la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque (ACCP), una organización de usuarios de con alto nivel técnico en la cuenca del río Maipo. El estudio recoge la experiencia del Embalse Convento Viejo, principal caso nacional de cobro volumétrico regulado, donde el principal problema identificado es una morosidad permanente de casi un cuarto de los usuarios.

Se desarrolló un modelo de optimización mediante Programación Lineal que mantiene la componente fija existente y agrega una componente volumétrica progresiva en tres bandas de consumo, sujeto a restricciones de un aumento máximo en el gasto anual incurrido por los agricultores y a una meta mínima de recaudación adicional. El esquema tarifario propuesto sigue los lineamientos internacionales de recuperación de costos recomendados por la Unión Europea en su Directiva Marco del Agua.

Como resultado del modelo se obtiene un esquema tarifario progresivo: 0,95 $/m³ en la banda básica, 1,41 $/m³ en la banda normal y 2,79 $/m³ en la banda de sobreconsumo, y que genera incrementos moderados y diferenciados según perfil de agricultor: 3% para el agricultor pequeño, 9% para el mediano y 14% para el grande.

Se concluye que la incorporación de una señal de precio progresiva por volumen puede contribuir a mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico y generar recursos para la modernización de la infraestructura, siempre que se implemente de forma gradual y se vinculen los recursos adicionales a inversiones visibles para los regantes. Adicionalmente, se recomienda estudiar la creación de una Agencia Nacional de Eficiencia Hídrica, focalizada en coordinar los esfuerzos públicos y privados de fortalecimiento de la infraestructura hídrica del país.

ABSTRACT

In the context of a national water scarcity crisis, aggravated by climate change, it is identified that the agricultural sector accounts for nearly 80% of the country's consumptive water use. Therefore, generating improvements in the management models used in this sector is of particular interest.

Water user organizations for irrigation operate under flat-rate charging schemes based on users' share of participation, that is, per water right (acción). This model does not generate incentives for the efficient use of the resource and often fails to adequately recover the costs of operation and maintenance of infrastructure, leading to situations where losses in canal networks reach close to 35%.

This research evaluates the application of a hybrid tariff scheme for the Asociación de Canalistas del Canal de Pirque (ACCP), a water user organization with a high technical level in the Maipo River basin. The study draws on the experience of Embalse Convento Viejo, the main national case of regulated volumetric charging, where the main problem identified is a permanent delinquency rate affecting almost a quarter of users.

A Linear Programming optimization model was developed that maintains the existing fixed component and adds a progressive volumetric component structured in three consumption bands, subject to constraints regarding the maximum increase in annual expenditure incurred by farmers and a minimum target for additional revenue collection. The proposed tariff scheme follows the international cost recovery guidelines recommended by the European Union in its Water Framework Directive.

As a result of the model, a progressive tariff scheme is obtained: 0.95 $/m³ in the basic band, 1.41 $/m³ in the normal band, and 2.79 $/m³ in the overconsumption band. This scheme generates moderate and differentiated increases according to farmer profile: 3% for small farmers, 9% for medium farmers, and 14% for large farmers.

It is concluded that the incorporation of a progressive price signal based on volume can contribute to improving the efficiency of water resource use and generate resources for infrastructure modernization, provided it is implemented gradually and additional revenues are linked to visible investments for irrigators. Additionally, it is recommended to study the creation of a National Water Efficiency Agency, focused on coordinating public and private efforts to strengthen the country's water infrastructure.

INDICE

Páginas

1. INTRODUCCIÓN 11
2. ORIGEN, PROPÓSITO Y ALCANCES DEL ESTUDIO 15
3. OBJETIVOS 19
3.1 Objetivo General 19
3.2 Objetivos Específicos 19
3.2.1 Revisión Bibliográfica y Construcción del Marco Teórico 19
3.2.2 Propuesta y Aplicación Metodológica 19
3.2.3 Resultados, Conclusiones y Recomendaciones 20
4. ESTADO DEL ARTE 21
4.1 Antecedentes del Estado del Arte 21
4.1.1 Aportes de la literatura de investigación nacional e internacional 22
4.1.2 Aportes de la literatura revisada en el Magíster en Gestión del Agua . 23
4.1.3 Aportes de las asignaturas del Magíster en Gestión del Agua 24
4.2 Sujeto de Estudio 25
4.3 Conclusiones del Estado del Arte 30
4.4 Modelo Teórico 31
5. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO 33
5.1 Fase 1: Estado del Arte 33
5.2 Fase 2: Sujeto de Estudio y Marco Teórico 34
5.3 Fase 3: Propuesta Metodológica Específica 34
5.4 Fase 4: Aplicación Metodológica 35
5.5 Fase 5: Resultados 35
5.6 Fase 6: Conclusiones y Recomendaciones 36
6. APLICACIÓN METODOLÓGICA 38
6.1 Información Recopilada 38
6.1.1 Información de la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque 38
6.1.2 Información del embalse Convento Viejo 40
6.2 Encuesta del Contexto General de la Tarificación de Agua de Riego . 43
6.3 Definición de un Esquema Tarifario Mixto para la ACCP 46

7. RESULTADOS 48
7.1 Aplicación de Programación Lineal y Escenarios Modelados 48
7.2 Ampliación de los Perfiles de Agricultores Modelados 50
7.3 Comparación de Resultados y Propuesta de Esquema Tarifario 51
8. CONCLUSIONES 54
9. RECOMENDACIONES 56
9.1 Recomendaciones Profesionales 56
9.2 Recomendaciones de Aplicación del Esquema Tarifario 56
9.3 Recomendaciones de Escenarios Modelados 57
9.4 Recomendaciones Personales 58
10. BIBLIOGRAFÍA 59
11. WEBGRAFÍA 61
12. GLOSARIO Y ACRÓNIMOS 62
13. ANEXOS 63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1: Cuadro de Ideas Claves 21
Tabla 4-2: Ideas Claves de Literatura Compilada 22
Tabla 4-3: Ideas Claves de Literatura del Magíster 23
Tabla 4-4: Canales de la ACCP 28
Tabla 6-1: Costos Anuales de la ACCP 39
Tabla 6-2: Matriz Productiva Estimada para la ACCP 40
Tabla 6-3: Clasificación de Usuarios Según Comportamiento de Pago 41
Tabla 6-4: Síntesis de Respuestas de Encuesta a Expertos 44
Tabla 7-1: Datos de Entrada a Modelo de Programación Lineal 48
Tabla 7-2: Datos de Entrada de Escenarios Modelados 49
Tabla 7-3: Resultado de Modelación de Esquema Tarifario 49
Tabla 7-4: Datos de Entrada a Modelo: Perfil Agricultor Pequeño 50
Tabla 7-5: Resultado de Modelación: Perfil Agricultor Pequeño 50
Tabla 7-6: Datos de Entrada a Modelo: Perfil Agricultor Grande 51
Tabla 7-7: Resultado de Modelación: Perfil Agricultor Grande 51
Tabla 7-8: Resumen de Modelación para Escennarios y Perfiles 52
Tabla 7-9: Resultado de Validación de Esquema Tarifario 53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 6-1: UF Facturadas v/s UF Pagadas por Temporada 41
Gráfico 6-2: Evolución Segmento C 42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Riesgo Climático en Oferta y Demanda Hídrica de la Zona Centro 11
Figura 1-2: Índice de Riesgo Climático en Riego de la Zona Centro 12
Figura 4-1: Bocatomas de la Primera Sección del Río Maipo 25
Figura 4-2: Red de Canales de Riego en la Región Metropolitana 26
Figura 4-3: Red de Canales Matrices ACCP 27
Figura 4-4: Característica Proyecto Sifón Santa Rita 29
Figura 4-5: Modelo Teórico 32
Figura 5-1: Planificación de la Investigación 37

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

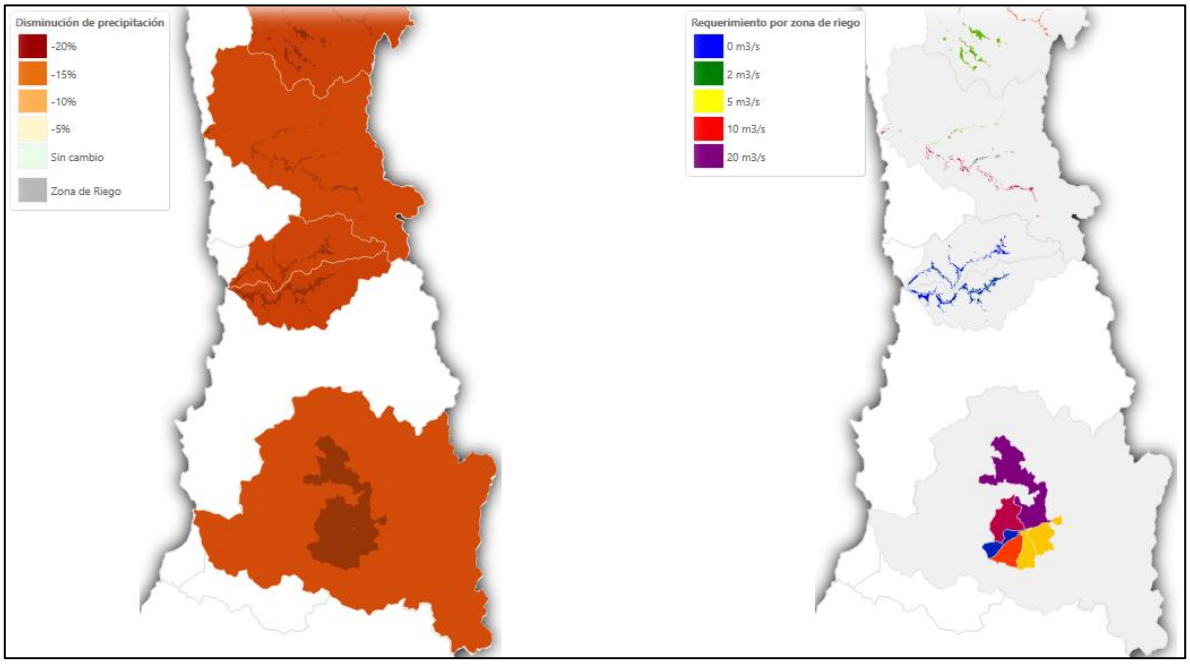
Fotografía 2-1: Mar de Aral, estado en 1973 (izq.) y estado en 2009 (der.) 15
Fotografía 4-1: Bocatoma Canal La Sirena 27
Fotografía 4-2: Sifón La Isla en crecidas invernales del año 2023 28

1. INTRODUCCIÓN

Con respecto a la disponibilidad de recursos hídricos superficiales, la situación actual de Chile es la más críticas de su historia reciente. Los tienen los efectos del cambio climático: la reducción significativa de precipitaciones y acumulación de nieve en la cordillera en la zona centro sur del país; junto con un modelo de asignación de derechos que durante décadas ha priorizado la certeza jurídica por sobre la eficiencia en el uso, han propiciado las condiciones para la existencia de un estrés hídrico estructural que se ha ido sintiendo cada vez más fuerte, tanto en los usos agrícolas, como para los usos de abastecimiento de agua potable y la subsistencia de los ecosistemas.

En este contexto de escasez, el sector agrícola representa aproximadamente el 80% del consumo consuntivo de agua a nivel nacional, por lo que se convierte en una prioridad estudiar posibles mejoras a la gestión del recurso hídrico en los sistemas de riego del país. En la plataforma ARClim (Análisis de Riesgos Climáticos), el Ministerio del Medio Ambiente pone a disposición el mapa denominado “Riesgo en el Aprovechamiento de Agua Superficial en Riego”, donde se observa una estimación del impacto del cambio climático sobre la oferta hídrica en la zona centro, observándose un 15% de disminución en la precipitación media anual (Figura 1-1). El mismo mapa identifica las principales zonas de riego asociadas a la Primera Sección del Río Maipo y sus demandas en términos de caudal promedio en temporada de riego.

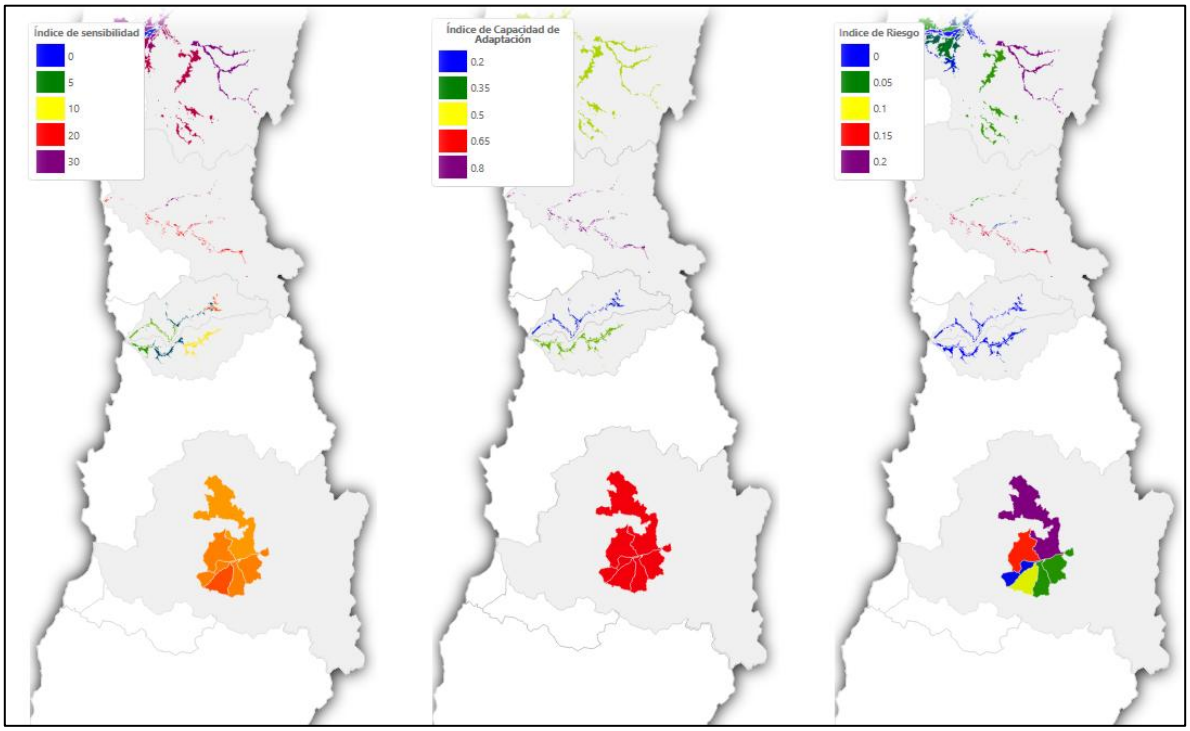
Figura 1-1: Riesgo Climático en Oferta y Demanda Hídrica de la Zona Centro



Fuente: Riesgo en el Aprovechamiento de Agua Superficial en Riego, ARClim (MMA).

En el mapa indicado, además, se calculan los índices de riesgo para el abastecimiento de agua de riego, observándose que sólo la parte alta de la cuenca del río Maipo tiene un riesgo reducido, mientras que la zonas norte y poniente muestran altos niveles de sensibilidad y riesgo, junto con una capacidad de adaptación moderada a baja, lo que eventualmente pueden traducirse en crisis de abastecimiento alimentario (Figura 1-2).

Figura 1-2: Índice de Riesgo Climático en Riego de la Zona Centro



Fuente: Riesgo en el Aprovechamiento de Agua Superficial en Riego, ARClim (MMA).

Esta combinación de factores evidencia la urgencia de avanzar hacia modelos de gestión más eficientes, que permitan optimizar el uso del recurso hídrico disponible y reducir la vulnerabilidad del sector agrícola frente a escenarios de menor disponibilidad de agua.

El marco normativo que ha regido la asignación del agua en Chile desde 1981 es el Código de Aguas, el cual estableció un sistema de derechos de aprovechamiento de aguas de carácter perpetuo y transferibles. Este modelo, siguiendo una lógica de mercado, permitió la reasignación relativamente ágil de los recursos hídricos hacia usos de mayor valor económico, pero sin incorporar de manera explícita mecanismos de recuperación de costos ni señales de escasez en la mayoría de los usos, ha contribuido a que persistan altos niveles de ineficiencia en la distribución y el consumo del agua, especialmente en el riego.

En respuesta a la crisis hídrica, el año 2019 se conformó la Mesa Nacional del Agua, un espacio de diálogo amplio que reunió a representantes del sector público, privado, académico y de la sociedad civil. Sus conclusiones, publicadas en 2020, fueron que Chile requiere avanzar decididamente hacia un uso más eficiente y sustentable del recurso hídrico, fortalecer la gestión a nivel de cuenca, mejorar la institucionalidad tanto pública como privada —incluyendo a las organizaciones de usuarios de agua— y superar la debilidad estructural de información disponible para la toma de decisiones.

En el caso específico del riego agrícola, la gran mayoría de las Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas continúan operando bajo esquemas de cobro plano, generalmente basados en el número de acciones. Este tipo de tarifa, aunque de fácil administración, no envía señales económicas que incentiven la reducción del consumo ni la tecnificación del riego en el predio. Además, genera recursos limitados para la mantención y modernización de la infraestructura, lo que perpetúa un círculo vicioso de deterioro y altas pérdidas.

Con el desarrollo de la investigación se busca contribuir a cerrar la brecha existente entre las recomendaciones de política pública —como las emanadas de la Mesa Nacional del Agua— y las herramientas concretas disponibles para las organizaciones de usuarios de agua de riego. En particular, se ha considerado estudiar el caso de la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque (ACCP), que emerge como un caso de estudio particularmente pertinente.

Ubicada en la primera sección del río Maipo, la ACCP se caracteriza por poseer un nivel de organización, gobernanza y capacidad técnica superior al promedio de las organizaciones de usuarios de agua del país. Cuenta con infraestructura de medición, memorias anuales sistematizadas y una directiva profesionalizada. Estas condiciones la convierten en un sujeto adecuado para evaluar la aplicación de un esquema tarifario mixto, que mantenga la componente fija actual e incorpore una señal de precio progresiva por volumen consumido.

En particular, se propone evaluar la viabilidad técnica, económica y social de implementar un modelo tarifario mixto en la ACCP, tomando como referencia la experiencia nacional (Embalse Convento Viejo) e internacional y los lineamientos internacionales en materia de recuperación de costos y eficiencia hídrica. El propósito final es generar conocimiento aplicable que permita mejorar la asignación del recurso hídrico en contextos de escasez, fortaleciendo al mismo tiempo la sostenibilidad financiera de las organizaciones de usuarios y la seguridad de riego para los agricultores.

Para cumplir el objetivo general y los objetivos específicos definidos, el presente estudio se desarrolla siguiendo la secuencia metodológica propuesta por

el Magíster en Gestión del Agua, estructurada en fases sucesivas que van desde la construcción del marco de referencia hasta la formulación de recomendaciones aplicables. Dicha secuencia se refleja en la organización de los capítulos que componen este documento, de modo que cada etapa del trabajo aporta un resultado intermedio necesario para la siguiente.

En primer lugar, luego de esta introducción, el capítulo de origen, propósito y alcances del estudio contextualiza la problemática de la asignación del agua de riego, contrastando experiencias internacionales de gestión y tarificación con el marco institucional chileno y justifica la selección del tema de investigación. Luego, el capítulo de objetivos formaliza el objetivo general y los objetivos específicos, cuya secuenciación anticipa el orden lógico de la investigación.

Seguidamente, se realiza la revisión bibliográfica y normativa nacional e internacional sobre esquemas tarifarios de riego, se asocian los contenidos del Magíster relevantes a la tarificación y valorización del agua, se caracterizan el sujeto de estudio (ACCP) y se sintetizan las conclusiones que permiten construir el marco teórico y el modelo conceptual de la investigación.

Sobre esa base, el capítulo de propuesta de la metodología de trabajo presenta de manera explícita las seis fases del diseño profesional aplicado: estado del arte; sujeto de estudio y marco teórico; propuesta metodológica específica (sistematización de datos ACCP/ECV y costos); aplicación metodológica (encuesta a expertos y modelo de programación lineal); resultados; y conclusiones y recomendaciones. En este apartado se explicitan criterios, herramientas, supuestos y la planificación general del trabajo.

La aplicación metodológica desarrolla la propuesta previa, y se formula el modelo de optimización que combina una componente fija con una componente volumétrica progresiva en tres bandas de consumo (básico, normal y sobreconsumo), sujeta a metas de recaudación y a topes de incremento del gasto según perfiles de agricultor.

Posteriormente, en el capítulo de resultados se presenta la estructura tarifaria mixta obtenida, su contraste con el esquema vigente y el análisis de escenarios hidrológicos y productivos, evaluando el impacto estimado sobre agricultores de distinto tamaño. Finalmente, las conclusiones discuten la factibilidad técnica, económica y social de la propuesta, así como las fortalezas y limitaciones del estudio; las recomendaciones orientan su eventual implementación gradual y posibles líneas de trabajo futuras.

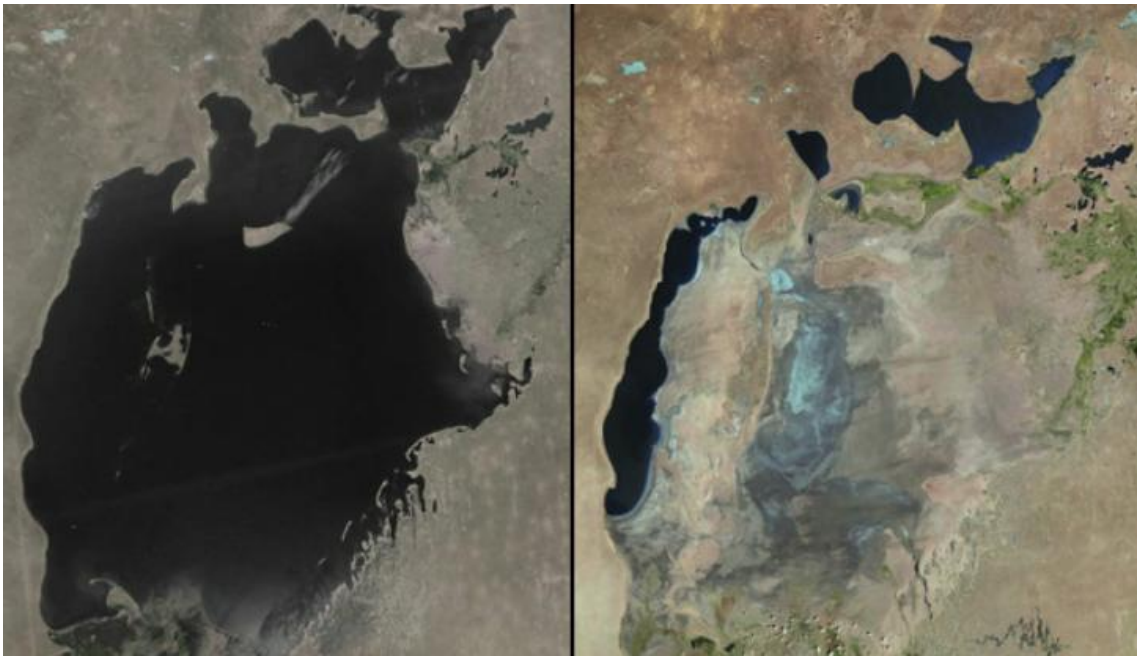
2. ORIGEN, PROPÓSITO Y ALCANCES DEL ESTUDIO

Esta investigación se origina ante la problemática de la asignación de los recursos hídricos, la que se ha intentado solucionar de variadas formas tanto en Chile como en el resto del mundo, existiendo ejemplos en todo un espectro que va desde el control absoluto de una autoridad central, principalmente estatal, hasta ejemplos de gestión totalmente privada sin injerencia de entes planificadores.

En el caso de Israel, Singapur y algunos países europeos, predomina la gestión estatal estrictamente basada en la propiedad del estado sobre el recurso hídrico y su control sobre cada etapa del proceso, desde captación o desalinización hasta su reciclaje y reutilización. Estos ejemplos se dan en un contexto evidente de escasez extrema, al disponer de fuentes limitadas para su abastecimiento. Sin embargo, reconociendo estos casos de éxito, también se debe considerar que la experiencia histórica incluye casos de gestión centralizada que ha generado escasez, ya sea por una subestimación de impactos, ineficiencias en gestión, corrupción o sencillamente decisiones tomadas sin apreciar el contexto general.

El ejemplo histórico más citado para una mala gestión centralizada es el del Mar de Aral, Fotografía 2-1, el cual recibía agua de ríos que fueron desviados para perseguir una agresiva política de producción agrícola. Con el tiempo el Mar de Aral ha perdido el 80% de su volumen histórico, afectando a millones de personas que desarrollaban sus actividades en torno a dicho cuerpo de agua.

Fotografía 2-1: Mar de Aral, estado en 1973 (izq.) y estado en 2009 (der.)



Fuente: Archivo web BBC.

En el contexto de una creciente presión por una mejor eficiencia en el consumo hídrico, esta investigación propone poner el foco sobre la asignación del recurso hídrico para el caso específico de su uso en riego, actividad que, en Chile, representa cerca del 80% del consumo consuntivo a nivel país y que lamentablemente presenta ineficiencias relevantes en su gestión.

Se ha detectado que los procesos de captación, distribución y almacenamiento del agua de riego presentan niveles de pérdidas importantes, cercanos al 35%, según estudios realizados por la Dirección General de Aguas (en adelante, DGA) y la Comisión Nacional de Riego (en adelante, CNR), en diversas cuencas a lo largo de Chile. Las causas de estas pérdidas son variadas pero las principales son: pérdidas en la conducción por filtraciones, robos, evaporación y filtraciones desde tranques de almacenamiento. Estas pérdidas agravan la brecha hídrica estructural que enfrenta el país y representan un costo económico y ambiental que se debe buscar disminuir.

Para la gestión del recurso hídrico en el territorio, el marco legal vigente establece la existencia de las Juntas de Vigilancia (en adelante, JV) en cada río, las que en paralelo a las Asociaciones de Canalistas (en adelante, AC) tienen la responsabilidad de velar por la distribución de los derechos de cada socio, y la correcta mantención de la infraestructura asociada (canales, tranques y bocatomas).

Las juntas de vigilancia se constituyen como organizaciones de derecho privado sin fines de lucro, que tienen la capacidad de cobrar una cuota monetaria a los canales, los que a su vez se organizan en una Asociación de Canalistas o una Comunidad de Aguas (en adelante, CA), que cobran una cuota análoga a sus miembros, es decir, a los agricultores. Estas cuotas son proporcionales a los derechos de agua o hectáreas regadas y tienen por destino cubrir los gastos de administración y mantención asociados a la infraestructura bajo la jurisdicción de cada estamento.

El tipo de cobro mencionado corresponde a un esquema en el cual no se generan incentivos para el uso eficiente del recurso hídrico, dado que no se incorpora la dimensión volumétrica del consumo. Esta tarifa “plana” ha existido por décadas, genera recursos económicos limitados para las organizaciones y se ha relacionado con la tendencia de deterioro en la infraestructura y sus consiguientes consecuencias en los altos niveles de pérdida observados en la actualidad.

Ahora bien, se debe mencionar que existe un problema de legitimidad, especialmente para las JV, porque, al seguir un modelo de administración basado en acciones, se produce una concentración de las decisiones en los agricultores más grandes de la cuenca, lo que genera una percepción de que las juntas son

manejadas por un pequeño grupo que son de facto “dueños” del río. Dicha percepción favorece la aparición de conflictos entre usuarios e incluso entre tipos de uso, ya sea agrícola, uso humano o uso en energía.

La propuesta de esta investigación plantea que la organización de usuarios de agua debe ser empoderada y profesionalizada, de forma de que sean organismos intrínsicamente relacionados con el territorio y por lo tanto tengan una visión que les permita invertir correctamente recursos nuevos recaudados por una tarifa volumétrica o mixta cobrada sobre el agua de riego gestionada.

En efecto, si se buscan ejemplos en otros países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), como Francia y España, se observa que en ambos países existen organismos similares a las Juntas de Vigilancia y que efectivamente realizan cobros en base a tarifas volumétricas o mixtas.

En Francia existe una tarifa con un concepto más complejo, en que la llamada “Asociación Sindical Autorizada” (Association Syndicale Autorisée – ASA), cobra una tarifa proporcional a la superficie regada, similar a las AC en Chile, y es la encargada del mantenimiento, construcción y operación de la infraestructura. Pero junto a esa tarifa, se paga una cuota por m^3 utilizado a la “Agencia del Agua”, organismo público administrativo organizado por cuenca, recursos que son administrados por dicha agencia y son reinvertidos en obras de almacenamiento, modernización de redes y mejoras generales en gestión.

En otro ejemplo, en España las “Comunidades de Regantes” gestionan la distribución del agua y tienen la posibilidad de definir su propia estructura de cobro, y en los últimos años varias han adoptado tarifas volumétricas: Santo Domingo en Murcia, Abarán en Segura, Palos en Huelva, y además en algunos casos tarifas mixtas como en Alto Aragón (Huesca), una zona con más de 100.000 ha. de riego.

Otros ejemplos incluyen a Australia, Italia y México, donde se manteniene como factor común un enfoque para fomentar el consumo responsable del agua, a la vez que se generar recursos económicos para inversión en las obras civiles que mantienen funcionando la red de riego.

En Chile, existe una experiencia real respecto a cobro por tarifa volumétrica, la cual corresponde al Embalse Convento Viejo, obra única hasta ahora, por ser un embalse concesionado con el expreso propósito de abastecer a una zona que anteriormente no disponía de una fuente confiable de agua de riego (cuenca del estero Nilahue). Esta obra cuenta con una red de distribución actualmente en expansión y abastece a cientos de agricultores con una tarifa regulada según el contrato de concesión firmado con el Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Cabe mencionar que dicho embalse se pudo construir sólo después de décadas de atrasos, reveses ambientales y conflictos sociales, estigma que aún lo sigue en algunos círculos de la sociedad chilena, ya que al ser una obra concesionada, despierta un nivel importante de desconfianza, dado que se percibe como una forma en que el mundo privado asume funciones que en general se asocian al sector público, en este caso, una obra de regulación multianual de agua de riego, que conlleva una inversión de gran magnitud.

Parte de esta investigación se orienta a desafiar la visión que tiene la sociedad sobre las concesiones de obras públicas, desde una simple transferencia de recursos entre sectores público y privado, hacia el concepto de que una concesión es una forma de aprovechar las capacidades del sector privado, junto con la generación de incentivos adecuada, para que los recursos, tanto monetarios, como en este caso, hídrico, sean usados en forma eficiente y de manera de generar el mayor beneficio social posible.

Ahora bien, según lo expuesto, existe experiencia tanto nacional como internacional para dar sustento a la idea que existe una necesidad sin atender, de mejorar el marco normativo y técnico, de forma de posibilitar la instauración de un modelo parcial o completamente basado en el consumo volumétrico del agua de riego, para mejorar la gestión y optimizar la asignación del recurso hídrico.

En atención a dicha necesidad, en la presente investigación se buscará responder la interrogante de cuál sería una estructura tarifaria adecuada para una de las organizaciones de usuarios de agua del río Maipo, uno de los principales valles productivos del país, en base a la experiencia comparada con el embalse Convento Viejo, como también alimentada por experiencia y criterios internacionales.

En particular, se ha seleccionado la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque, una de las asociaciones con mejor nivel organizacional de la cuenca, ubicada dentro de la primera sección del Río Maipo. Cabe mencionar que la segunda sección tiene canales funcionando, con organizaciones de usuarios más pequeñas y sin Junta de Vigilancia legalmente constituida; mientras que, la 3ra sección del río tiene varios canales de gran caudal, pero con menor robustez organizacional.

Se espera que del análisis de la asignación del recurso hídrico desarrollado en esta investigación resulte una propuesta de estructura tarifaria que permita una mejora en la gestión hídrica; con el objetivo de tener una mayor seguridad de riego en los sectores productivos del valle del río Maipo.

3. OBJETIVOS

Para guiar un esarrollo estructurado del presente estudio, luego de haber recopilado y analizado la problemática de la tarificación de aguas de riego, se ha definido el objetivo general, el cual se complementa con una serie de objetivos específicos, que se presentan en el siguiente acápite.

Dichos objetivos específicos, mediante su secuenciación reflejan la propuesta metodológica, con la cual se desarrolla este trabajo de investigación.

3.1 Objetivo General

Evaluar la aplicación de un modelo tarificado de distribución de agua de riego, en la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque; analizando la aplicabilidad de esta solución en base a la experiencia de los regantes del Embalse Convento Viejo. Con el propósito de contar con herramientas adicionales para la asignación del recurso hídrico ante la escasez hídrica.

3.2 Objetivos Específicos

3.2.1 Revisión Bibliográfica y Construcción del Marco Teórico

1) Conocer los documentos escritos de los diferentes sistemas que implementan los esquemas tarifarios para agua de riego.

2) Asociar contenidos del Magíster en Gestión del Agua, relacionados con la tarificación y valorización del agua.

3) Revisar la experiencia nacional e internacional de los cálculos tarifarios para agua de riego, especialmente aplicada mediante modelos.

4) Presentar las características principales del sistema de riego de la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque.

5) Plantear el marco teórico de los sistemas tarifarios de agua de riego, fundamentándose en los antecedentes recopilados.

3.2.2 Propuesta y Aplicación Metodológica

6) Sistematizar la información estadística e histórica sobre la operación de las redes de canales de riego investigados.

7) Analizar el funcionamiento de la operación del embalse concesionado de Convento Viejo.

8) Levantar la estructura de costos usada por la organización de usuarios en estudio.

9) Generar un modelo matemático que entregue las componentes tarifarias adecuadas para la zona de estudio.

10) Modelar los datos históricos de uso de agua de riego en la zona de estudio.

3.2.3 Resultados, Conclusiones y Recomendaciones

11) Presentar la estructura tarifaria mixta que se propone para la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque.

12) Analizar distintos escenarios de aplicación para la estructura tarifaria mixta propuesta.

13) Concluir sobre la aplicabilidad de la estructura tarifaria mixta identificada para la zona.

14) Realizar recomendaciones para distintos escenarios, como establecer estructuras tarifarias aplicables a sistemas de riego en Chile.

4. ESTADO DEL ARTE

En esta sección se desarrolla el estado del arte nacional e internacional referente al tema de investigación, pasando por literatura revisada durante el magíster (10 documentos), junto con indicar los aportes que cada asignatura de este hace al tema de investigación. Además, se compila una batería adicional (30 documentos) de publicaciones académicas y libros nacionales e internacionales, cuyo análisis va en este capítulo. La revisión bibliográfica en detalle se ha organizado en 40 fichas de revisión que se incluyen en el Anexo Nº1.

4.1 Antecedentes del Estado del Arte

Entre las 40 publicaciones analizadas se han considerado de especial interés algunas ideas claves, que se repiten en varios de los documentos, pero son más claramente tratadas por los autores citados en la siguiente tabla:

Tabla 4-1: Cuadro de Ideas Claves

Palabra clave	Autor	Ideas sobre eficiencia	Ideas sobre tarifas	Otras ideas
Eficiencia, pérdidas	Donoso, G. (2021)	Eficiencia es 57% en sistemas gravitacionales		Patente por no uso, ayuda poco contra acaparamiento
Mercado de agua	Vicuña, S. et al. (2018)		Estructura de costos volumétricos podría servir para mejorar la resiliencia en la cuenca del río Maipo	Contratos de opciones (leasing)
Derechos de agua	Brown, E. et al. (2003)		Los derechos perpetuos y gratuitos generan altos costos de transacción	Se perpetúa la rigidez institucional en sistemas de riego
Medición volumétrica	Buzolic, B. et al. (2021)		Pérdidas económicas estimadas en 25%, por no falta de medición volumétrica en las redes de distribución	Se debe combatir la inercia operativa y burocrática en las organizaciones de usuarios
Tarifa al riego	Becker, N. (2015)		Tarifas progresivas por bloques, incluyendo consumo básico y tramo de sobreconsumo	
Tarifa con estructura mixta	Tsur, Y. et al. (1997)	Tarifa marginal incentiva eficiencia en el uso del agua	Se debe diseñar con la base de recuperación de los costos	

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1 Aportes de la literatura de investigación nacional e internacional

En la Tabla 4-2 se resumen las ideas claves recopiladas a partir de la revisión bibliográfica de publicaciones nacionales e internacionales, las que fueron recopiladas en base a búsqueda de palabras claves en diversas plataformas de compilación de literatura especializada.

Tabla 4-2: Ideas Claves de Literatura Compilada

Nº	Cita	Descriptor
Lecturas fundamentales		
8	Donoso, G. (2003)	Harris demuestra que el modelo de derechos perpetuos y gratuitos genera altos costos de transacción (hasta 10 % del valor del derecho) debido a la rigidez de la infraestructura de canales gravitacionales.
10	Tsur, Y. et al. (2004)	El estudio enfatiza que sin tarifas que reflejen el costo de oportunidad, persisten pérdidas elevadas y falta de fondos para mantenimiento; en cambio, el volumétrico mixto permite recuperar costos, reducir desperdicio y financiar modernización de infraestructura.
Lecturas específicas		
14	Nikouei, A. et al. (2013)	Este artículo analiza alternativas de tarificación del agua de riego en la cuenca Zayandeh-Rud (Irán central), una zona árida con sequías recurrentes y sobreexplotación de recursos. El modelo evita que los agricultores en la cola del sistema queden sin agua.
17	Baeza, K. (2008)	El trabajo muestra que la concesión generó ingresos directos para operación y mantenimiento (O&M), mejoró la eficiencia en la distribución y redujo pérdidas en canales.
23	Donoso, G. et al. (2010)	Los precios de transacción muestran una dispersión extrema (entre 19 y 192 UF por litro/segundo), mientras que las pérdidas por filtración y evaporación alcanzan el 40 %. La patente de no uso (introducida en 2005) resulta poco efectiva para desincentivar el acaparamiento.
Lecturas complementarias		
18	Molle, F. (2009)	El estudio destaca que las cuotas suelen generar ineficiencias, acaparamiento y falta de financiamiento para mantenimiento
24	Méndez, J. (2008)	El autor evalúa su eficiencia económica en la asignación del recurso hídrico y concluye que el modelo chileno es altamente eficiente en reasignación a través de mercados, pero presenta problemas de concentración
25	Correa, C. et al. (2021)	Contrasta a Chile con los modelos de Bolivia y Ecuador (agua como derecho humano), Brasil (enfoque participativo y cuencas) y Perú (gestión estatal). Los autores destacan que el modelo chileno genera concentración de derechos, agravando pérdidas y acaparamiento.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Aportes de la literatura revisada en el Magíster en Gestión del Agua

La Tabla 4-3 resume las ideas claves recopiladas a partir de la revisión bibliográfica de publicaciones puestas a disposición a lo largo del Magíster en Gestión del Agua, y que se han identificado como relevantes al tema en investigación.

Tabla 4-3: Ideas Claves de Literatura del Magíster

Nº	Cita	Descriptor
Lecturas fundamentales		
31	Mesa Nacional del Agua. 2020	Publicación institucional sobre la necesidad de hacer un uso eficiente y/o sustentable de los recursos hídricos, la gestión integrada o a nivel de cuenca, el fortalecimiento de la institucionalidad tanto pública como privada (organizaciones de usuarios), y la debilidad de la información disponible para la toma de decisiones.
37	Bosch, H. et al. (2023)	Los derechos cuasi-propiedad (permisos, concesiones, mercados) requieren mecanismos claros de reasignación, compensación y participación indígena/usuarios para evitar litigios y garantizar gobernanza adaptativa.
Lecturas específicas		
33	Amblard, L. (2019)	La autonomía local en la definición de medidas y el monitoreo compartido reducen costos de transacción y permiten financiar mejoras en canales para evitar pérdidas y mejorar el servicio.
36	Müller, A. et al. (2020)	Construcción del marco que une evaluación de riesgo (RA) y evaluación de sostenibilidad (SA) en una sola herramienta de apoyo a la decisión: RSA framework.
Lecturas complementarias		
34	Gunnarsdottir, M. et al. (2015)	Se desarrolla un marco de seguridad del agua, que incluye legislación sobre calidad del agua, protección de fuentes, vigilancia por autoridades locales y centrales, y responsabilidad de los proveedores.
35	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (2023)	Publicación institucional sobre la Estrategia Nacional del Agua de Alemania. Incluye principios (precaución, quien contamina paga, responsabilidad compartida, integración). Enfatiza un régimen hídrico semi-natural, uso del suelo sustentable, construcción infraestructura resiliente y generación de una estructura de gobernanza eficiente.
40	Comisari, P. et al. (2011)	Los resultados muestran rentas mayoritariamente cero o negativas (excepto hidroeléctricas), debido a la estricta regulación de precios que mantiene tarifas bajas.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Aportes de las asignaturas del Magíster en Gestión del Agua

Algunos conceptos claves y conocimientos relevantes aportados por las asignaturas del Magíster en Gestión del Agua, y que han contribuido al desarrollo de la investigación se resumen en la Tabla 4-5.

Tabla 4-4: Ideas Claves de Literatura Compilada

Código	Nombre Asignatura	Descripción del Aporte
MWM 410	Gestión de la Depuración y Reutilización	Se recogen criterios flexibles de diseño de infraestructura que permiten aportar soluciones a sistemas de diferentes tamaños y con variados grados de adopción tecnológica.
MWM 110	Evaluación de los Recursos	Indica la importancia del monitoreo continuo de la condición general de los ecosistemas, ya sea por medios remotos o de terreno.
MWM 100	Gestión y Planificación de los Recursos Hídricos	Se presentan alternativas actuales de gobernanza que han sido propuestos en el país.
MWM 120	Gestión de la Captación y Tratamientos del agua	Aporta una visión general de la industria sanitaria y de obras hidráulicas, aspectos que en parte también aplican a sistemas de riego.
MWM 510	Planificación y Dirección Estratégica	Se recogen aspectos referentes a directivas y estrategias públicas para la gestión del recurso hídrico, junto con sus posibilidades de aplicación real en el país.
MWM 520	Finanzas y Desarrollo de Negocios	Aporta conceptos relevantes de la administración de una entidad técnica - operativa, ya sea una empresa o una organización de usuarios de agua.
MWM 500	Gobernanza y Economía del Agua	Se revisan temas macroeconómicos que influyen en el mercado del agua y el funcionamiento de las instituciones que lo supervisan.
MWM 400	Gestión de Redes	Aporta una descripción detallada de la institucionalidad existente en Chile para la gestión de redes hídricas, entre ellas cauces naturales redes fluviales en general, incluidos canales de riego.
MWM 420	Gestión del sistema pluvial	Se revisa el caso de redes colectoras de aguas lluvias, disciplina que muchas veces interactúa con las redes de riego, apoyándose en canales para el drenaje en general.
MWM 530	Sistemas de Gestión	Se recogen las metodologías de modelación para gestión eficiente, utilizando optimización por medio de programación lineal.
MWM 130	Eficiencia Hídrica	Aporta una visión general para la optimización de procesos que eventualmente puede servir en el diseño de la administración y operación de las redes de riego.
MWM 140	Riesgos y Conflictos en la Gestión de los Recursos	Se presentan los riesgos que pueden afectar a cualquier organización, de varios tipos (naturales, recursos y antrópicos).
MWM 540	Gestión de Clientes	Aporta conocimientos relevantes que pueden aplicar en la relación entre la directiva de una organización de usuarios y sus miembros.
MWM 550	Innovación y Gestión de Proyectos.	Entrega una visión realista de la gestión de obras críticas en que atrasos afectan a usuarios, relevante para canales de riego, en los que también se puede aplicar innovaciones para mejorar procesos.

Fuente: Elaboración propia.

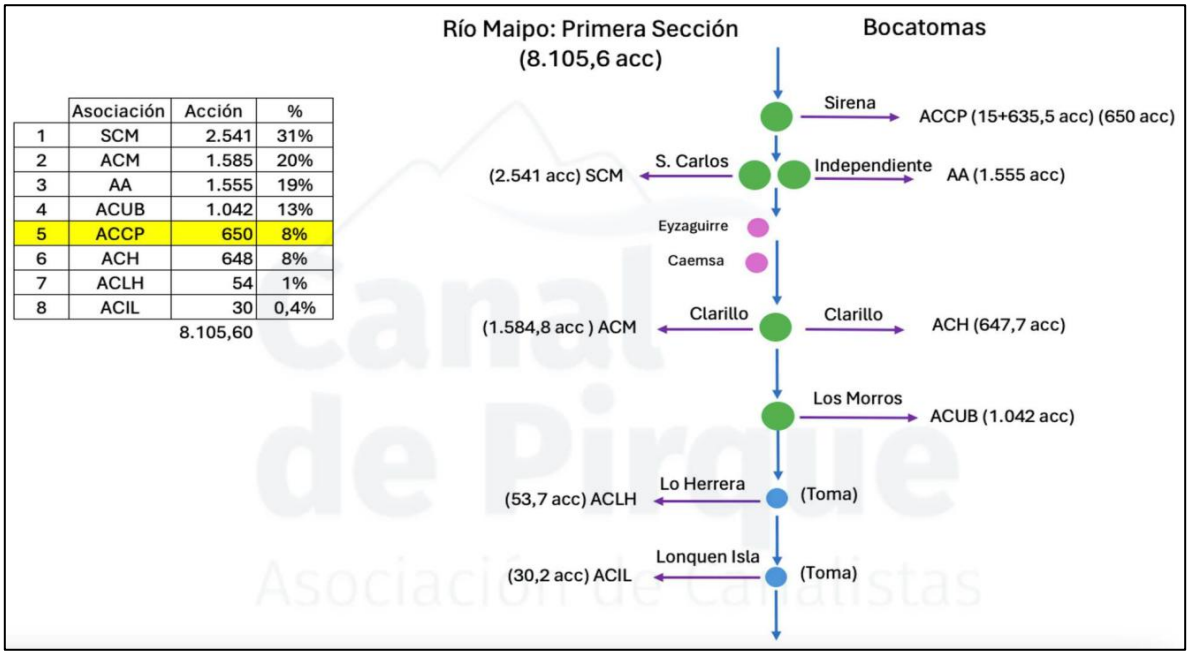
4.2 Sujeto de Estudio

La investigación se desarrolla enfocada en la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque (en adelante, ACCP), que corresponde a una organización de usuarios de agua que administra derechos de agua superficiales del río Maipo, los que son captados por la bocatoma del canal La Sirena, ubicada cerca de 12 km aguas arriba del límite urbano de la ciudad de Santiago, en la primera sección del río Maipo.

La primera sección del río Maipo es administrada por la respectiva Junta de Vigilancia, la que vela por la adecuada distribución de los recursos del río para sus accionistas, entre los que destacan el canal San Carlos y la Bocatoma Independiente de Aguas Andinas (que provee de agua potable a la ciudad de Santiago). Los derechos captados por los usuarios de la primera sección se dividen en 8.105,6 acciones de río.

A continuación, en la Figura 4-1 se presenta el diagrama unifilar de esta sección del río Maipo, donde además se muestra la distribución accionaria inscrita:

Figura 4-1: Bocatomas de la Primera Sección del Río Maipo

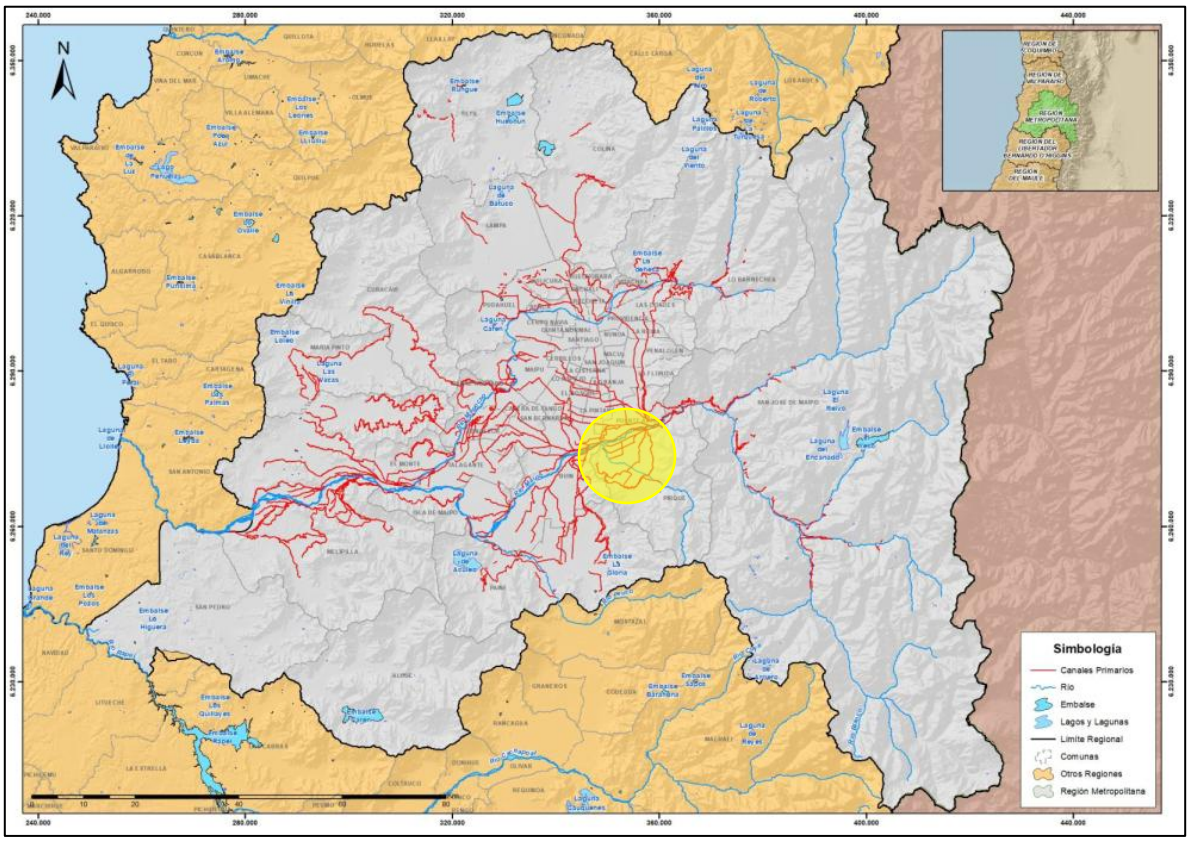


	Asociación	Acción	%
1	SCM	2.541	31%
2	ACM	1.585	20%
3	AA	1.555	19%
4	ACUB	1.042	13%
5	ACCP	650	8%
6	ACH	648	8%
7	ACLH	54	1%
8	ACIL	30	0,4%
		8.105,60	

Fuente: Asociación de Canalistas del Canal de Pirque.

En la Figura 4-2 se muestran la localización de los canales que conforman la ACCP, dentro del contexto general de la red de canales de riego existentes en la región Metropolitana:

Figura 4-2: Red de Canales de Riego en la Región Metropolitana



Fuente: Comisión Nacional de Riego.

La ACCP es una entidad de derecho privado sin fines de lucro, regulada por las disposiciones contenidas en el Código de Aguas de 1981, y tiene por misión "captar y conducir de manera responsable y segura el agua desde el río Maipo, y distribuirla de forma eficiente entre sus asociados a través de una matriz de acueductos y obras de distribución, manteniendo altos estándares de seguridad y sostenibilidad, contribuyendo al desarrollo sostenible de Pirque", según lo indicado en su página web. La asociación se constituyó como tal con fecha 8 de enero de 1912 y se encuentra inscrita en el Conservador de Bienes Raíces de Puente Alto, con sus estatutos reformados el año 2001.

El principal canal del sistema de riego de la ACCP es el canal La Sirena, construido en el siglo XIX, y como fue mencionado, posee una bocatoma ubicada en el río Maipo, captando hacia la ribera izquierda (ribera sur) y se encuentra actualmente en un proceso de estudios de reforzamiento, dada su antigüedad existen riesgos de socavación y daños ante episodios de clima extremos, como los que se han observado en las últimas décadas en la precordillera de Santiago. La Fotografía 4-1 muestra una vista aérea de la bocatoma en época de deshielo:

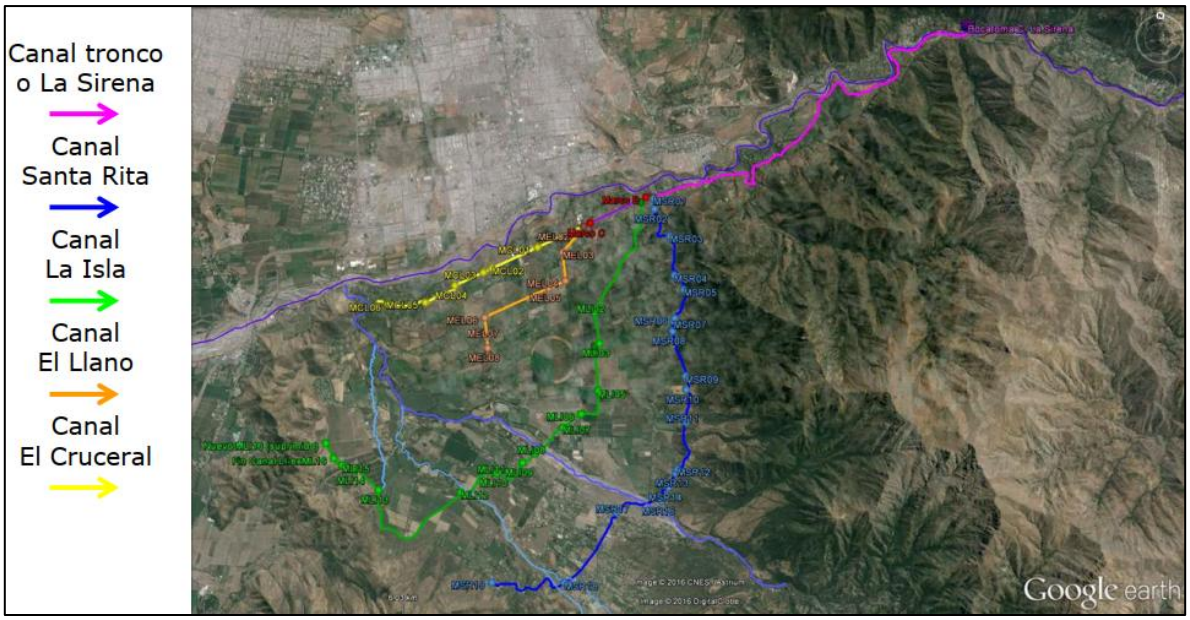
Fotografía 4-1: Bocatoma Canal La Sirena



Fuente: Asociación de Canalistas del Canal de Pirque.

Cabe mencionar que el canal La Sirena es una obra de gran capacidad hidráulica, por lo que actualmente tiene una multiplicidad de usos, porque es utilizado para transportar recursos destinados a generación hidroeléctrica y en ciertas épocas del año para uso en agua potable. En la Figura 4-3, se muestra la red de canales matrices de la ACCP:

Figura 4-3: Red de Canales Matrices ACCP



Fuente: Asociación de Canalistas del Canal de Pirque.

Los canales identificados en la figura precedente distribuyen casi la totalidad de las acciones de la asociación y tienen las siguientes características principales (Tabla 4-4):

Tabla 4-5: Canales de la ACCP

Canal	Longitud (km)	Superficie (ha)	Acciones (cant.)	Marcos (cant.)	Compuertas (cant.)	Sifones (cant.)
La Sirena	13,2	300,2	15,7	1	7	0
Santa Rita	17,7	5.112,1	267,4	19	8	6
El Llano	7,9	2.328,5	121,8	9	0	4
Cruceral	7,0	1.464,4	76,6	7	0	6
La Isla	18,0	3.144,8	164,5	15	0	4
TOTAL	63,8	12.350	646,0	51	15	20

Fuente: Asociación de Canalistas del Canal de Pirque.

Si bien, la red de canales individualizada es manejada por esta asociación con buen nivel profesional, con una inversión importante en su mantención y operación adecuada, existen situaciones a las que no se ha podido hacer frente con la rapidez ideal, debido al alto costo de las soluciones hidráulicas.

Un ejemplo reciente de esta problemática se presentó en el sifón que permite al canal La Isla cruzar bajo el río Clarillo, cuya situación se muestra a continuación (Fotografía 4-2), durante las crecidas invernales del año 2023:

Fotografía 4-2: Sifón La Isla en crecidas invernales del año 2023



Fuente: Asociación de Canalistas del Canal de Pirque.

El sifón La Isla tenía una tubería de hormigón de 1.000 mm de diámetro, y unos 150 metros de longitud, la que sufrió una severa socavación con las primeras lluvias del año 2023. En el mes de julio de 2023 se generan trabajos de protección de emergencia, con aporte de la Dirección de Obras Hidráulicas (en adelante, DOH), los que tuvieron que ser abandonados en agosto de 2023 por una nueva crecida del río Clarillo, que terminó con la pérdida total de dichas obras.

Fue necesario que pasaran dos años para comenzar la construcción de un sifón de reemplazo, con un costo cercano a $700 millones, obra que también contó con apoyo DOH (subsidio del 77%). Este proyecto se pudo acoger al Programa de Rehabilitación de Infraestructura Privada, con lo cual, durante el año 2025 se adjudicó y comenzó la ejecución del nuevo sifón.

En una línea similar, otro de los canales matrices de la ACCP, el canal Santa Rita, también cruza el río Clarillo, pero lo hace sin un sifón, llegando con una simple caída al cauce, para luego captar los derechos en la ribera opuesta del río, generando una pérdida importante de recursos hídricos. Esta situación ha sido idéntica por décadas, empezando recién el año 2025 los estudios para generar una solución definitiva, sin horizonte firme de ejecución.

En la Figura 4-4 se muestra la información proporcionada por la ACCP al respecto:

Figura 4-4: Característica Proyecto Sifón Santa Rita



Fuente: Asociación de Canalistas del Canal de Pirque.

4.3 Conclusiones del Estado del Arte

Le revisión bibliográfica realizada permite concluir que existe un consenso sobre que la tarificación del agua genera incentivos para que los usuarios utilicen los recursos hídricos de manera eficiente. Autores como Molles (2009) y Donoso (2021) han señalado que los esquemas de tarificación plana basados en acciones o superficie regada contribuye a perpetuar altos niveles de pérdidas de agua en las redes de canales. Estas conclusiones se han reforzado en los últimos años, a partir de los ejemplos de implementación de la Directiva Marco del Agua de la Comunidad Europea (Gallego-Ayala, 2010).

En general, las investigaciones realizadas sobre este tema se orientan sobre experiencias pasadas, donde se puede evaluar resultados con posterioridad, recogiendo estadísticas de funcionamiento del sistema tanto antes después de la implementación de la tarificación. Sin embargo, otros autores como Gómez-Limón (2011) y la OCDE (2024) advierten que la implementación de este tipo de esquemas enfrenta barreras importantes de orden institucional, social y político, especialmente cuando no se logra un buen nivel de participación y validación de los usuarios.

La tendencia en el mundo es la implementación de políticas tarifarias mixtas, es decir un componente fijo por hectárea o por acción y un componente volumétrico, muchas veces establecido en una estructura por tramos, para resguardar a los pequeños agricultores. Además, existe una profunda profesionalización de los órganos equivalentes a las asociaciones de canalistas (Del Campo García, 2018).

En el caso chileno, los aportes de Vicuña et al. (varios trabajos) y de la Mesa Nacional del Agua (2020) coinciden en señalar que, pese a la existencia de un mercado de derechos de agua relativamente activo, persisten problemas de concentración, altos costos de transacción y debilidad en los mecanismos de gobernanza a nivel de cuenca y de organizaciones de usuarios.

Asimismo, la experiencia de proyectos de gran envergadura como el Embalse Convento Viejo y los reiterados intentos fallidos en torno al Embalse Nueva La Punilla han dejado en evidencia que la viabilidad de los modelos de concesión y de tarificación volumétrica depende en gran medida de la capacidad de generar acuerdos institucionales sólidos y de vincular las señales de precio con beneficios tangibles y percibidos por los regantes. El aporte de la investigación es generar una propuesta que pueda ser implementada localmente en una asociación relativamente pequeña, para revisar su impacto en forma controlada, contribuyendo al cierre de la brecha normativa y técnica en Chile.

4.4 Modelo Teórico

El modelo teórico aplicado a la investigación se ha planteado una vez conocida, recopilada y analizada la información referente a la asignación del recurso hídrico para diversos, y en particular, un modelo de tarificación volumétrica o mixta para agua de riego.

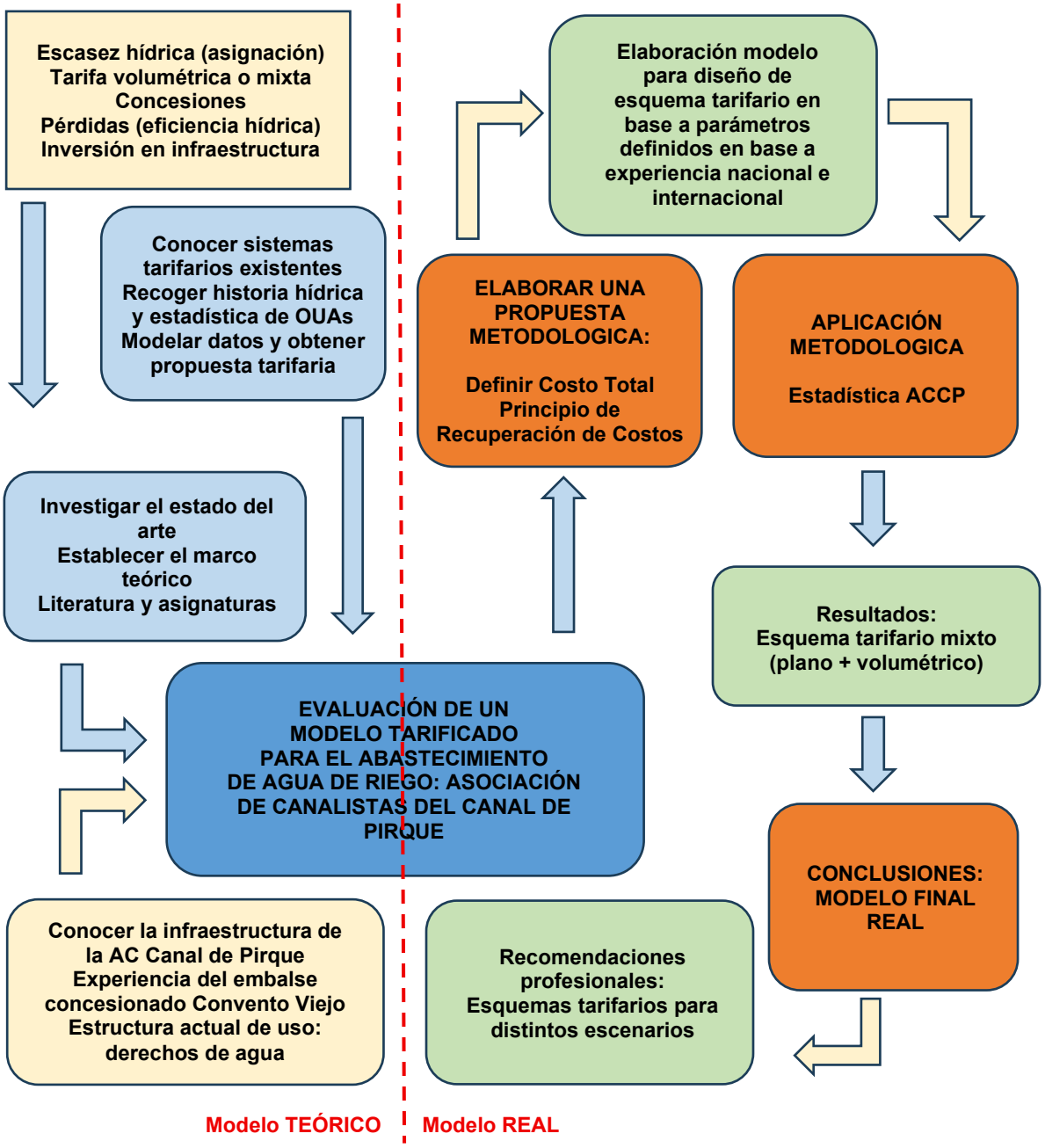
El problema de la investigación corresponde a **modelar un esquema tarifario que, aplicado a la distribución del agua de riego, sirva para mejorar la eficiencia de la asignación y el aprovechamiento de los recursos hídricos**, estableciendo incentivos para mejoramiento de la infraestructura y la reducción de pérdidas. En este sentido, se plantea la evaluación de un esquema tarifario mixto que mantenga la componente fija existente e incorpore una componente volumétrica progresiva, siguiendo los lineamientos de recuperación de costos recomendados por la OCDE y la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea.

Como respuesta al problema, se ha propuesto una metodología basada en entender la realidad de la zona de estudio por medio de información estadística e histórica, junto con recoger la experiencia de usuarios de agua tarificada y analizar su posible aplicación en la zona de estudio.

El modelo considera además los factores institucionales y sociales que inciden en la viabilidad de este tipo de reformas, tales como la legitimidad de las organizaciones de usuarios, la aceptabilidad social de los cambios tarifarios y la necesidad de vincular los recursos adicionales recaudados con inversiones visibles para los regantes.

A continuación, se muestra en forma esquemática la evolución del modelo teórico de la investigación, desde la conceptualización inicial en base a herramientas y modelos existentes que se conocieron por medio de conocer el estado del arte y construir el marco teórico, pasando por conocer el sujeto del estudio, y alineando el desarrollo de la investigación por medio de los objetivos específicos (Figura 4-5).

Figura 4-5: Modelo Teórico



Fuente: Elaboración propia.

En base a lo anterior se tiene un modelo teórico que se debe trasladar a la realidad, en la que se expresa por medio de una propuesta metodológica, donde la aplicación de la misma entrega los resultados de la investigación, que permiten llegar a conclusiones y finalmente entregar las recomendaciones profesionales.

5. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este capítulo se describen las fases en las que se desarrollara esta investigación, en cada fase se va haciendo cargo de los objetivos específicos previamente definidos, junto con la descripción de los criterios, herramientas y supuestos aplicados para llegar a la resolución del problema de la tarificación mixta de agua de riego en la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque.

La metodología propuesta corresponde a la aplicación profesional al problema, basada en el conocimiento sobre las redes de riego existentes en el país, y en particular en la zona central del país. Se complementa con el fundamento académico proporcionado por los contenidos del Magíster de Gestión del Agua, proporcionando una visión integral del problema, aportando en reforzar los conceptos de eficiencia y sustentabilidad en la gestión del recurso.

5.1 Fase 1: Estado del Arte

En esta fase se desarrolla una revisión bibliográfica extensa que incluye literatura profesional, académica y normativas vigentes. Se consultarán bibliotecas digitales, publicaciones especializadas y la legislación nacional e internacional referente a tarificación de agua de riego; incorporando además las lecturas revisadas a lo largo del desarrollo del magíster.

Cada antecedente analizado se clasifica entre “lectura fundamental”, “lectura específica” y “lectura complementaria” y se genera una ficha resumen en que se rescatan los temas fundamentales tratados en cada una de ellas, identificando además aportes relevantes a la investigación. Las fichas confeccionadas se entregan en un documento anexo, mientras que la revisión bibliográfica se resume en varias tablas que muestran las citas clave de las publicaciones.

Adicionalmente se analizan los aportes de cada asignatura del Magíster de Gestión del Agua, para luego establecer niveles de asociación a la investigación, clasificando las asignaturas como: aporte fundamental, aportes específicos, o aporte de conocimiento general. Esta clasificación se expresará en una tabla resumen que incluye sólo aquellas asignaturas que tienen algún grado de asociación, quedando fuera de dicha tabla las asignaturas sin mayor relación a la investigación.

Por último, se busca revisar la experiencia mundial de cálculos y modelos sobre sistemas tarifarios para agua de riego, incluyendo publicaciones especializadas e investigaciones nacionales e internacionales, además de legislaciones y normas aplicables a la experiencia existente. Existen experiencias relevantes sobre tarificación de agua de riego en varios países de Europa dadas las

reformas que se han implementado siguiendo la Directiva Marco del Agua de la Comunidad Europea (año 2010), en particular sistemas de tarifa volumétrica en partes de España y Francia.

5.2 Fase 2: Sujeto de Estudio y Marco Teórico

Con una recopilación de antecedentes primaria, realizada directamente con la asociación se construirá una base de información que permita describir la ubicación, historia, situación actual y desafíos de la ACCP, incluyendo bases de datos propias de la asociación y sus memorias anuales; la que será complementada con información secundaria sobre el funcionamiento de esta asociación y su contexto general en la cuenca del río Maipo. La descripción del sujeto de estudio se realizará con un enfoque centrado en la operación del sistema y la gestión del recurso hídrico, con información fidedigna y real, con detección de las falencias y brechas existentes, presentada con tablas sintéticas, figuras y fotografías.

Luego, se procede a plantear el marco teórico de la investigación, con el estado del arte revisado y el sujeto de estudio descrito; comenzando por construir un listado de conclusiones respecto a la ciencia actual en el contexto del tema de investigación; junto con describir el aporte que hace esta investigación. Por otro lado, como síntesis del estado del arte, se presenta un cuadro de ideas que sistematiza los aportes de distintos antecedentes analizados al marco teórico, lo que a su vez complementa el resto de las actividades desarrolladas en las fases 1 y 2. Con los resultados de las actividades descritas, se confeccionará el modelo teórico de la investigación.

5.3 Fase 3: Propuesta Metodológica Específica

En esta fase se sistematiza la información estadística e histórica obtenida desde la ACCP, referente a la operación de la red de canales de riego administrada por la asociación. Es de especial interés la evolución de los volúmenes transportados por dicha red, con el propósito de calcular el nivel de pérdidas que se produce en los canales, para lo cual se contará con datos directamente captados en los aforadores que posee el sistema. Junto con las pérdidas, se calculará la dotación normal promedio entre los agricultores del sistema. Ambos cálculos requieren varios años de estadística disponible. Se presentarán gráficos históricos, incorporando la variación anual y mostrando la tendencia de los últimos años. En los anexos de la investigación se incluyen las bases de datos recopiladas.

En forma complementaria, se analizará la valoración de los usuarios del embalse concesionado Convento Viejo, recogiendo la experiencia real de las asociaciones de canalistas que se abastecen desde este embalse, o que se encuentran cercanas al mismo, realizando encuestas a los actores clave de este

sistema. El aporte de esta información es clave dado que este embalse es un ejemplo único en el país de suministro de agua de riego tarificada en forma volumétrica. Se confeccionará una matriz resumiendo las opiniones de los usuarios, junto con gráficos dando cuenta de las estadísticas proporcionadas por la concesionaria respecto a facturación, niveles de morosidad y planes de inversión.

Luego, se levantará la información de los costos anuales incurridos por la ACCP, junto con la estructura tarifaria utilizada para recuperar dichos gastos. Esta información será aportada por el equipo técnico de la asociación y podrá ser complementado por estadísticas de otros sistemas de riego de la zona central. Entre los tipos de gastos esperados se encuentran: gastos en personal, gastos en maquinaria, gastos en obras provisorias y/o de emergencia, los que deberán ser recopilados para los años más recientes de operación.

5.4 Fase 4: Aplicación Metodológica

Junto con la información base de la ACCP y ECV, se realiza una encuesta a un conjunto de profesionales con experiencia en sistemas de riego en Chile, para lo que también se propone contactar a las cúpulas técnicas de ambas entidades. Las respuestas de estas encuestas son sistematizadas y analizadas con el propósito de aterrizar la propuesta de esquema tarifario a la realidad del país.

Siguiendo la metodología propuesta, se construye un modelo matemático de optimización que permita llegar a una estructura tarifaria que cumpla con las restricciones y criterios establecidos por la experiencia nacional e internacional. En la construcción de este modelo se utilizan los datos de operación real de la ACCP recopilados en las fases anteriores, con un valor de dotación normal por superficie regada, expresada normalmente en m^3/ha anual, que permite la definición de bandas en el esquema tarifario, separando el volumen total consumido por un agricultor en bandas de: consumo básico, consumo normal y sobreconsumo.

5.5 Fase 5: Resultados

Una vez construido el modelo de optimización, se obtiene la estructura tarifaria, la que será presentada en el contexto del caso de un agricultor representativo de la red de canales de la ACCP y se comparará el gasto nuevo anual en que incurre al pagar la nueva componente volumétrica de la tarifa, con el gasto anual al pagar según el esquema tarifario actualmente vigente.

La construcción de un modelo de optimización permite la comparación de distintos escenarios de operación de la ACCP, sensibilizando parámetros básicos del modelo como la demanda agronómica en la red de canales o la disponibilidad de agua para riego según condiciones hidrológicas.

5.6 Fase 6: Conclusiones y Recomendaciones

Con los resultados a la vista, se procede a concluir sobre la factibilidad de implementar un esquema tarifario mixto en la ACCP, tomando en consideración las condiciones operativas, técnicas, legales y sociales que deben cumplirse para una exitosa implementación.

Además, se concluirá sobre el desarrollo de la investigación, respecto a sus fortalezas y debilidades, identificando los aspectos que podría haberse beneficiado de un enfoque distinto, a la vez que se indicará el aporte realizado por la investigación a la problemática de la asignación de recursos hídricos por medio de esquemas tarifarios mixtos.

Finalmente, se realizarán recomendaciones desde el punto de vista profesional sobre la utilización de los resultados de la investigación, ya sea en una hipotética implementación del esquema tarifario propuesto, o para el desarrollo de investigaciones similares. Estas recomendaciones consideran el estado del arte estudiado y las recomendaciones de los expertos encuestados.

La planificación propuesta para la investigación se indica en la Figura 5-1:

Figura 5-1: Planificación de la Investigación

Etapa		Objetivo específico	Semana																									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	1	Conocer los documentos escritos de los diferentes sistemas que implementan los esquemas tarifarios para agua de riego																										
	2	Asociar contenidos del Magíster en Gestión del Agua, relacionados con la tarificación y valorización del agua																										
	3	Revisar la experiencia nacional e internacional de los cálculos tarifarios para agua de riego, especialmente aplicada mediante modelos																										
2	4	Presentar las características principales del sistema de riego de la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque																										
	5	Plantear el marco teórico de los sistemas tarifarios de agua de riego, fundamentándose en los antecedentes recopilados																										
3	6	Sistematizar la información estadística e histórica sobre la operación de las redes de canales de riego investigados																										
	7	Analizar la valoración y la experiencia de los usuarios del embalse concesionado de Convento Viejo																										
	8	Levantar la estructura de costos usada por las organizaciones de usuarios																										
4	9	Generar un modelo matemático que entregue las componentes tarifarias adecuadas para la zona de estudio																										
	10	Modelar los datos históricos de uso de agua de riego en la zona de estudio																										
5	11	Presentar la estructura tarifaria mixta que se propone para la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque																										
	12	Analizar distintos escenarios de aplicación para la estructura tarifaria mixta propuesta																										
6	13	Concluir sobre la aplicabilidad de la estructura tarifaria mixta identificada para la zona de estudio																										
	14	Realizar recomendaciones para distintos escenarios, como establecer estructuras tarifarias aplicables a sistemas de riego en Chile																										

Fuente: Elaboración propia.

6. APLICACIÓN METODOLÓGICA

En este capítulo se desarrolla la aplicación de la metodología propuesta para la investigación, que consiste en primer lugar en la recopilación de información base de la operación, junto con datos técnicos y económicos actuales, tanto de la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque (ACCP), y de la empresa concesionaria del Embalse Convento Viejo (ECV). Esta información fue gestionada con las gerencias de ambas entidades.

Junto con recabar información de la operación de los sistemas mencionados, se realiza una encuesta a varios profesionales con amplia experiencia en la ingeniería y operación de sistemas de riego en Chile, planteando interrogantes sobre sistemas tarifarios volumétricos o mixtos, la experiencia de nacional en sistemas de riego y la apreciación que tienen estos profesionales sobre la factibilidad de introducir cambios al sistema actual.

Finalmente, se procede a definir el modelo de programación lineal que será utilizado para definir el esquema tarifario mixto que se podría aplicar en ACCP, incorporando criterios del actual estado del arte y ajustándolo a la disponibilidad de información y la realidad actual de la zona en estudio.

6.1 Información Recopilada

6.1.1 Información de la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque

En el caso de la ACCP, se han recibido las memorias y cuentas públicas confeccionadas por la directiva de la asociación para ser puestas a disposición de sus socios, en las que se incluyen datos relevantes de operación de la red de riego de la asociación. Entre los datos que se han extraído desde esta documentación se pueden mencionar:

- Los gastos anuales incurridos por la ACCP, los que incluyen gastos de mantención, administración y solución de emergencias.
- Listado de trabajos de mantención, limpieza, reparación y revestimiento que se han realizado en la red de canales.
- Estado general del servicio de entrega de agua, mencionando las restricciones de agua o condiciones hidrológicas de cada año.

La información recibida se encuentra disponible en el Anexo Nº2. El primer dato que se analiza es la distribución de los costos en que incurre anualmente la ACCP, la que se resume en la Tabla 6-1, desglosados por centro de costos según se hayan indicado en las memorias anuales de la asociación.

Tabla 6-1: Costos Anuales de la ACCP

Ítem / Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Trabajos en canales	Sin desglose	Sin desglose	228.519.094	360.976.311	233.896.379	224.732.032
Administración			187.750.351	243.152.085	190.629.925	159.230.629
Gerencia			101.609.082	124.361.580	62.831.652	56.632.068
Accionistas			24.846.976	44.979.504	57.025.056	72.606.558
Directorio			73.720.262	79.468.815	42.018.371	43.008.735
Gasto Anual	**268.274.033**	**402.993.533**	**616.445.765**	**852.938.295**	**586.401.383**	**556.210.022**

Fuente: ACCP.

Se observa un aumento sustancial luego del año 2020, posiblemente debido a la pandemia del COVID-19, junto con un aumento puntual el 2023 que se explica con los temporales de los meses de julio y agosto de dicho año.

Junto con estos costos, se ha recogido la estructura de pagos que actualmente utiliza la ACCP, y que en este momento consiste en pagos paralelos, diferenciados por RUT, es decir, identidad de usuario enrolado en la OUA, y por acción. El último valor aprobado en asamblea fue 2 UF/RUT, y 9 UF por acción.

Para efectos de los cálculos y estimaciones a realizar para la propuesta de un nuevo esquema tarifario, es necesario tener un valor único para los gastos de la ACCP, para lo que se considera representativo hacia el futuro adoptar el promedio de los costos anuales que se han incurrido entre los años 2021 y 2025. Se obtiene entonces que un gasto anual igual a $602.997.800.

Respecto a datos de consumo de agua de riego, si bien la ACCP cuenta con una red propia de puntos de aforo, dicha información no estuvo disponible para el desarrollo de la investigación. Ahora bien, sin perjuicio de lo anterior, se conoce la cantidad de acciones con que cuentan los canales de la red (650,5 acciones del río Maipo) y se ha conseguido establecer la demanda media del sistema a partir de la tasa de riego calculada para este sector de la cuenca en el estudio “Diagnóstico de Obras de Conducción, Regiones Metropolitana y Valparaíso”, (CNR, 2023).

En el estudio mencionado, se establece que la demanda media en los predios bajo influencia de los canales de la ACCP es igual a 8.658 m^3/ha/año, valor correspondiente a una matriz productiva en la que predomina la vid vinífera. En la Tabla 6-2 se indican los datos de encuesta agroproductiva parcial realizada en el estudio citado.

Tabla 6-2: Matriz Productiva Estimada para la ACCP

Especie	%	Rendimiento por hectárea
Ciruelo	6,4%	5.000 kg
Nogal	24,5%	6.000 a 7.000 kg
Vid Vinífera	49,5%	14.000 kg
Alfalfa	19,6%	300 a 450 fardos
Sin Riego	29,5%	
Total	100%	

Fuente: Diagnóstico de Obras de Conducción, R. Metropolitana y Valparaíso, (CNR).

Adicionalmente, en el mismo estudio se establece que el área de influencia de la red de riego de la ACCP asciende como máximo a 12.350 ha, valor determinado con información agronómica y geográfica del sector. La cantidad de hectáreas regadas junto con la demanda de riego permite estimar el consumo anual de la red de riego en 106.926.300 m^3/año.

6.1.2 Información del embalse Convento Viejo

El embalse Convento Viejo constituye la principal experiencia nacional de aplicación de un modelo de cobro volumétrico regulado para el riego agrícola en Chile. Se trata de una obra de infraestructura concesionada, ubicada en la comuna de Chimbarongo, Región de O'Higgins, cuya operación se encuentra regulada por un contrato de concesión de obra pública fiscal que se extiende hasta el año 2037.

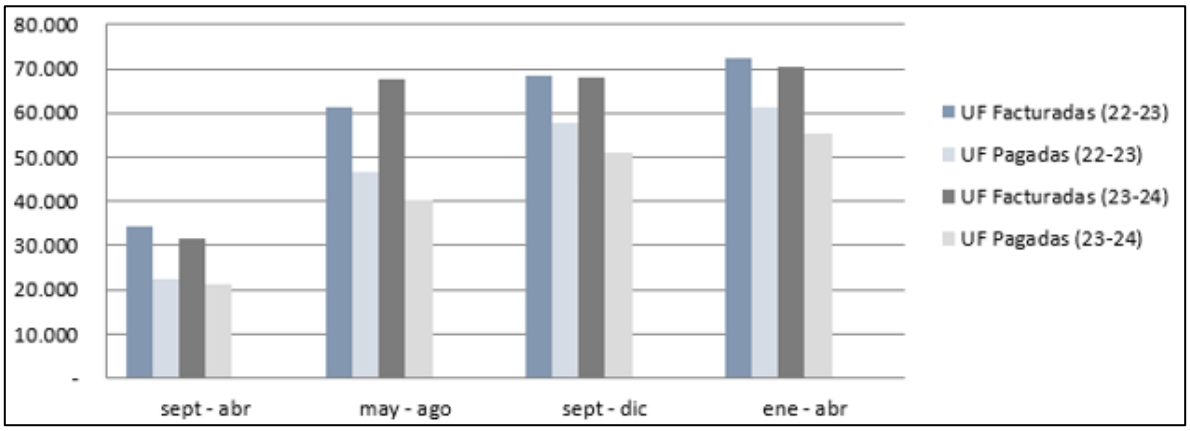
El embalse posee una capacidad de almacenamiento de 237 Hm^3 a cota máxima de 268 msnm y genera una oferta de agua más estable para los valles de Chimbarongo, Las Toscas y Nilahue. El sistema opera principalmente entre los meses de septiembre y abril, entregando agua de forma continua a través de una red de canales que incluye los canales matrices Panamá, Norte, Sur y Lolol Sur, además de diversos puntos de bombeo directo desde los esteros.

De acuerdo con la información técnica proporcionada por la empresa concesionaria, el volumen disponible para riego por temporada alcanza aproximadamente 120,7 Hm^3. Este volumen considera las pérdidas en transporte durante el período diciembre-abril, las que son estimadas en un 44%. La oferta de agua permitiría atender una superficie de hasta 21.414 hectáreas, considerando tanto los volúmenes entregados directamente como los volúmenes pasantes.

Ahora bien, según se indica desde la gerencia de la empresa concesionaria, uno de los mayores desafíos operativos corresponde a la dificultad en la gestión de cobros a los usuarios del agua. Se dispone de un registro histórico del

comportamiento de pago de los usuarios, abarcando las temporadas más recientes de riego (datos disponibles entre los años 2022 y 2024). La evolución de los montos facturados y los montos efectivamente pagados a la concesionaria se indican en el Gráfico 6-1.

Gráfico 6-1: UF Facturadas v/s UF Pagadas por Temporada



Fuente: Concesionaria ECV.

En la Tabla 6-3 se indica la distribución de los montos facturados a lo largo de los años con información disponible, organizados según la categorización que utiliza la empresa concesionaria en base al comportamiento de pago de sus usuarios.

Tabla 6-3: Clasificación de Usuarios Según Comportamiento de Pago

Período	AA+	AA	AB	B	C
Ene. ’23 – Abril ‘23	69%	14%	2%	0%	15%
Mayo ’23 - Ago. ‘23	48%	25%	3%	1%	24%
Sept. ’23 – Dic. ‘23	65%	14%	2%	0%	15%
Ene. ’24 – Abril ‘24	52%	25%	1%	0%	21%
Mayo ’24 - Ago. ‘24	28%	30%	1%	1%	40%
Sept. ’24 – Dic. ‘24	46%	27%	1%	0%	25%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Concesionaria ECV.

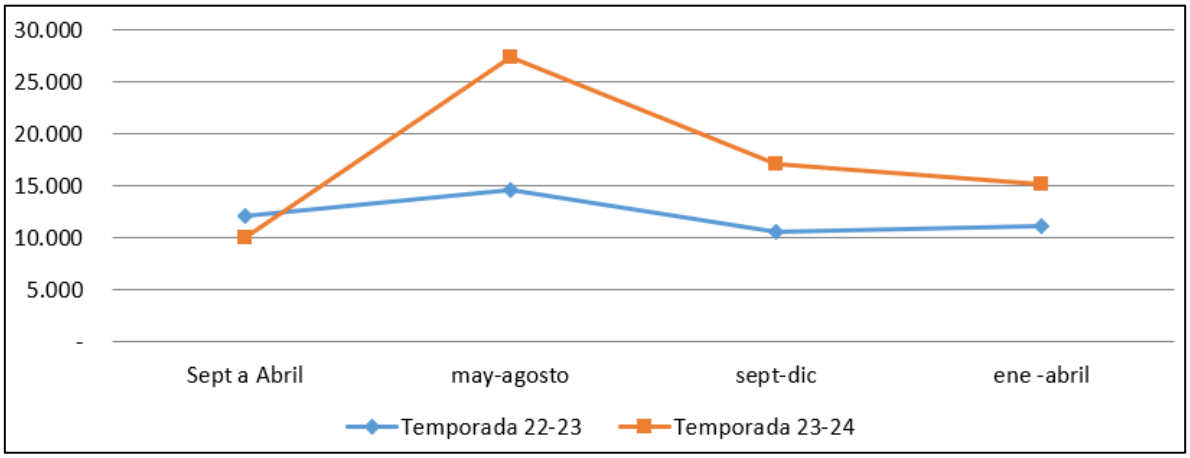
La definición de las categorías se indica a continuación:

- AA+ : paga normalmente el 100% de su total facturado.
- AA : paga normalmente entre el 50% y el 99% de su total facturado.
- AB : paga normalmente entre el 30% y el 49,9% de su total facturado.
- B : paga normalmente entre el 1% y el 29,9% de su total facturado.
- C : paga normalmente el 0% de su total facturado.

Se puede observar que la mayoría de los usuarios cumplen con los pagos contratados con la empresa concesionaria, especialmente durante la temporada de riego, pero de todas maneras existe un segmento no despreciable que mantiene una deuda constante, que en los períodos fuera de riego llega a ser hasta el 40% de la facturación (año 2024), y que al llegar la temporada de riego se ve presionado a regularizar su situación para seguir recibiendo el agua contratada.

La proporción representada por este segmento de constante morosidad oscila entre un 15% y un 40%, con un promedio de 23%, lo que representa un volumen de recursos económicos no despreciable para la operación de un sistema de infraestructura. En el Gráfico 6-2 se muestra la evolución de la facturación que cae en este segmento de comportamiento de pago, quedando en evidencia el aumento de morosidad en los meses de invierno.

Gráfico 6-2: Evolución Segmento C



Fuente: Concesionaria ECV.

Si bien los datos disponibles corresponden a temporadas específicas y presentan variabilidad, la gerencia de la empresa concesionaria expresa que son datos que representan una tendencia histórica y que el factor morosidad sigue siendo uno de sus mayores desafíos.

Respecto a la información detallada de precios de venta de agua de riego, no fue posible contar con información actualizada ni tampoco histórica, ya que se indica que estos contratos entre privados responden a condiciones específicas del mercado en el momento que se firman. De todas maneras, se indica que dichos contratos siguen las Bases de Licitación, que establecen que el principio rector de la tarifa es la recuperación de costos de inversión, operación y mantención, más una rentabilidad razonable, sin expresar un valor máximo para ella. La información proporcionada por la empresa se incluye en el Anexo Nº3.

6.2 Encuesta del Contexto General de la Tarificación de Agua de Riego

Como parte de la aplicación metodológica, se realizaron encuestas a profesionales con amplia trayectoria en la ingeniería nacional relacionada con sistemas de riego.

Las encuestas se estructuraron en torno a cinco ejes:

- Limitaciones del sistema de cobro plano vigente.
- Factibilidad de implementar tarifas volumétricas o mixtas.
- Elementos para que una nueva estructura tarifaria sea bien recibida.
- Lecciones derivadas de experiencias de cobro por volumen.
- Potencial para reducir pérdidas y mejorar la eficiencia hídrica.

Los entrevistados coincidieron en señalar que el sistema de cobro actual por acción presenta limitaciones que afectan tanto la equidad como la eficiencia en el uso del recurso, ya que uno de los problemas más reiterados es que los usuarios pagan por una cantidad de agua que no reciben en su totalidad, situación que resulta injusta para los regantes ubicados en la zona baja de los canales. Además, el cobro por acción no genera incentivos económicos para reducir el consumo o mejorar las prácticas de riego en los predios. También se menciona la debilidad en los mecanismos de cobranza con los que cuentan las organizaciones: resulta complejo aplicar sanciones efectivas por no pago, afectando la sostenibilidad financiera del sistema.

Al comentar sobre la factibilidad de avanzar hacia esquemas tarifarios volumétricos o mixtos, los profesionales reconocieron que estos modelos ofrecen ventajas interesantes en términos de eficiencia y equidad, sin embargo, identificaron barreras relevantes, siendo la más mencionada la insuficiente infraestructura de medición a nivel de bocatomas y puntos de entrega, dado los altos costos de inversión que un sistema así implicaría. Los entrevistados enfatizaron que la principal barrera no es tecnológica, sino institucional y económica: se debe asegurar que se implemente mecanismos de medición confiables para lograr la aceptación de los usuarios.

En relación con los elementos que debería considerar una estructura tarifaria para ser bien recibida, los entrevistados destacaron la importancia de la transparencia, la simplicidad y la aplicación de un mayor cobro a los usuarios que más consuman. Además, se considera fundamental que los agricultores perciban que un eventual incremento en sus pagos se traduce en beneficios tangibles, como mayor seguridad de riego o mejoras visibles en la infraestructura. Asimismo, se advierte sobre la necesidad de considerar la heterogeneidad de los usuarios, evitando generar efectos desproporcionados sobre predios de menor escala.

Las experiencias de sistemas con cobro volumétrico fueron abordadas con especial interés. Se valora positivamente la posibilidad de establecer contratos diferenciados según tipo de cultivo y horizonte de contratación. Sin embargo, se identificaron problemas relevantes, especialmente la insuficiente mantención de la infraestructura y la necesidad de evaluar previamente el impacto económico de cualquier modernización tarifaria sobre los distintos tipos de usuarios.

En cuanto al potencial de un modelo tarifario volumétrico para reducir pérdidas y mejorar la eficiencia hídrica, los entrevistados coinciden en que este tipo de esquema puede generar incentivos positivos para un uso más responsable del recurso. No obstante, enfatizan que la tarifa por sí sola no resuelve el problema de las pérdidas en los canales. Las mayores oportunidades de mejora provienen de la modernización física de la infraestructura (revestimiento, automatización y telemetría). Un modelo de cobro volumétrico puede contribuir a financiar estas mejoras, siempre que exista certeza en la recaudación de los ingresos.

A modo de síntesis, en la Tabla 6-4 se presenta una sistematización de las respuestas recogidas en el desarrollo de esta encuesta, cuyo detalle además se incluye en el Anexo Nº4.

Tabla 6-4: Síntesis de Respuestas de Encuesta a Expertos

Dimensión	Comentario destacado	Diagnóstico compartido
Limitaciones del cobro plano	“El principal problema no es el cálculo de la tarifa, sino la debilidad en la recaudación y cobranza efectiva. Los usuarios morosos siguen recibiendo agua.” (Gerente Embalse Convento Viejo)	Posee la dificultad práctica para hacer efectiva la cobranza. La cuota fija genera inequidad (quien está aguas abajo recibe menos agua de la que paga). No se adapta a años de sequía ni genera incentivos para tecnificar el riego en el predio.
Factibilidad de tarifa volumétrica o mixta	Técnicamente es la opción más eficiente y justa, pero su implementación depende más de la capacidad institucional y de cobranza que de la tecnología de medición.	Requiere infraestructura de medición costosa y acuerdo de asamblea. Es más factible en redes presurizadas. Existe resistencia de grandes tenedores de derechos y debilidad de gobernanza en muchas OUA.
Elementos para que sea percibida como justa	La tarifa debe ser transparente, simple y reflejar costos reales. Debe considerar la heterogeneidad de los usuarios (diferentes cultivos y capacidad de pago real).	Transparencia, proporcionalidad y vinculación clara entre pago adicional y beneficios tangibles son condiciones necesarias para la aceptabilidad social. Se valora la progresividad y evitar la sensación de doble cobro.

Dimensión	Comentario destacado	Diagnóstico compartido
Lecciones de experiencias tarifadas (Convento Viejo)	Sin embargo, su éxito está fuertemente condicionado a que exista un buen mantenimiento que asegure la reducción de pérdidas en el sistema. No todos los agricultores podrán absorber incrementos tarifarios asociados a nuevas inversiones, especialmente aquellos con cultivos de menor rentabilidad.	Se valora la flexibilidad de contratos según cultivo y la regulación de precios. No obstante, se observa falta de mantención de infraestructura, incumplimiento de compromisos de reducción de pérdidas con el Estado y percepción de que el sistema no ha cumplido las expectativas de superficie regada.
Rol en reducción de pérdidas y eficiencia hídrica	Un modelo tarifario volumétrico puede generar incentivos positivos y atraer inversión privada, pero por sí solo no resuelve las pérdidas. El mayor impacto viene de la modernización física de la infraestructura (revestimiento, automatización y telemetría), siempre que exista certeza en la recaudación.	Un esquema tarifario volumétrico genera incentivos positivos, pero es condición necesaria y no suficiente. Requiere complementarse con un sistema efectivo de cobranza. Se necesita inversión en revestimiento, automatización y metas de eficiencia exigibles al operador de la red

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, las entrevistas realizadas aportan una visión práctica y actualizada sobre los desafíos y oportunidades que enfrenta la transición hacia esquemas tarifarios más sofisticados en las organizaciones de usuarios de agua de riego en Chile. Los testimonios confirman que, si bien existe consenso respecto de las limitaciones estructurales del cobro plano y las ventajas teóricas de los modelos volumétricos o mixtos, su implementación exitosa no depende principalmente del diseño tarifario en sí, sino de la capacidad simultánea para abordar aspectos técnicos (medición y control de volúmenes), institucionales (gobernanza y acuerdos de asamblea), financieros (fortalecimiento de los mecanismos de cobranza efectiva) y de aceptabilidad social (vinculación clara y verificable entre los recursos recaudados y beneficios tangibles para los usuarios).

Estas consideraciones resultan especialmente pertinentes para el caso de la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque, organización que, por su nivel de profesionalización, gobernanza y capacidad de gestión, se encuentra en una posición favorable para constituirse en un caso piloto de reforma tarifaria dentro de la cuenca del río Maipo, siempre que el esquema que se adopte considere las principales lecciones identificadas: gradualidad en la implementación, destinación explícita de los recursos adicionales a inversiones visibles en infraestructura y mantención, y existencia de mecanismos robustos de medición y cobranza que garanticen la sostenibilidad financiera del sistema.

6.3 Definición de un Esquema Tarifario Mixto para la ACCP

En base a los antecedentes revisados y la experiencia comparada, para proponer una estructura tarifaria que permita mejorar la recaudación de la ACCP, se desarrolla un modelo de optimización basado en Programación Lineal.

Se busca evaluar la incorporación de una componente de cobro volumétrico progresivo sobre la estructura tarifaria vigente de la asociación, al mismo tiempo que busca que se puede implementar con niveles razonables de aceptabilidad entre sus regantes.

El modelo conceptual considera que la recaudación total de la asociación puede expresarse como la suma de una componente fija y una componente variable:

$$R = R_F + R_V$$

Dónde:

R : recaudación total ($)

R_F : recaudación por la componente fija del cobro ($)

R_V : recaudación por la componente variable del cobro ($)

La componente fija se mantiene siguiendo la estructura actual de la ACCP y se expresa como:

$$R_F = T_{FA} \cdot A + T_{FU} \cdot U$$

Donde T_{FA} es el cobro por acción, T_{FU} es el cobro por usuario (RUT), A es la cantidad total de acciones y U es el número de usuarios.

La componente variable, en cambio, se estructura de forma progresiva en tres bandas de consumo (básico, normal y sobreconsumo), de acuerdo con la siguiente relación:

$$R_V = T_{VB} \cdot V_B + T_{VN} \cdot V_N + T_{VS} \cdot V_S$$

Donde T_{VB}, T_{VN}y T_{VS}corresponden a los precios unitarios de cada banda y V_B, V_N y V_S representan los volúmenes consumidos en cada una de ellas.

Para asegurar un grado adecuado de progresividad en la estructura tarifaria, se incorporan las siguientes restricciones entre los precios de las bandas:

$$0{,}3 \cdot T_{VN} \leq T_{VB} \leq 0{,}7 \cdot T_{VN}$$
$$1{,}5 \cdot T_{VN} \leq T_{VS} \leq 3{,}0 \cdot T_{VN}$$

La función objetivo del modelo busca maximizar la recaudación por la componente variable (R_V), sujeta a dos condiciones principales: que el aumento en el pago de un usuario representativo no supere un porcentaje máximo definido (k_1) y que la recaudación adicional total sea al menos equivalente a un porcentaje mínimo de los gastos operativos de la asociación (k_2).

$$R_{VX} \leq k_1 \cdot R_{FX}$$
$$R_V \geq k_2 \cdot G$$

Dónde:

R_{VX} : recaudación por la componente variable del cobro para usuario X ($)
R_{FX} : recaudación por la componente variable del cobro para usuario X ($)
G : gasto anual de la ACCP ($)

El modelo considera como parámetros de entrada las características de un usuario representativo (cantidad de acciones, hectáreas regadas y dotación anual), así como el volumen total de agua consumida por el sistema. Dado que existen incertidumbres relevantes respecto de la superficie regada y los niveles de dotación, se evalúa un conjunto de escenarios que combinan distintos supuestos de estas variables, con el fin de analizar la robustez de los resultados.

Por último, cabe mencionar que se deben incorporar criterios adicionales respecto a la distribución del consumo total de agua de riego en los distintos tramos de la tarifa y al mismo tiempo, se deben definir los límites de dotación que definen dichos tramos.

m_1 : fracción del agua de riego en tramo de consumo básico (%)
m_2 : fracción del agua de riego en tramo de consumo normal (%)
m_3 : fracción del agua de riego en tramo de sobreconsumo (%)
n_1 : dotación límite superior de banda de consumo básico (m^3/ha/año)
n_2 : dotación límite superior de banda de consumo normal (m^3/ha/año)

Estos factores se definen de forma externa al modelo, con base en criterios agronómicos relacionados con los tipos de cultivos predominantes en la zona y los niveles de dotación habituales.

Finalmente, con los factores k_i, m_i y n_i definidos, el modelo de programación lineal procede a optimizar los valores de T_{VB}, T_{VN}, y T_{VS}, respetando las restricciones indicadas anteriormente, al tiempo que maximiza la recaudación R_V, cumpliendo el mínimo exigido y sin superar el tope de aumento en el gasto del usuario.

7. RESULTADOS

Según lo descrito en la metodología, se ha efectuado la modelación del esquema tarifario considerando el caso de un usuario representativo de la zona en estudio, incorporando además el análisis de distintos escenarios de demanda de riego en la ACCP.

7.1 Aplicación de Programación Lineal y Escenarios Modelados

Respecto al resto de los datos de entrada al modelo, se resumen en la Tabla 7-1:

Tabla 7-1: Datos de Entrada a Modelo de Programación Lineal

Datos agricultor tipo	Variable	Valor	Unidad
Cantidad de acciones	A_X	20	acciones
Cantidad de usuarios	U_X	1	usuario
Hectáreas regadas		60	ha
Dotación anual		10.000	m^3/ha/año
Criterios de modelación			
Tope de aumento en gasto anual para agricultor	k_1	20%	%
Recaudación adicional mínima por componente volumétrica	k_2	15%	%
Fracción de dotación consumo básico	m_1	20%	%
Fracción de dotación consumo normal	m_2	60%	%
Fracción de dotación sobreconsumo	m_3	20%	%
Límite superior tramo 1: dotación consumo básico	n_1	6.000	m^3/ha/año
Límite superior tramo 2: dotación consumo normal	n_2	14.000	m^3/ha/año

Fuente: Elaboración propia.

Los escenarios analizados consideran variaciones en la superficie regada y en la demanda de riego de los cultivos. A continuación, se indican las características de cada escenario:

- Fuerte disminución en superficie regada y consumo hídrico.
- Moderada disminución en superficie regada y consumo hídrico.
- Superficie regada y consumo hídrico sin cambio.
- Moderada disminución en superficie regada y consumo hídrico sin cambio.
- Superficie regada sin cambio y aumento en consumo hídrico.

La Tabla 7-2 resume los datos de entrada al modelo asociados a cada escenario.

Tabla 7-2: Datos de Entrada de Escenarios Modelados

Escenario	Dotación media (m^3/ha/año)	Superficie regada (ha)	Consumo total ACCP (m^3/año)
Escenario 1	4.940	5.195	25.662.312
Escenario 2	8.645	6.926	59.878.728
Escenario 3	12.350	8.658	106.926.300
Escenario 4	8.645	8.658	74.848.410
Escenario 5	12.350	10.390	128.311.560

Fuente: Elaboración propia.

El detalle del modelo de programación lineal se entrega en Anexo Digital 1, en formato de planilla Excel, la que incluye todos los escenarios indicados.

Los resultados para el usuario representativo que se ha considerado en el análisis se resumen en la Tabla 7-3.

Tabla 7-3: Resultado de Modelación de Esquema Tarifario

Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/$m^3$)	Tarifa tramo consumo normal ($/$m^3$)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/$m^3$)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)
Escenario 1	1,21	4,03	10,07	19%
Escenario 2	0,82	1,51	2,26	9%
Escenario 3	0,75	1,07	1,96	7%
Escenario 4	0,68	1,08	2,08	7%
Escenario 5	0,68	0,97	2,32	7%

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que en todos los escenarios se cumple con las restricciones del modelo, destacando que sólo en el escenario 1 se observa un aumento en el pago anual del agricultor cercano al tope originalmente considerado. Al mismo tiempo, llama la atención que para el escenario 1 lo valores resultantes para las tarifas de los distintos tramos, son bastante alejados del resto de los escenarios.

Ahora bien, se debe tener en consideración que para esta modelación se consideró sólo un perfil de agricultor, por lo que se genera la interrogante de cuál sería el esquema tarifario resultante para otro tipo de agricultor, bajo las mismas condiciones de modelación, escenarios y restricciones. Según lo expuesto, se propone ampliar el análisis a nuevos perfiles de agricultores.

7.2 Ampliación de los Perfiles de Agricultores Modelados

Con el objetivo de conocer los resultados del modelo de programación lineal desarrollado para casos de otros tipos de agricultor, se han considerado dos perfiles adicionales: un agricultor pequeño, cuyo consumo queda completamente en el tramo de consumo básico y un gran agricultor, cuyo consumo supera con creces el consumo normal y por tanto paga sobreconsumo.

Cabe mencionar que las planillas con el desarrollo completo de los escenarios y casos modelados se incluye en el Anexo Nº5.

En las siguientes tablas se muestran los datos (Tabla 7-4) y los resultados para el agricultor pequeño (Tabla 7-5).

Tabla 7-4: Datos de Entrada a Modelo: Perfil Agricultor Pequeño

Datos agricultor tipo	Variable	Valor	Unidad
Cantidad de acciones	A_X	0,5	acciones
Cantidad de usuarios	U_X	1	usuario
Hectáreas regadas		1,5	ha
Dotación anual		5.500	m^3/ha/año

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7-5: Resultado de Modelación: Perfil Agricultor Pequeño

Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/$m^3$)	Tarifa tramo consumo normal ($/$m^3$)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/$m^3$)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)
Escenario 1	2,61	4,47	7,35	8%
Escenario 2	1,31	1,88	4,94	4%
Escenario 3	0,75	1,07	1,96	2%
Escenario 4	0,68	1,08	2,08	2%
Escenario 5	0,68	0,97	2,32	2%

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el tramo de consumo básico permite que el aumento de gasto anual en el que tiene que incurrir este agricultor es menor al aumento del agricultor del perfil base (8% para el agricultor pequeño, 19% para el agricultor mediano).

La Tabla 7-6 muestran los datos para el agricultor grande y la Tabla 7-7 los resultados.

Tabla 7-6: Datos de Entrada a Modelo: Perfil Agricultor Grande

Datos agricultor tipo	Variable	Valor	Unidad
Cantidad de acciones	A_X	60	acciones
Cantidad de usuarios	U_X	1	usuario
Hectáreas regadas		180	ha
Dotación anual		16.500	m^3/ha/año

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7-7: Resultado de Modelación: Perfil Agricultor Grande

Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/$m^3$)	Tarifa tramo consumo normal ($/$m^3$)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/$m^3$)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)
Escenario 1	1,80	3,60	10,79	33%
Escenario 2	1,38	1,96	2,95	20%
Escenario 3	0,67	0,96	2,64	10%
Escenario 4	0,64	1,11	2,05	11%
Escenario 5	0,58	0,83	2,22	8%

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el tramo de sobreconsumo cumple el objetivo de aumentar el gasto en una proporción mayor para los agricultores que utilizan el agua con mayor intensidad. En este caso, adicionalmente, se liberó la restricción del tope de aumento del 20%, dejándolo en un 40%, ya que se considera que un agricultor grande estaría dispuesto a que su gasto aumente, en el supuesto que su matriz productiva de alto consumo implica además una alta rentabilidad. Así, en el escenario modelado más desfavorable, el aumento del gasto del agricultor grande llega a un 33%.

Con los resultados de los tres perfiles de agricultores, se han recopilado los resultados suficientes para definir la propuesta final de sistema tarifario, por medio de un resumen y análisis de los resultados de todos los escenarios, para los 3 perfiles de agricultores, el que se desarrolla a continuación.

7.3 Comparación de Resultados y Propuesta de Esquema Tarifario

En la Tabla 7-8, se muestran los resultados compilados de las modelaciones realizadas, para cada perfil de agricultor e incluyendo todos los escenarios analizados.

Se han destacado los escenarios 2 y 3, ya que el escenario 3 es el escenario base descrito en el estudio CNR, mientras que el escenario 2 representa una situación de escasez hídrica como la que se vive hoy en el país.

Tabla 7-8: Resumen de Modelación para Escennarios y Perfiles

Perfil de Agricultor	Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/m3)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)
Pequeño	E1	2,61	4,47	7,35	8%
	E2	**1,31**	**1,88**	**4,94**	**4%**
	E3	**0,75**	**1,07**	**1,96**	**2%**
	E4	0,68	1,08	2,08	2%
	E5	0,68	0,97	2,32	2%
Mediano	E1	1,21	4,03	10,07	19%
	E2	**0,82**	**1,51**	**2,26**	**9%**
	E3	**0,75**	**1,07**	**1,96**	**7%**
	E4	0,68	1,08	2,08	7%
	E5	0,68	0,97	2,32	7%
Grande	E1	1,80	3,60	10,79	33%
	E2	**1,38**	**1,96**	**2,95**	**20%**
	E3	**0,67**	**0,96**	**2,64**	**10%**
	E4	0,64	1,11	2,05	11%
	E5	0,58	0,83	2,22	8%

Fuente: Elaboración propia.

Según lo expuesto, se han calculado los valores finales de la tarifa como el promedio simple de los 6 valores correspondientes a los escenarios 2 y 3 de cada perfil de agricultor analizado.

Luego, se procede a una validación en que se introducen los valores promediados a la planilla del modelo para verificar que se sigan cumpliendo todas las restricciones anteriormente definidas.

Con la verificación de las restricciones satisfechas, se ha calculado el aumento final que significa para cada perfil de agricultor la aplicación del esquema tarifario propuesto, resultado que se presenta en la Tabla 7-9.

Tabla 7-9: Resultado de Validación de Esquema Tarifario

Perfil de Agricultor	Tarifa tramo consumo básico ($/m3) Bajo 6.000 ($m^3$/ha/año)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3) Entre 6.000 y 14.000 (m^3/ha/año)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3) Sobre 14.000 ($m^3$/ha/año)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)
Pequeño	0,95	1,41	2,79	3%
Mediano				9%
Grande				14%

Fuente: Elaboración propia.

7.4 Resultados General de la Investigación

Como resultado general de esta investigación, se consigue articular una propuesta de esquema tarifario mixto para la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque que no sustituye de golpe el cobro vigente, sino que lo complementa: se mantiene la componente fija conocida por los regantes y se incorpora una señal volumétrica progresiva en tres bandas. La tarifa resultante, obtenida del promedio de los Escenarios 2 y 3 y validada en el modelo, es de 0,95 $/m³ en la banda básica, 1,41 $/m³ en la normal y 2,79 $/m³ en sobreconsumo; el incremento estimado del gasto anual frente al esquema actual es de ~3% para el agricultor pequeño, ~9% para el mediano y ~14% para el grande.

Un hallazgo transversal es que la viabilidad del esquema no depende solo de su consistencia formal, sino de las condiciones de implementación. En particular, se consigue tener en consideración la importancia de una aplicación gradual y la posibilidad de que los agricultores acepten progresivamente el tránsito desde la tarifa plana por acción hacia un esquema que incorpore el volumen consumido. Esa aceptabilidad aparece ligada a la transparencia del diseño, a la percepción de equidad entre perfiles y a que el mayor esfuerzo de pago se vincule con mejoras visibles en la red.

El análisis por escenarios y perfiles muestra, además, que los efectos no son homogéneos: el ajuste es más moderado en tramos básicos y mayor donde hay sobreconsumo, lo que refuerza la pertinencia de las bandas y de una puesta en marcha acompañada de socialización y seguimiento de la cobranza. En síntesis, el resultado general es una propuesta argumentada de transición: un esquema mixto cuantificado y validado, que preserva continuidad con el cobro actual de la ACCP, introduce incentivos al uso eficiente del agua y deja planteada la implementación gradual como condición de legitimidad entre los regantes.

8. CONCLUSIONES

Se logra construir un esquema tarifario mixto para la ACCP, mediante un modelo de optimización mediante programación lineal, basado en datos de la operación real de esta organización y considerando la experiencia nacional e internacional, siguiendo los lineamientos de la OCDE y la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea referentes al principio de recuperación de los costos.

El esquema ha sido diseñado considerando un umbral mínimo de recaudación (meta mínima de recaudación adicional del 15%), a la vez que se ha establecido como restricción un tope en el aumento del gasto de los agricultores (tope de aumento del 20% para el agricultor medio). Además, el esquema propuesto genera el incentivo para el uso eficiente del recurso hídrico al contar con una estructura de bandas progresivas.

La información base recopilada se utilizó para identificar las principales características de la red de riego de la ACCP y de la operación actual del ECV. En el caso de la ACCP, se obtuvo el historial de costos anuales, que presentaron una variabilidad anual relevante; complementado con información real de la estructura de recaudación actual, la que está basada en pagos paralelos (2 UF por usuario y 9 UF por acción, ambos anuales). Por el lado de ECV, principal experiencia de cobro volumétrico en el país, se obtuvo información histórica de facturación y morosidad, pudiendo observar la evolución del estado financiero a lo largo de varias temporadas de riego; con morosidad promedio del 23%, y que llega hasta el 40% en períodos de baja demanda.

Las encuestas realizadas a profesionales con trayectoria en sistemas de riego revelaron un consenso claro respecto a las limitaciones estructurales del cobro plano por acción. Los encuestados destacaron la inequidad que genera este sistema (quienes están aguas abajo reciben menos agua de la que pagan), la ausencia de incentivos económicos para reducir el consumo o tecnificar el riego, y las debilidades en la cobranza de las OUAs. En relación con la factibilidad de avanzar hacia esquemas volumétricos o mixtos, se identificó que la principal barrera no es tecnológica, sino institucional y económica: la insuficiente infraestructura de medición y la necesidad de acuerdos institucionales sólidos. Por otro lado, los profesionales consultados coinciden en que una estructura transparente y claramente vinculada a beneficios tangibles podría mejorar significativamente la aceptabilidad social.

La principal debilidad de la investigación es que las bandas de consumo han sido ajustadas en base al consumo promedio histórico estimado de los usuarios de la asociación, dado que no se tienen disponibles los registros de consumo detallado

por usuario. En consecuencia, la modelación consideró cinco escenarios que reflejan distintas combinaciones de superficie regada y dotación hídrica.

El análisis de tres perfiles de agricultores (pequeño, mediano y grande) permitió evidenciar los efectos distributivos de la estructura tarifaria resultante del modelo. Mientras que el agricultor de menor escala experimenta incrementos muy moderados en su gasto anual (incluso por debajo del 5% en la mayoría de los escenarios), el agricultor de alto consumo asume aumentos mucho mayores debido a su mayor proporción de consumo en la banda de sobreconsumo. Este resultado confirma la importancia de incorporar explícitamente la heterogeneidad de los usuarios al diseñar esquemas tarifarios progresivos, tal como fue señalado por los expertos entrevistados. La relajación del tope de aumento para el perfil grande (hasta 40%) permitió obtener soluciones más realistas sin comprometer la viabilidad del modelo, demostrando que es posible diseñar tarifas que protejan a los regantes más vulnerables mientras se genera mayor recaudación de quienes tienen mayor capacidad de pago y mayor consumo.

La tarifa resultante del promedio de los escenarios más representativos (Escenarios 2 y 3) —0,95 $/m³ en la banda básica, 1,41 $/m³ en la banda normal y 2,79 $/m³ en la banda de sobreconsumo— demostró ser viable y equilibrada tras el ejercicio de validación. Al aplicar esta estructura a los tres perfiles de agricultores, se obtuvieron incrementos finales en el gasto anual de 3% para el agricultor pequeño, 9% para el mediano y 14% para el grande, todos ellos dentro de rangos razonables, lo que aumenta la posibilidad de que su eventual implementación sea social y políticamente viable.

El esquema tarifario propuesto representa un avance concreto hacia un esquema tarifario mixto que mantiene la componente fija actual de la ACCP e incorpora una señal de precio progresiva por volumen, cumpliendo simultáneamente con los objetivos de mejora en la recaudación, progresividad tarifaria y protección de los regantes de menor escala. Los resultados sugieren que la ACCP cuenta con condiciones institucionales favorables para implementar una reforma de este tipo, siempre que se acompañe de un proceso de socialización transparente y de inversiones complementarias en medición y cobranza.

Por último, cabe mencionar que el modelo tarifario propuesto va en línea con las tendencias internacionales observadas en España, Francia y otros países de la OCDE, donde se han implementado sistemas de tarifas mixtas, donde el componente volumétrico de las mismas ha permitidos financiar mejoras en infraestructura. La literatura revisada ha propuesto ir más allá de los sistemas de tarifa planta usado históricamente en Chile, con el objetivo de avanzar en la solución de problemas como los altos niveles de pérdida (cercanos al 35%) y necesidad de obras de regulación.

9. RECOMENDACIONES

En este capítulo se entregan recomendaciones en cuatro dimensiones: profesional, de aplicación del esquema tarifario, de la modelación de escenarios y de tipo personal, que en su conjunto complementan el apartado de conclusiones de este trabajo.

9.1 Recomendaciones Profesionales

Desde el punto de vista de la construcción de una propuesta de esquema tarifario mixto para agua de riego, se recomienda que en forma previa se cuente con una cantidad importante de información de caudales y volúmenes consumidos en las redes donde se quiera generar dicha propuesta. Asimismo, dado que en la mayoría de las redes de canales de riego del país no existe la infraestructura física ni la instrumentación necesaria, es recomendable que se genere un plan de modernización para su instalación, ya sea por medio de subsidios o fondos asociados a proyectos de desarrollo. Se sugiere priorizar la instalación de aforadores en puntos estratégicos y la implementación de telemetría básica en una primera etapa.

Fortalecer los mecanismos de cobranza efectiva antes de implementar cualquier cambio tarifario. Los resultados del Embalse Convento Viejo demuestran que incluso en sistemas volumétricos la morosidad puede representar hasta un 40% de la facturación en períodos de baja demanda; por ello se recomienda establecer protocolos claros de seguimiento, incentivos al pago oportuno y, de ser necesario, medidas de restricción de servicio para usuarios con morosidad persistente.

Se recomienda realizar estudios de impacto agroeconómico diferenciados por tipo de cultivo y tamaño de predio antes del diseño final del esquema tarifario, ya que los resultados del modelo mostraron efectos distributivos distintos según el perfil del agricultor; por ello se recomienda complementar el presente estudio con análisis de rentabilidad por cultivo (especialmente vid, nogal y alfalfa) para ajustar los límites de las bandas o diseñar mecanismos de compensación para los regantes más vulnerables.

9.2 Recomendaciones de Aplicación del Esquema Tarifario

Para la implementación del esquema tarifario diseñado, se recomienda un proceso gradual y participativo de validación con los usuarios de la red de riego de la ACCP, considerando como mínimo una primera etapa de implementación en régimen de piloto, la que puede tener una duración entre 12 y 18 meses, con el objetivo de detectar particularidades locales y levantar el grado de satisfacción de los usuarios con el esquema. Es primordial que el diseño tenga como prioridad

generar confianza en los usuarios, reduciendo resistencia al nuevo esquema, debiendo considerar la realización de asambleas y campañas informativas.

Al considerar ampliar el impacto del trabajo realizado en la ACCP, se recomienda profundizar el desarrollo de una gobernanza moderna en el sector hídrico, independiente del enfoque territorial de propuestas tales como los consejos de cuenca (Mesa Nacional del Agua). En este caso, se recomienda estudiar la creación de una Agencia Nacional de Eficiencia Hídrica, el que sería un organismo altamente focalizado en la coordinación y fomento de iniciativas que tengan por objetivo la disminución de pérdidas y la conversación de los recursos hídricos. Dicho organismo puede actuar como un ente que identifique puntos que requieran intervención o iniciativas privadas y generar una comunicación entre otros actores como ministerios y servicios públicos, generando mayor sustentabilidad en el uso del agua.

Se recomienda que los recursos recaudados con la componente volumétrica de la tarifa tengan asociados una cartera de inversiones visibles y priorizadas por los socios. Una de las conclusiones más reiteradas tanto en las encuestas como en el análisis del modelo es que la aceptabilidad social aumenta significativamente cuando los regantes perciben que el mayor pago se traduce en beneficios (revestimiento de canales, automatización de compuertas, mejor mantención, etc.). Se sugiere crear un fondo específico y rendir cuentas anuales sobre el uso de estos recursos.

9.3 Recomendaciones de Escenarios Modelados

En escenarios de disponibilidad hídrica crítica (como el Escenario 1, y 2 en menor medida), se recomienda aplicar la tarifa de forma más conservadora y priorizar mecanismos de apoyo a los regantes de menor escala. En estos contextos, el modelo mostró que los aumentos pueden acercarse al límite del 20% para el agricultor medio; por ello se sugiere considerar incluso una suspensión total de aplicación de la tarifa o un ajuste temporal de los límites de las bandas para proteger a los usuarios más vulnerables.

En escenarios de mayor disponibilidad hídrica (Escenarios 4 y 5), se recomienda evaluar la posibilidad de endurecer ligeramente la progresividad (por ejemplo, aumentando el precio de la banda de sobreconsumo) o destinar una mayor proporción de los recursos adicionales a obras de revestimiento y modernización. En estos escenarios el modelo mostró mayor holgura para generar recaudación sin presionar excesivamente el gasto de los regantes.

Las situaciones descritas permiten destacar la naturaleza multianual del fondo recaudado, por lo que, independientemente del escenario que prevalezca, se

recomienda monitorear anualmente tanto la recaudación efectiva como la percepción de los socios respecto a la tarifa, estableciendo mecanismos de revisión y ajuste cada 3 a 5 años. Además, en base a la revisión realizada, los usuarios de la red pueden aprobar planes de inversión multianual. Esto permitiría adaptar la estructura tarifaria a cambios en la matriz productiva, en la disponibilidad hídrica o en los costos operativos de la asociación.

9.4 Recomendaciones Personales

Se considera que el enfoque de Programación Lineal aplicado, combinado con el análisis distributivo por perfiles de agricultores, constituye un aporte metodológico que puede ser de utilidad para otros estudios de diseño de esquema tarifario, aunque se recomienda que se incorpore un análisis empírico de la distribución de los tramos de consumo básico, consumo normal y sobreconsumo, ya que el patrón particular de consumo de cada OUA puede tener diferencias relevantes con lo desarrollado en esta investigación.

Finalmente, se recomienda profundizar la difusión tanto hacia el público como hacia los usuarios, profesionales y académicos involucrados en la gestión de los recursos hídricos, respecto de la situación actual y futura de escasez hídrica, la que nos exige la generación de metodologías modernas y eficientes de afrontar cada paso del ciclo del recurso hídrico; en el caso de esta investigación, la operación de un sistema que incluye obras para la captación, regulación y distribución de aguas de riego.

10. BIBLIOGRAFÍA

Amblard, L. (2019). Collective action for water quality management in agriculture: The case of drinking water source protection in France. *Global Environmental Change*, *58*. doi:10.1016/j.gloenvcha.2019.101970

Asociación de Canalistas del Canal de Pirque. (2019). *Memoria 2018 y Presupuesto 2019.* https://canaldepirque.cl/estados-financieros/

Asociación de Canalistas del Canal de Pirque. (2023). *Informe Financiero 2020-2021-2022.* https://canaldepirque.cl/estados-financieros/

Asociación de Canalistas del Canal de Pirque. (2024). *Asamblea Ordinaria ACCP – 24 de mayo de 2024* [Acta de asamblea]. https://canaldepirque.cl/estatutos-y-asambleas/

Asociación de Canalistas del Canal de Pirque. (2025). *Estatutos de la Asociación de Canalistas del Canal de Pirque.* https://canaldepirque.cl/estatutos-y-asambleas/

Baeza Vásquez, K. (2008). *Administración privada del agua en Chile a través de organizaciones de usuarios: estudio exploratorio en organizaciones de base del Estero Chimbarongo, Valle de Colchagua, VI región* [Tesis para optar al título de Socióloga, Universidad de Chile]. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/106117

Becker, N. (2015). Water pricing in Israel: various waters, various neighbors. En A. Dinar, V. Pochat, & J. Albiac-Murillo (Eds.), *Water pricing experiences and innovations* (pp. 183-201). Springer. doi:10.1007/978-3-319-16465-6_10

Comisión Nacional de Riego. (2023). *Diagnóstico de obras de conducción, Regiones Metropolitana y Valparaíso* [Informe técnico]. Biblioteca Digital CIREN. https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/0dbfd0b9-b29b-45a4-bf35-3f6fb4e0fb31

Donoso, G. (2021). Management of water resources in agriculture in Chile and its challenges. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, *48*(3), 171-185. doi:10.7764/ijanr.v48i3.2328

European Parliament and Council of the European Union. (2000). *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.* Official Journal of the European Communities, L 327, 1-73. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj

Farnault, A., & Leflaive, X. (2024). *Cost recovery for water services under the Water Framework Directive* (OECD Environment Working Papers N.º 240). OECD Publishing. doi:10.1787/e2a363e3-en

Gallego-Ayala, J., Gómez-Limón, J. A., & Arriaza, M. (2011). Irrigation water pricing instruments: a sustainability assessment. *Spanish Journal of Agricultural Research*, *9*(4), 981-999. doi:10.5424/sjar/20110904-449-10

Mesa Nacional del Agua. (2020). *Informe Final de la Mesa Nacional del Agua.* Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. https://pre-dga.mop.gob.cl/informe-final-mesa-nacional-del-agua/

Molle, F. (2009). Water scarcity, prices and quotas: a review of evidence on irrigation volumetric pricing. *Irrigation and Drainage Systems*, *23*, 43-58. doi:10.1007/s10795-009-9065-y

OECD. (2010). *Pricing water resources and water and sanitation services.* OECD Publishing. doi:10.1787/9789264083608-en

Tsur, Y., Dinar, A., Doukkali, R. M., & Roe, T. (2004). Irrigation water pricing: policy implications based on international comparison. *Environment and Development Economics*, *9*(6), 735-755. doi:10.1017/S1355770X04001494

11. WEBGRAFÍA

Asociación de Canalistas del Canal de Pirque. (s.f.). *Página de inicio* [Sitio web]. https://www.canaldepirque.cl

BBC Future. (2018, 19 de julio). *How Kazakhstan brought the Aral Sea back to life.* BBC. https://www.bbc.com/future/article/20180719-how-kazakhstan-brought-the-aral-sea-back-to-life

ECV, Sociedad Concesionaria Embalse Convento Viejo S.A. (s.f.). *Página de inicio* [Sitio web]. https://ecv.cl

Ministerio del Medio Ambiente, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, & Centro de Cambio Global UC. (s.f.). *Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial en riego* [Mapa interactivo]. Plataforma ARClim. https://arclim.mma.gob.cl/atlas/view/recursos_hidricos_riego_cbit/

12. GLOSARIO Y ACRÓNIMOS

AC: Asociación de Canalistas

ACCP: Asociación de Canalistas del Canal de Pirque

CA: Comunidad de Aguas

CNR: Comisión Nacional de Riego

DGA: Dirección General de Aguas

DOH: Dirección de Obras Hidráulicas

ECV: Embalse Convento Viejo

JV: Junta de Vigilancia

MMA: Ministerio del Medio Ambiente

MOP: Ministerio de Obras Públicas

13. ANEXOS

Anexo Nº1 Fichas de Revisión Bibliográfica

Anexo Nº2 Información de Operación de la ACCP

Anexo Nº3 Información de Operación de ECV

Anexo Nº4 Consolidado de Encuestas a Expertos

Anexo Nº5 Modelo de Optimización (Planilla Excel)

ANEXO Nº 1

FICHAS DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº1)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Systemic Study of Water Management Regimes in Chile. Brown, E. et al. (2003)
Palabras claves:	Régimen de gestión hídrica; Código de Aguas 1981; asignación y reasignación; mercados de derechos; organizaciones de usuarios; Juntas de Vigilancia; Comunidades de Aguas; eficiencia de riego; fallas sistémicas.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** **2. Redacciones propias**	Asignación. Derechos reales, perpetuos y transferibles, sin preferencia entre usos; la reasignación opera por compraventa. El mercado facilita transferencias hacia usos urbanos, mineros e industriales y, con infraestructura flexible, usos temporales en sequía (caso Paloma, Región IV). Administración. La gestión recae en organizaciones de usuarios (Juntas de Vigilancia, asociaciones y Comunidades de Aguas). Fallas sistémicas: débil gestión integrada de cuenca, organización de usuarios no siempre efectiva, separación legal superficie–subterránea y escasos incentivos para invertir en obras comunes. Explotación. El agua potable se cobra por m³ y financia operación; el riego no incentiva directamente conservar ni usar con eficiencia. Eficiencia de riego a escala de cuenca: promedio nacional 39,5 %; Maipo (RM) 34,7 % (Tabla 2.7). Las pérdidas en canales no revestidos se describen como muy altas. Embalses como Convento Viejo y El Bato aparecen en el marco de obras multi-uso y concesiones con cobro a usuarios.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Avalar: utilidad de la reasignación mercantil donde hay demanda y flexibilidad (p. ej. Paloma); rigidez canalera y debilidad de incentivos como obstáculos a la inversión en obras comunes; baja eficiencia de riego a escala de cuenca; contrastar el cobro volumétrico del agua potable con los incentivos del riego.
Materiales más significantes:	Tablas: organizaciones de usuarios (2.1–2.4); demanda y eficiencia de riego por cuenca (2.6–2.7); agua potable y otros usos (3.x); anexos de índices de desempeño. Figuras: diagramas institucionales; consumo por uso; cambios de uso de suelo y minería.

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº2)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	The Economic and Financial Gains from Water Markets in Chile (Hearne, 1997)
Palabras claves:	Mercados de agua; derechos de aprovechamiento; ganancias del comercio; costos de transacción; Código de Aguas 1981; Elqui; Limarí; Maipo; Azapa
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	Evalúa el impacto de los mercados de derechos de agua en Chile tras el Código de 1981. Selecciona cuatro valles (Maipo, Elqui, Limarí y Azapa) y cuantifica ganancias del comercio en transacciones permanentes 1986–1993 en Elqui y Limarí. El valor agrícola se estima con presupuestos de cultivo; el valor urbano (Elqui) con el costo evitado de una inversión alternativa en embalse (Puclaro / ESSCO). Distingue rentas financieras de compradores y vendedores de las ganancias económicas netas para la sociedad. Los costos de transacción dependen de la infraestructura: divisores fijos de caudal encarecen la reasignación entre agricultores; embalses y canales con compuertas (Limarí) la abaratan.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Avalar: el traspaso de derechos genera ganancias económicas sustanciales en Elqui y Limarí; los compradores obtienen rentas netas mayores que los vendedores (destacan uva de mesa en Limarí y agua potable / usos humanos en Elqui). En Elqui, la ganancia neta por acción (~US$790) está en el rango de precios recientes de transferencia (~US$1000). En Limarí, las ganancias por acción son unas 3,4 veces los precios recientes (~US$3000/acción del embalse Cogotí). Complementar: en el Maipo superior hubo pocas transacciones (EMOS compró 33 acciones en ocho años); divisores fijos limitan el comercio entre agricultores. En Azapa, pocos traspasos permanentes.
Materiales más significantes:	Tablas: costos de transacción (Elqui/Limarí); ganancias del comercio y rentas financieras; valoración ESSCO por costo evitado Puclaro. Ejemplos: mercado activo Limarí (Paloma–Cogotí–Recoleta); Elqui (transferencias a agua potable); Maipo (pocas transacciones); Azapa (arriendo de pozos).

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº3)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Water Pricing, Costs and Markets (Wheeler, Nauges & Grafton, 2023)
Palabras claves:	Precios del agua; recuperación de costos; tarifas volumétricas; elasticidad-precio; agua no contabilizada (NRW); mercados formales e informales; derechos de agua; Código de Aguas 1981; gestión de la demanda.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	El precio debería reflejar costos de suministro, de oportunidad/escasez y ambientales; en la práctica el agua suele estar subpreciada. Revisan tipos de tarifa (plana; two-part fijo + volumétrico uniforme; IBT; jump tariffs) y recomiendan esquemas simples: precio volumétrico único cercano al costo marginal más un cargo fijo, acompañado de transferencias o rebajas a hogares pobres. Sobre recuperación de costos: solo una fracción de utilities reporta cubrir O&M o el costo económico total; el NRW dificulta la viabilidad. Los PPP pueden mejorar eficiencia operativa y reducir NRW. Chile (§3.3.3): adopción temprana; el Código de 1981 hizo transferibles los derechos. El comercio es más frecuente donde hay escasez, usos de alto valor, bajos costos de transacción e infraestructura/asociaciones flexibles. La mayoría de transacciones es entre agricultores; las intersectoriales son infrecuentes.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir / complementar: marco global de precios y mercados para gestión de demanda; distinción entre principios (eficiencia, recuperación) y práctica (subprecio, IBT, límites políticos). Avalar: utilidad de tarifas simples (volumétrico + fijo + apoyo a vulnerables); mercados como instrumento de reasignación bajo condiciones institucionales e hídricas adecuadas. Complementar (Chile): evidencia de mercados tempranos con matices empíricos (información, intersectorialidad, condiciones locales).
Materiales más significantes:	Tabla 3.4 (transacciones en Chile 2005–2008); hallazgos de pricing y markets del resumen ejecutivo; sección Chile §3.3.3; referencias a IBNET/subsidios, elasticidades residenciales y literatura chilena

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº4)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	The Relative Efficiency and Implementation Costs of Alternative Methods for Pricing Irrigation Water (Tsur & Dinar, 1997)
Palabras claves:	Tarificación del riego; costos de implementación; pricing volumétrico; tarifa por área; output/input pricing; tiered; two-part tariff; eficiencia de primer y segundo mejor.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	Comparan métodos de tarificación del agua de riego y su eficiencia relativa considerando los costos de implementación. Métodos: volumétrico, por producto (output), por insumo (input), por área, tiered y two-part (volumétrico + cargo fijo). Sin costos de implementación, el volumétrico a costo marginal es first-best. Con costos (medición, cobro, administración) pasa a second-best y puede dejar de superar a alternativas más simples. Ejemplo numérico: algodón/trigo con precios de Haryana (India). Escenarios de costo de implementación asumidos: 0 %, 5 %, 7,5 % y 10 % de la recaudación. El efecto principal de las tarifas aparece en el patrón de cultivos, más que en la demanda de agua de un cultivo dado. En torno al 10 % de costos de implementación, el volumétrico se iguala al pricing por área; con costos fijos de medidores, el área puede ser superior. Chile se menciona vía Hearne & Easter (1995): derechos transferibles; ganancias del comercio en Elqui y Limarí; pocas transacciones donde hay divisores fijos (Elqui y Maipo).
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: marco para evaluar métodos de pricing neto de costos de implementación. Avalar: el volumétrico no es automáticamente first-best cuando medir y administrar es costoso; la elección del método depende del contexto informacional y administrativo.
Materiales más significantes:	Tablas 1–3 (parámetros Hexem–Heady; precios Haryana; escenarios 0–10 % de bienestar/precios); reseñas de países; mención a Chile/Elqui/Limarí/Maipo vía Hearne & Easter (1995).

	LECTURA ESPECÍFICA (Nº5)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Water Pricing in Chile: Decentralization and Market Reforms Donoso, G. (2015)
Palabras claves:	Tarifas urbanas WSS Chile; recuperación de costos; asequibilidad; regulación SISS; APR (Agua Potable Rural); mercados de derechos; Código de Aguas 1981; reforma 2005 (patente de no uso).
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	En el sector urbano, el marco tarifario busca recuperación de O&M e inversión, eficiencia y rentabilidad del capital. Tarifa two-part: componente variable (costo marginal de largo plazo, con peak/non-peak) y cargo fijo por conexión; subsidio directo a hogares vulnerables sin distorsionar el precio. Sobre mercados de derechos: más activos con escasez, usos de alto valor y OUA/infraestructura (p. ej. Limarí). En el Maipo hubo relativamente pocas transacciones (793 WUR 1993–1999 vs. ~6000 en Sistema Paloma). La reforma de 2005 introduce la patente de no uso y procedimientos para aguas subterráneas. El autor afirma explícitamente que en Chile no hay pricing del agua de riego: los agricultores enfrentan el costo de oportunidad vía mercados de derechos
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: cómo Chile tarifó y reguló el WSS urbano con recuperación de costos y asequibilidad. Complementar: contraste urbano regulado vs. APR rural; mercados de derechos como mecanismo de costo de oportunidad en ausencia de tarifa de riego. Avalar: evidencia de mejoras de cobertura y calidad en agua potable urbana bajo regulación + participación privada.
Materiales más significantes:	Figuras de cobertura, participación privada y tratamiento (SISS 2013); esquema tarifario two-part; consumo medio por hogar; ejemplos tarifarios por sistemas hidrológicos; datos de subsidio; referencias Hearne & Donoso, World Bank, DIPRES (APR), CNR.

	LECTURA ESPECÍFICA (Nº6)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Water Option Contracts for Climate Change Adaptation in Santiago's Maipo Basin. Vicuña, S. et al. (2018)
Palabras claves:	Contratos de opciones; cambio climático; adaptación; mercados de agua; agua urbana; cuenca del Maipo; Santiago.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Evalúan contratos de opciones de agua como adaptación al cambio climático en Santiago (cuenca del Maipo / Aguas Andinas). Proponen dos instrumentos con precios y volúmenes fijados ex ante ante condiciones de disparo: (1) leasing de derechos desde agricultura hacia usos urbanos en sequías; (2) contrato de ahorro que reduce consumo urbano en eventos cortos de turbidez. Conclusión: son instrumentos flexibles y de bajo costo relativo que mejoran la distribución del riesgo hidrológico y pueden complementar (o postergar) infraestructura grande; no requieren cambios regulatorios mayores, pero sí arreglos institucionales y análisis de beneficios/costos entre partes.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Complementar: mecanismo de mercado temporal (opciones) para seguridad hídrica urbana ante extremos climáticos en el Maipo. Orientar: diseño de leasing agrícola–urbano y de ahorro ante turbidez como seguros ex ante.
Materiales más significantes:	Modelo de la 1ª sección del Maipo; figuras de consumo de riego urbano/parques y autonomía ante turbidez; discusión de resultados y recomendaciones de política.

	LECTURA ESPECÍFICA (Nº 7)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	How Much Does Water Management Cost? The Case of the Ñuble River Irrigation System (Buzolic et al., 2021)
Palabras claves:	Costos de transacción; mercado imperfecto; mercado de agua; distribución proporcional; río Ñuble; gestión del riego.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Estiman el costo económico de las ineficiencias del mercado de derechos en el sistema de riego del río Ñuble (ÑRIS). Simulan un mercado perfecto (rentabilidad marginal del agua) y lo contrastan con la distribución actual proporcional por marcos partidores. Hallazgos: pérdidas netas por ineficiencia de mercado ~US$7,5–7,6 millones/año (~25 % de los retornos netos actuales). Con menos caudal las pérdidas crecen; en la última década los flujos del Ñuble cayeron >30 % respecto del promedio histórico. Retorno medio actual ~US$30,3 M vs. ~US$37,8 M en mercado perfecto; también baja el riesgo de la actividad. Cada canal opera casi como un mercado separado (poca transacción intercanal 2015–2017); la dispersión de precios es alta entre canales. Costos de transacción e información incompleta (CBR) y la rigidez de los divisores proporcionales limitan el comercio. Mejorar infraestructura/gestión reduciría esos costos y elevaría el valor de la tierra.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Avalar: evidencia cuantitativa de pérdidas por mercado imperfecto y distribución rígida en un sistema de riego chileno. Complementar: priorización de renovación de estructuras por canal (estrategia adoptada por la Junta de Vigilancia). Contrapropuesta: frente a prorrata rígida, mayor flexibilidad de asignación y menores costos de transacción.
Materiales más significantes:	Modelo hidro-económico ÑRIS (Tabla 1 cultivos); curvas de beneficio vs. disponibilidad; figura de costos de transacción; precios por canal 2015–2017; comparación de profundidad de mercado con Maipo/Mapocho (literatura).

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº8)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Case Study of Chile's 1981 Water Code Donoso,G., (2003)
Palabras claves:	Código de Aguas 1981; mercados de derechos; costos de transacción; Maipo; Paloma; especulación y acaparamiento; externalidades; lecciones institucionales.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1."Citas textuales"** 2. **Redacciones propias**	Estudio de caso del Código de Aguas 1981: derechos sólidos, transferibles e independientes de la tierra; libertad de uso; otorgamiento estatal si hay disponibilidad y no se afectan terceros. Desempeño: el mercado reasigna hacia usos de mayor valor cuando hay escasez, pero enfrenta costos de transacción, externalidades por definición imperfecta de derechos, información incompleta, inconsistencia derechos nominales/reales, conflictos por derechos consuetudinarios, especulación/acaparamiento (sobre todo no consuntivos) y debilidades institucionales. En 1ª sección del Maipo, el costo de modificar infraestructura rígida se estima ~10 % del valor del derecho (cae si el caudal transferido es mayor); en Paloma, infraestructura flexible y embalses permiten un mercado spot más profundo. El autor distingue costos "inevitables" (infra) de "evitables" (información, trámites)..
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: marco y problemas del WC81 como sistema de mercado. Avalar: reasignación mercantil condicionada a escasez e infraestructura; contraste Maipo (rígido) vs. Paloma (flexible). Complementar: lecciones de mesa redonda sobre condiciones indispensables para un mercado de derechos.
Materiales más significantes:	Resumen ejecutivo; secciones de desempeño (costos inevitables/evitables, Maipo vs. Paloma); capítulo de lecciones; referencias.

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº9)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Management of Water Resources in Agriculture in Chile Donoso, G. (2021)
Palabras claves:	Gestión del agua agrícola; gobernanza hídrica; mercados de derechos; eficiencia de riego; efecto rebote; cambio climático; Chile.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	Revisión integral de políticas de agua y gestión hídrica agrícola en Chile, su efectividad y desafíos (estrés hídrico, CC, conflictos). El riego aporta 60–65 % del PIB agrícola y ~82 % de la extracción consuntiva. Dominan sistemas gravitacionales (~72 % de la superficie); el riego por inundación (58 %) tiene la menor eficiencia (~30 %). La eficiencia promedio nacional subió de 48,6 % (1997) a ~57 % (2007), con más aspersión y microirrigación (Ley 18.450), pero los “ahorros” no se traducen en menor consumo: los agricultores expanden área regada (paradoja de Jevons / efecto rebote). Persisten problemas de gobernanza (gestión por secciones, externalidades aguas abajo, mercados imperfectos, coordinación institucional débil). La patente de no uso (reforma WC) busca estimular el uso efectivo de derechos. El autor llama a reconsiderar políticas e instituciones de agua agrícola en el marco de la gestión integrada.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: panorama actual de la gestión hídrica agrícola chilena y sus desafíos. Avalar: baja eficiencia relativa del gravitacional; efecto rebote de la modernización sin reducción de extracción. Complementar: vínculo entre mercados de derechos, externalidades de cuenca y necesidad de IWRM.
Materiales más significantes:	Figuras de área regada, eficiencia por macrorregión y estrés hídrico; datos ODEPA/INE/DGA; discusión de mercados y Ley 18.450; sección de desafíos/conclusiones.

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº10)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	World Bank: Pricing Irrigation Water: Principles and Cases from Developing Countries, Tsur, Y., et al. (2004)
Palabras claves:	Tarificación del riego; países en desarrollo; pricing volumétrico; tarifa por área; two-part tariff; Marruecos; China; México; Sudáfrica; Turquía.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Libro de principios económicos y casos empíricos sobre pricing del agua de riego. Capítulos teóricos (demanda, eficiencia, costos de implementación, vínculos macro) y cinco casos: Marruecos, China, México, Sudáfrica y Turquía. Comparan métodos (por área, volumétrico, output/input, tiered, two-part) y subrayan que la eficiencia “first-best” del volumétrico depende de los costos de medición/administración. El pricing por área es frecuente pero no first-best. Incluyen análisis de programación matemática y lineamientos de política (cap. 6).
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: marco teórico-práctico de tarificación del riego en países en desarrollo. Avalar: importancia de los costos de implementación al elegir el método de pricing. Complementar: evidencia comparada de cinco países
Materiales más significantes:	Capítulos 3–6 (principios y lineamientos); capítulos 7–11 (casos país); tablas de comparación de métodos y resultados de programación matemática.

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 11)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Water Rights Arrangements in Australia and Overseas – Chile Annex (Productivity Commission)
Palabras claves:	Derechos de agua Chile; Código de Aguas; WUAs / Juntas de Vigilancia; DGA; pricing urbano vs riego; subsidios CNR; comparación institucional.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Anexo descriptivo del sistema chileno de derechos de agua para un estudio comparativo australiano (no es un paper empírico de tarifas Maipo). Cubre marco legal (WC81), instituciones (DGA, DOH, SISS, CNR, WUAs), definición/transferibilidad de derechos, asignación, distribución, pricing, monitoreo y enforcement. Pricing: no hay regulación de precios de infraestructura de riego (WUAs cobran O&M/capital a miembros); sí regulación SISS en agua potable urbana con recuperación de costos. CNR/DOH otorgan subsidios a obras menores/mayores. Capital de riego no se recupera plenamente; O&M “no está claro” si se cubre. No hay cobro por externalidades ambientales de extracción.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Complementar: mapa institucional Chile vs. Australia. Definir: contraste entre pricing urbano regulado y ausencia de price regulation en riego.
Materiales más significantes:	Secciones 3 (organizaciones), 4 (derechos), 8 (pricing); figuras regionales; referencias DGA/SISS/Fernández & Medina.

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 12)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Revenue Collection and Financial Efficiency in Irrigation Projects (Lazo & Lora, 2025)
Palabras claves:	Recaudación; eficiencia financiera; proyectos de irrigación; tarifas volumétricas; O&M; revisión sistemática PRISMA.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Revisión sistemática internacional (PRISMA) sobre recaudación y eficiencia financiera en proyectos de riego (literatura 2015–2025). Síntesis: la recaudación de tarifas es clave para la sostenibilidad, pero a menudo no cubre O&M. Tarifas por superficie suelen ser insuficientes; las volumétricas pueden aumentar ingresos y promover uso más eficiente. Destacan modernización tecnológica, riego por goteo y reúso de agua tratada. El ahorro 28–40 % aparece como hallazgo citado de Marshall et al. (2021, Aqua-LAC, Chile: aguacates/cítricos), no como resultado primario de las autoras. Concluyen priorizar tarifas volumétricas, modernización y participación comunitaria.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Complementar: evidencia secundaria comparada sobre recaudación vs. O&M. Avalar (con cautela): preferencia de la literatura revisada por tarifas volumétricas frente a cargos por área.
Materiales más significantes:	Diagrama PRISMA; tablas de estudios por país/tema; conclusiones y limitaciones (bases y ventana 2015–2025).

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº13)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Irrigation Water Use Payments and Policies in Developing Countries (2023)
Palabras claves:	Cargos por agua de riego; tarifas; países en desarrollo; Uzbekistán; Asia Central; Marruecos (LSI); recuperación de costos.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Comunicación breve sobre pagos y políticas de agua de riego en países en desarrollo. Contextualiza escasez en Asia Central (proyecciones WB sobre Syr Darya/Amu Darya) y la transición hacia uso pagado del agua. Revisa prácticas de cobro (tarifas, impuestos, pagos) y, como ejemplo extranjero, la política marroquí de gran riego (LSI): el Estado construye infraestructura y el agricultor debe reembolsar ~40 % de inversión y 100 % de O&M mediante impuesto a la tierra y cargos volumétricos (Ait-Kadi, 2002). No es un estudio empírico de Chile ni un ensayo completo de principios de pricing.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Complementar: ejemplos de Asia Central y Marruecos sobre cobro de riego. Orientar: ilustra la idea de cost recovery parcial/total vía cargos volumétricos en LSI.
Materiales más significantes:	Discusión de políticas; referencias a leyes regionales y a Ait-Kadi (2002) / Parween et al. (2021).

	LECTURA ESPECÍFICA (Nº 14)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Pricing irrigation water for drought adaptation in Iran (Nikouei & Ward, 2013)
Palabras claves:	Pricing de riego; two-tiered pricing (TTP); sequía; seguridad alimentaria; recuperación de costos; cuenca Zayandeh-Rud; Irán.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Comparan el pricing actual bajo costo promedio (BACP) con un esquema two-tiered (TTP) en la cuenca Zayandeh-Rud (Irán central), con modelo de balance hídrico y uso de cultivos a 10 años bajo suministro normal y reducido (sequía). TTP: primer tramo a precio asequible para riego de subsistencia/seguridad alimentaria; segundo tramo (uso discrecional) a precio más alto que internaliza escasez y aporta a la recuperación financiera. Bajo BACP, en sequía los usuarios de aguas arriba toman su dotación y los de abajo pueden quedar sin agua; el precio no sube para incentivar conservación. Conclusión: TTP mejora seguridad alimentaria y sostenibilidad financiera frente a BACP en sequía (el precio del tramo discrecional subvencionaría el de subsistencia), aunque puede reducir ingreso de predios >1 ha respecto de BACP en sequía.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: diseño TTP como instrumento de adaptación a sequía con metas de equidad (subsistencia) y eficiencia (uso discrecional). Avalar: límites del pricing fijo bajo costo en sequía; utilidad de diferenciar tramos de tarifa. Complementar: evidencia de cuenca iraní (no caso chileno).
Materiales más significantes:	Figuras de la cuenca y red de nodos; tablas comparativas BACP vs TTP (hidrología, cultivos, economía); sección de conclusiones.

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 15)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Irrigation Water Pricing Policies and Water Resources Management (Parween et al., 2021)
Palabras claves:	Pricing de riego; India; política nacional del agua; recaudación de ingresos; pricing volumétrico; aguas subterráneas; tarifa eléctrica rural.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Revisión de mecanismos de tarificación del agua de riego (superficial y subterránea) entre estados de India, donde el agua es competencia estatal y las tarifas varían mucho. Diagnóstico: baja recaudación (aunque la cobrada llega a ~60–90% de lo tasado en varios estados) por tarifas bajas, poca revisión periódica y fallas en el cobro; no alcanza para O&M. Falta en muchos estados la autoridad reguladora prevista en las National Water Policies. Recomendaciones: autoridad reguladora con mandato estatutario; tarifas racionales y revisión periódica (inflación); rango orientativo ~3–12% del ingreso bruto agrícola (ajuste respecto de 6–12% de Maharashtra); volumétrico viable primero en pozos/tubewells (volumen vía horas de suministro); en superficie, volumétrico exige inversión en infraestructura y plan operativo; mientras tanto, racionalizar/simplificar el cobro actual por área/cultivo; política de tarifa eléctrica rural y Groundwater Conservation Fee (GWCF) para controlar sobreexplotación.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: condiciones institucionales para pasar a volumétrico (infraestructura, gobernanza, equidad). Avalar: que pricing solo no basta si falla el cobro y O&M. Complementar: evidencia india (no Chile/Maipo); contraste área vs volumen y nexo energía–pozos.
Materiales más significantes:	Tablas de tarifas/recaudación por estado; comparación internacional de recovery; highlights sobre volumétrico en pozos y GWCF; sección de conclusiones.

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº16)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Irrigation Water Pricing: The Gap Between Theory and Practice (Molle & Berkoff, eds., 2007)
Palabras claves:	Pricing de riego; brecha teoría-práctica; recuperación de costos; pricing volumétrico; cuotas; incentivos; Comprehensive Assessment.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Libro editado (síntesis + casos) sobre la brecha entre la teoría económica (precio = incentivo de eficiencia y recuperación) y la práctica en riego. Tesis central (caps. 1–2): no se puede extrapolar del agua urbana/energía al riego. La mayoría de esquemas son “water takers”; el volumétrico a nivel predial es raro en países en desarrollo por infraestructura, medición, costos de transacción y política. Dominan cargos por área/cultivo u otros no volumétricos; los precios suelen usarse “al margen” junto a cuotas/derechos, no como mercado on-demand. Chile aparece de forma puntual (p. ej. mercados activos en Limarí; Maipo/Mapocho con baja proporción de derechos transados 1990–97, parte hacia utilities), citando a Bauer y otros — no como caso modelo que “cierra” la brecha con ventas volumétricas en embalses tipo Convento Viejo. Mensaje de política: objetivos fiscales, de equidad y de escasez deben diseñarse según contexto hidráulico e institucional; “getting the prices right” no es la solución universal.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: marco crítico de la brecha teoría–práctica del pricing de riego. Contrapropuesta: limitar extrapolaciones ingenuas del volumétrico como óptimo automático. Complementar: casos internacionales (Asia, MENA, Europa, etc.); Chile solo como mención de mercados, no caso central del libro.
Materiales más significantes:	Caps. 1–2 (historia de la idea y mapeo del debate); tipología de cargos (área, volumétrico, bloques, híbridos); capítulos de caso; síntesis sobre cuotas vs precios.

	LECTURA ESPECÍFICA (Nº 17)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Administración Privada del Agua en Chile (Baeza, 2008)
Palabras claves:	Organizaciones de usuarios; comunidades de agua; Código de Aguas 1981; capital social; Estero Chimbarongo; Colchagüa; Embalse Convento Viejo; privatización.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Tesis sociológica exploratoria (entrevistas) sobre organizaciones de base que administran agua de riego en el Estero Chimbarongo: activos sociales internos, articulación con niveles superiores y con la institucionalidad pública, en el marco de la privatización post-1981. Hallazgos clave: estabilidad histórica y autonomía estatal del sistema organizativo de repartición; inflexión con reforma agraria (más actores) y con el Código 1981; tensiones entre organizaciones tradicionales no formalizadas y comunidades formalmente reconocidas; exclusiones (otros usos, subterránea). Los intercambios en las organizaciones se rigen por arreglos institucionales, no por un mercado: en Chimbarongo no opera mercado de agua al momento del estudio. Convento Viejo: contexto de la primera obra concesionada para riego exclusivo; se describe el esquema de precio unitario (máx. 0,002 UF/m³ solo en contratos >36 meses según bases) y preocupaciones de pequeños agricultores. El estudio no evalúa resultados de O&M ni reducción de pérdidas: las tarifas “aún no están establecidas” y el mercado podría configurarse al ponerse en marcha el embalse (construcción estatal de incentivos).
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: mirada sociológica de OUA/comunidades de base bajo privatización. Complementar/contrapropuesta: Convento Viejo como proceso en curso y regulado, no como evidencia de éxito tarifario volumétrico ya logrado.
Materiales más significantes:	Resumen y palabras clave; sección Convento Viejo; análisis de acción económica/mercado; conclusiones (puntos 1–9 y sobre comunidades de base); anexos de organizaciones DGA.

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 18)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Water Scarcity, Prices and Quotas (Molle, 2009)
Palabras claves:	Escasez hídrica; pricing volumétrico; cuotas; gestión de la demanda; instrumentos económicos; riego público.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	Revisión empírica de esquemas de riego público con escasez y pricing volumétrico (bulk o individual). Alcance estrecho: el volumétrico predial es raro en gravedad. Tesis: frente a la literatura que prioriza “precios correctos” para racionar, en la práctica la escasez se gestiona casi siempre con cuotas/derechos. Los precios suelen regular el uso al margen (más allá de la cuota), no sustituir el racionamiento; eso queda lejos del efficiency pricing. Ventajas percibidas de las cuotas: equidad, transparencia y alinear demanda con oferta con menor pérdida de ingreso agregada que un racionamiento puro por precio. Limitaciones: rigideces y posibles ineficiencias si no se actualizan; si son transables, se reasignan mejor (Australia, oeste de EE.UU., Chile como mención breve), pero el trading libre sigue siendo raro en países en desarrollo. No analiza Maipo ni concluye que mercados+precios “superan” a las cuotas en Chile.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Contrapropuesta: matizar la fe en el precio como instrumento principal de escasez. Definir: rol secundario del precio vs rol primario de la cuota en esquemas volumétricos reales. Complementar: evidencia internacional (no caso Maipo).
Materiales más significantes:	Abstract y keywords; casos de bulk vs individual; sección de discusión cuotas vs precios; Conclusions.

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº 19)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Economic Aspects of Irrigation Water Pricing (Tsur, 2005)
Palabras claves:	Pricing de riego; costo marginal; recuperación de costos; tarifa en dos partes; costos de implementación; user cost / escasez intertemporal; gestión de la demanda.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Ensayo conceptual (extiende Tsur et al. 2004): con poco margen de nueva oferta, la gestión de demanda y el pricing son centrales. Eficiencia: precio volumétrico ≈ costo marginal de suministro (ingeniería + costo de oportunidad / user cost intertemporal si hay stocks). Sin costos de implementación, volumétrico (o afines: bloques, two-part) es eficiente. Con costos de medición/administración, otros métodos (p. ej. por área) pueden rendir más beneficio neto; cita Tsur & Dinar (1997): por área puede superar a volumétrico si costos de implementación >~7,5% de lo recaudado. Recuperación de costos fijos: no deben entrar en la tasa volumétrica de eficiencia; conviene cargo fijo (hookup/área) en tarifa de dos partes. Chile aparece solo como ejemplo bibliográfico de mercados de derechos (Hearne & Easter), no como caso empírico de ganancias de eficiencia ni de “falta de fondos” en este paper.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: reglas económicas básicas (MC pricing, user cost, two-part). Complementar: matizar que “solo volumétrico” no siempre maximiza beneficio neto. Avalar: pricing como pieza de demand management, no panacea aislada.
Materiales más significantes:	Secciones Efficient Pricing / Cost Recovery / Which Method; figuras de curvas MC-AC; Conclusions (demand management + límites del ensayo).

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 20)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Reforming Water Policies in Agriculture (OECD/Gruère et al., 2018)
Palabras claves:	Reforma de políticas; agua en agricultura; OCDE; ventanas de oportunidad; gobernanza; incentivos económicos; secuencia de reforma; stakeholders.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Policy brief corto: el sector agrícola enfrenta riesgos hídricos crecientes (clima, competencia de usos, contaminación); reformar políticas de agua en agricultura es difícil, gradual y a menudo incompleto. Mensaje central: aprovechar ventanas de oportunidad (sequías, inundaciones, contaminación, condiciones políticas/económicas) y preparar la reforma. Cinco condiciones: (1) evidencia para definir el problema y evaluar impactos; (2) gobernanza/instituciones alineadas; (3) engagement estratégico de stakeholders y confianza; (4) rebalancear incentivos económicos (incl. compensaciones de corto plazo); (5) secuencia de reforma flexible (“smart sequencing”). Chile aparece solo en un gráfico de transferencias de apoyo al riego entre países OCDE, no como caso de mercados maduros, rebound ni pricing volumétrico. El brief no concluye “mercados + tarifas volumétricas” ni habla de Maipo.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Orientar: checklist político-institucional para reformas agua–agricultura. Complementar: énfasis en proceso de reforma (timing, trust, sequencing), no en diseño tarifario detallado.
Materiales más significantes:	Bullets de apertura; figura de las 5 condiciones; gráfico de irrigation support transfers; lecturas sugeridas (papers OECD 113 y 128).

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº21)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Diagnóstico para un cambio: los dilemas de la regulación de las aguas en Chile (Costa Cordella, 2016)
Palabras claves:	Derecho de aguas; regulación; Código de Aguas 1981; cambio regulatorio; mercado de derechos; dilemas; institucionalidad; bien nacional de uso público.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Artículo jurídico-político de diagnóstico (no propone un diseño tarifario). Describe tres rasgos del sistema post-1981: mercado de derechos reales transables; gestión preponderante de usuarios; escasa injerencia estatal. Clasifica problemas en cuatro dilemas: (1) ideológico (tensión propiedad/mercado vs. agua como bien nacional de uso público; cita opinión 82,8% preferiría propiedad estatal); (2) material (escasez física); (3) acceso y disponibilidad (p. ej. derecho humano al agua, ambiente); (4) institucionalidad (organización administrativa débil/fragmentada). Conclusión clave: subsumir todo en “el mercado” como causa y solución es insuficiente; intervenir el mercado puede ser necesario pero no basta. Hace falta diagnóstico ordenado multidisciplinario, no solo un cambio normativo.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: tipología de dilemas para ordenar el debate regulatorio chileno. Contrapropuesta: evitar soluciones unidimensionales centradas solo en abolir/reformar el mercado. Complementar: marco de derecho/políticas públicas (no evidencia hidráulica de pérdidas).
Materiales más significantes:	Resumen; sección de características (mercado, usuarios, Estado); desarrollo de los 4 dilemas; Conclusiones (cambio regulatorio y límites de la “autopoiesis” legal).

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 22)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Regularización de derechos consuetudinarios de aguas: crítica a la jurisprudencia vacilante de la Corte Suprema (Vergara Blanco, 2018)
Palabras claves:	Derechos consuetudinarios; regularización; Código de Aguas art. 2° transitorio; Corte Suprema; jurisprudencia; certeza jurídica; accesión de posesiones.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 3. **Redacciones propias**	Estudio de caso jurisprudencial: regularización de usos/derechos consuetudinarios vía art. 2° transitorio del Código de Aguas (uso efectivo al 29/10/1981 + ≥5 años de uso). Se estima ~70% de usos efectivos en 1981 eran consuetudinarios sin título inscrito (cita Banco Mundial). Hasta ~julio 2014 la Corte Suprema tendía a aceptar la suma/accesión de posesiones. Desde diciembre 2014, nueva línea (con zigzagueos) que exige “uso personal” del mismo solicitante en 1981 y hoy —requisito que el autor considera impracticable y no exigido por la ley— y que ha generado ~18 sentencias de rechazo frente a un menor número de aceptaciones (documenta 5 en la línea tradicional reciente / anexos). Conclusión: jurisprudencia contra legem + vacilación por integración de la Tercera Sala → doble incerteza (criterio de fondo y dispersión). Critica trato diferenciado “pro indígena” en algunos fallos. Reflexiona sobre política pública jurisdiccional y certeza jurídica.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: problema de formalización/certeza de derechos consuetudinarios post-2014. Complementar: dimensión jurídico-procesal (no pricing ni O&M). Contrapropuesta: advertir contra requisitos extralegales que bloquean regularización.
Materiales más significantes:	Introducción (tesis i–iii); tablas/anexos de sentencias acepta/rechaza; sección 8 Conclusiones; anexos 9.x de casuística.

	LECTURA ESPECÍFICA (Nº23)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Análisis del mercado del agua de riego en Chile: una revisión crítica a través del caso de la Región de Valparaíso (Donoso et al., 2010)
Palabras claves:	mercado agua riego, Valparaíso, costos de transacción, pérdidas 40%, especulación, infra rígida.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 3. **Redacciones propias**	Este estudio realiza una revisión crítica del funcionamiento del mercado de agua de riego en Chile, utilizando como caso principal la cuenca del Aconcagua (Región de Valparaíso), que presenta características muy similares a la del Maipo. Los autores documentan altos costos de transacción derivados de la rigidez de la infraestructura canalera, especulación de derechos y externalidades ambientales. Los precios de transacción muestran una dispersión extrema (entre 19 y 192 UF por litro/segundo), mientras que las pérdidas por filtración y evaporación alcanzan el 40 %. La patente de no uso (introducida en 2005) resulta poco efectiva para desincentivar el acaparamiento. El trabajo concluye que el mercado chileno es ineficiente sin medición volumétrica y que las tarifas fijas por hectárea no incentivan conservación ni financian mantenimiento.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	- Avalar: Avala que en cuencas con infra rígida (como Valparaíso y Maipo) los altos costos de transacción y la ausencia de medición volumétrica generan pérdidas del 40 % y precios altamente variables, demostrando que las tarifas fijas por hectárea no incentivan conservación ni financian upgrades de canales. - Orientar: Orienta hacia la necesidad de tarifas volumétricas + medición como solución para mejorar eficiencia en sectores del Maipo, reduciendo costos de transacción y permitiendo que los mercados funcionen de manera más fluida y productiva.
Materiales más significantes:	- Tablas: Precios de transacción (rango 19-192 UF/ls) y pérdidas del 40 % en la cuenca Aconcagua. - Mapas: Cuenca Aconcagua y comparación con rigidez similar a Maipo.

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº24)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Sistemas de derechos de agua: un análisis comparativo de la eficiencia económica en la asignación del recurso (Méndez Sayago, 2008)
Palabras claves:	sistemas derechos agua, comparación Chile-Colombia-EE.UU., eficiencia económica, asignación recurso.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Este artículo realiza un análisis comparativo de tres sistemas de derechos de agua: Chile (propiedad privada perpetua y transferible), Estados Unidos (doctrina de apropiación prioritaria) y Colombia (concesiones temporales con Tarifa de Uso del Agua – TUA volumétrica). El autor evalúa su eficiencia económica en la asignación del recurso hídrico y concluye que el modelo chileno es altamente eficiente en reasignación a través de mercados, pero presenta problemas de concentración y bajos incentivos a la conservación por ausencia de cobros volumétricos. En cambio, el sistema colombiano con TUA volumétrica internaliza mejor la escasez y genera señales de precio más claras. El estudio destaca que Chile logra buena asignación pero adolece de rigidez infraestructural y falta de tarifas que reflejen costo de oportunidad, mientras que Colombia equilibra mejor eficiencia y equidad.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	- Complementar: Complementa comparando el modelo chileno (propiedad perpetua) con Colombia (concesiones temporales + TUA volumétrica), mostrando que este último internaliza mejor la escasez y reduce desperdicios. - Orientar: Orienta a un híbrido mercado chileno + tarifas volumétricas para Maipo, mejorando asignación y financiamiento de infraestructura.
Materiales más significantes:	- Tablas: Comparación Chile-Colombia-EE.UU. en eficiencia económica y asignación del recurso. - Gráficos: Eficiencia allocativa bajo los tres sistemas.

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 25)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Análisis Comparado de la Gobernanza del Agua en América del Sur (Correa et al., 2025)
Palabras claves:	gobernanza del agua, comparación Sudamérica, Chile mercado vs otros, inequidad, participación.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Este trabajo realiza un análisis comparado de los modelos de gobernanza del agua en América del Sur, contrastando el enfoque chileno (mercado de derechos privados y transferibles post-1981) con los modelos de Bolivia y Ecuador (agua como derecho humano con fuerte rol estatal), Brasil (enfoque participativo y cuencas) y Perú (gestión estatal centralizada). Los autores destacan que el modelo chileno prioriza eficiencia económica y reasignación a través de mercados, pero genera inequidad, concentración de derechos y falta de tarifas reales, agravando pérdidas y acaparamiento. En contraste, los otros países incorporan mayor participación social y reconocimiento del agua como bien público, aunque con menores incentivos de mercado. El estudio concluye que Chile necesita incorporar elementos de gobernanza integrada (participación, caudales ecológicos y tarifas volumétricas) para equilibrar eficiencia económica con equidad y sustentabilidad.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	- Contrapropuesta: Contrapone el enfoque económico chileno (propiedad privada y mercados) que genera inequidad y concentración de derechos frente a modelos más participativos y orientados al derecho humano en Bolivia, Ecuador, Brasil y Perú. - Complementar: Complementa proponiendo una gobernanza híbrida con tarifas volumétricas para lograr equidad, financiamiento de obras y reducción de pérdidas en cuencas como Maipo/Nueva Punilla.
Materiales más significantes:	- Tablas: Comparación de modelos de gobernanza (Chile vs. Bolivia/Ecuador/Brasil/Perú) en eficiencia, equidad y participación. - Mapas: Cuencas representativas de Sudamérica.

	LECTURA ESPECÍFICA (Nº 26)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Water Pricing in Israel: Various Waters, Various Neighbors (Becker, 2015)
Palabras claves:	pricing Israel, tarifas progresivas volumétricas, zona árida, reducción consumo agrícola, eficiencia, desalación.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	Este capítulo analiza el sistema de tarificación del agua en Israel, un país con clima extremadamente árido y alta escasez hídrica. Becker describe un esquema de tarifas progresivas por bloques (0,5-3 NIS/m³) que varía según la fuente del agua (desalinizada, subterránea, superficial o reciclada) y el tipo de usuario. El sistema cubre entre 80 % y 90 % de los costos totales de suministro, con subsidios cruzados que benefician al sector agrícola. Gracias a las tarifas volumétricas y a la combinación con tecnologías de goteo, Israel ha logrado reducir el consumo agrícola en un 20% y las pérdidas en un 50%.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	- Avalar: Avala que las tarifas progresivas volumétricas (0,5-3 NIS/m³ según bloques y fuente) reducen el consumo agrícola en 20 % y las pérdidas en 50 % (con riego por goteo), financiando infraestructura como plantas de desalación en una zona árida extrema.
Materiales más significantes:	- Tablas: Tarifas progresivas (0,5-3 NIS/m³) por fuente y bloque. - Gráficos: Reducción consumo 20 % y pérdidas 50 %. - Ejemplos: Bloques por fuente y subsidios cruzados para riego.

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº 27)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	El agua en Chile: entre los derechos humanos y las reglas del mercado (Larraín, 2006)
Palabras claves:	derecho humano al agua, mercado hídrico Chile, concentración, pérdidas riego, equidad.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	Este artículo realiza una crítica profunda al modelo de gestión del agua en Chile, analizando la tensión entre el reconocimiento del agua como derecho humano y el enfoque de mercado instaurado por el Código de Aguas de 1981. Larraín documenta la alta concentración de derechos (84,6 % en manos de la agricultura) y las elevadas pérdidas en riego (70-80 % por filtración y evaporación en canales gravitacionales). Critica que las tarifas urbanas (post-privatización sanitaria) son altas y regresivas, mientras que en el riego agrícola predomina el “agua gratis” con derechos perpetuos, generando especulación y acaparamiento. El autor argumenta que los mercados priorizan el lucro sobre el acceso equitativo y la sustentabilidad, agravando inequidades y la degradación ambiental. Propone equilibrar el marco legal con principios de derecho humano, caudales ecológicos y tarifas volumétricas que permitan financiar mantenimiento y reducir pérdidas sin sacrificar la eficiencia económica.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	- Contrapropuesta: Critica el Código 1981 por concentración (84,6 % agricultura) y altas pérdidas (70-80 % en riego), priorizando lucro sobre acceso y sustentabilidad. - Avalar: Avala que tarifas volumétricas equilibran mercado con derecho humano, reduciendo desperdicio y financiando mantenimiento en contextos como Maipo.
Materiales más significantes:	- Tablas: Concentración de derechos (84,6 % agricultura) y distribución por sector. - Gráficos: Pérdidas 70-80 % en riego y evolución de tarifas urbanas vs. rurales.

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº 28)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Marco Jurídico para la Gestión del Agua en Chile (Larraín et al., 2010)
Palabras claves:	marco jurídico aguas Chile, diagnóstico, desafíos, propiedad perpetua, acaparamiento, caudales ecológicos.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Cartilla de diagnóstico ciudadano/ONG: historia jurídica (merced → Código 1951/reforma agraria → Constitución 1980 + Código 1981 con derechos reales separados de la tierra y mercado); mapa de legislación e instituciones (DGA, DOH, CNR, SISS, CONAMA, etc.) y dispersión de funciones estatales. Reforma 2005 (Ley 20.017): patente por no uso; caudal ecológico mínimo al constituir derechos; se presenta como avance parcial e insuficiente frente a concentración, sobreexplotación y degradación ambiental. Propuestas que el texto recoge: nueva reforma del Código (límites a la propiedad, zonas agotadas/saturadas, reservas y caudales ecológicos); gestión integrada de cuencas; leyes de glaciares/humedales; normas de calidad y de eficiencia; recuperación de AP/saneamiento bajo propiedad pública; reformas constitucionales en debate (2009–2010) y vínculo con derecho humano al agua (Estambul 2009 / ONU).
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Orientar: agenda de reforma desde perspectiva Chile Sustentable / Coordinadora por la Defensa del Agua y la Vida. Definir: mapa institucional y críticas al modelo 1981/2005. Complementar: fuente de advocacy (no paper académico empírico de pricing).
Materiales más significantes:	Índice (historia, legislación, reforma 2005, instituciones, propuestas, DHA); cuadros de organismos; listado de propuestas de reforma; sección ONU/DHA.

	LECTURA ESPECÍFICA (Nº 29)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Concesión Embalse Nueva La Punilla (MOP, 2025)
Palabras claves:	Embalse Nueva La Punilla; concesión; Región del Ñuble; río Ñuble; CFRD; CSBF; tarifa por acción; entrega regulada de aguas; subsidio a la construcción/operación.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 3. **Redacciones propias**	Ficha de licitación (5 diapositivas) del proyecto de concesión de construcción, mantención y explotación del embalse en Provincia de Punilla (Ñuble), cuenca río Ñuble, para consumo humano, caudal ecológico y riego Antecedente: concesión previa “Embalse La Punilla” adjudicada DS MOP 152/2016 (625 Hm³; muro ~137 m), extinguida por mutuo acuerdo (ago. 2021). Nuevo proyecto: presa CFRD ~137 m; volumen total indicado 565 millones m³; RCA 018/2010 vigente (embalse + central hidro); ~97% superficie expropiada. Economía (preliminar): presupuesto oficial ~UF 10.572.000; plazo 480 meses (40 años). Tarifas: CSBF con máximos UF 42 (acción Tipo A) y UF 49 (Tipo B), modalidades contado/cuota anual; Servicio Especial Obligatorio de Entrega Regulada de Aguas Permanentes con tope 0,0038 UF/m³ + IVA (tarifa fijada por el concesionario bajo ese máximo).
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: parámetros públicos de la concesión Nueva La Punilla (obras, tarifas tope, plazos). Complementar: ejemplo chileno reciente de tarifa fija por acción + tope volumétrico en entrega regulada, con subsidio estatal. Avalar: solo lo que dice la presentación (no extrapolaciones a Maipo).
Materiales más significantes:	Láminas de obras; condiciones económicas/tarifas/subsidios; cronograma BALI; contraste con concesión extinguida.

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº 30)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Cost Recovery and Water Pricing for Irrigation and Drainage Projects (Easter & Liu, 2005)
Palabras claves:	Recuperación de costos; pricing de riego; O&M; WUAs; autonomía financiera; pricing por área; volumétrico; mercados de agua; Banco Mundial.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	Discussion paper del Banco Mundial: por qué la recuperación de costos/cobro es baja; principios de cost recovery; diseño de esquemas (área, volumétrico, mercados); guías para mejorar cobro y reducir uso por unidad de producto; casos y consultas a staff del Banco. Dos objetivos del cobro: (1) financiar O&M (y a veces capital) para sostenibilidad; (2) incentivar menos agua por unidad de producto / mayor valor por m³. Históricamente prioriza (1); la escasez eleva (2). Mensaje de reforma: no hay una sola receta; lo recurrente es más autoridad/responsabilidad a agricultores (WUAs), transparencia (que lo cobrado vuelva al sistema), entidad proveedora con autonomía financiera, estructura de tarifas simple/equitativa, combate a corrupción “informal”, y —donde hay escasez— instrumentos para conservar/reasignar (incl. mercados: Chile citado vía Hearne & Easter 1995 en dos valles, no Maipo). No prescribe “solo volumétrico” para Chile ni trata Convento Viejo/Punilla; no afirma cobros universales 90–100% ni “sin subsidios permanentes” como regla universal.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Definir: checklist institucional de cost recovery + tipología de pricing. Avalar: vínculo cobro–servicio–autonomía WUA (más que “subir la tarifa”). Complementar: evidencia multi-país del Banco; Chile solo como ejemplo de mercados.
Materiales más significantes:	Executive Summary; secciones 3–5; Tablas 1–5; Boxes China/India; Appendix 2 (casos por país).

	LECTURA ESPECIFICA (Nº 31)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Mesa Nacional del Agua – Primer Informe (Mesa Nacional del Agua, 2020)
Palabras claves:	Palabras clave: Mesa Nacional del Agua, política hídrica de largo plazo, seguridad hídrica, cambio climático, sequía extrema, diagnóstico compartido, institucionalidad del agua, gestión integrada de cuencas, tarifas y eficiencia, infraestructura hídrica, Chile 2020.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Resumen Este es el Primer Informe oficial de la Mesa Nacional del Agua convocada en octubre de 2019 en medio de la sequía más severa registrada en Chile. El documento establece un diagnóstico compartido con amplia participación público-privada y define tres grandes desafíos: (I) Seguridad Hídrica, (II) Calidad de las aguas y ecosistemas relacionados, y (III) Marco legal e institucional. Identifica 12 ejes temáticos (acceso universal al agua potable y saneamiento, plan de infraestructura y nuevas fuentes, planificación estratégica de cuencas, protección de ecosistemas, gestión de acuíferos, protección de glaciares, institucionalidad pública y a nivel de cuenca, principios básicos, investigación e información, eficiencia hídrica y educación, y financiamiento).
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Complementa: Necesidad de hacer un uso eficiente y/o sustentable de los recursos hídricos, la gestión integrada o a nivel de cuenca, el fortalecimiento de la institucionalidad tanto pública como privada (organizaciones de usuarios), y la debilidad de la información disponible para la toma de decisiones.
Materiales más significantes:	- Tablas: Resumen de políticas/estrategias hídricas previas (1999-2015), ejes temáticos y desafíos principales; cobertura de servicios sanitarios urbanos y rurales. - Gráficos: Variación de precipitación y caudales medios (1985-2015) por cuenca, distribución de demanda consuntiva por sector (2015).

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 32)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Propuesta de Política de Desarrollo y Sostenibilidad Hídrica para la Región de Valparaíso (Gobierno Regional de Valparaíso, 2019)
Palabras claves:	política hídrica regional, Valparaíso, sostenibilidad hídrica, brecha hídrica, gestión integrada de recursos hídricos (GIRH), cambio climático, gobernanza del agua, pilares estratégicos, eficiencia hídrica, nueva institucionalidad, cuencas tensionadas,
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	Elaborado por el Gobierno Regional bajo la Ley de Fortalecimiento de la Regionalización. Presenta un diagnóstico del contexto hidrológico regional (alta tensión hídrica, megasequía 2007-2018, disminución de precipitaciones y caudales, brecha entre oferta y demanda) y propone una visión de largo plazo con cuatro focos estratégicos: (1) agua para consumo humano y saneamiento, (2) agua para producción agroalimentaria, (3) agua para producción industrial/minera/energética y (4) agua para preservación ecosistémica. Incluye principios básicos (GIRH, equidad, eficiencia, participación), una matriz de operacionalización, pilares y ejes, y un modelo de gobernanza con implementación y seguimiento. Enfatiza la necesidad de nuevas fuentes de agua, eficiencia, nueva institucionalidad regional y coordinación con instrumentos nacionales
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	- Orientar: Orienta hacia la aplicación de tarifas volumétricas y gobernanza regional en sectores del Maipo: propone pilares que incluyen eficiencia hídrica y financiamiento de infraestructura, replicables para mejorar servicio, obras civiles y reducción de pérdidas en canales de 20-30 m^3/s.
Materiales más significantes:	- Tablas: Demanda de agua por cultivo y provincia; nuevas fuentes potenciales de agua; matriz de operacionalización de la política. - Gráficos: Distribución del consumo hídrico 2016; número de decretos de escasez por territorio; brecha hídrica en cuencas analizadas.

	LECTURA ESPECÍFICA (Nº 33)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Collective action for water quality management in agriculture: The case of drinking water source protection in France (Amblard, 2019)
Palabras claves:	acción colectiva, contaminación difusa agrícola, captaciones de agua potable, costos de transacción, marco SES (sistema socio-ecológico), cooperación agua-agricultura, contratos agroambientales, Francia
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Este artículo analiza la efectividad de la acción colectiva entre proveedores de agua potable y agricultores para controlar la contaminación difusa agrícola (nitratos y pesticidas) en seis captaciones prioritarias de agua potable en Francia. Los resultados muestran que el éxito depende de la interacción entre variables hidrogeológicas (tamaño y predictibilidad del acuífero), características de los actores (recursos de los proveedores, tipo de sistemas agrícolas y preferencias ambientales), incentivos contractuales (compensaciones que coincidan con el contexto local) y el entorno político-económico (apoyo público y amenaza regulatoria).
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Orientar: la autonomía local en la definición de medidas y el monitoreo compartido reducen costos de transacción y permiten financiar mejoras en canales para evitar pérdidas y mejorar el servicio, replicando lecciones de los casos franceses exitosos.
Materiales más significantes:	- Tablas: Variables del marco SES y su impacto en beneficios/costos de la acción colectiva; características de los seis casos (tamaño de captación, contaminación, sistemas agrícolas). - Mapas: Localización de los seis casos en Francia.

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 34)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Developing a national framework for safe drinking water – Case study from Iceland (Gunnarsdottir et al., 2015)
Palabras claves:	marco nacional agua potable segura, Water Safety Plans (WSP), vigilancia calidad agua, protección fuentes, gobernanza institucional, pequeños sistemas, Islandia, directivas UE/EEA, gestión preventiva, roles y responsabilidades.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	Este artículo presenta un estudio de caso del marco nacional islandés para agua potable segura. Islandia, como miembro del Espacio Económico Europeo (EEE), ha incorporado las directivas de la UE y ha establecido desde 1995 un enfoque preventivo obligatorio (Water Safety Plans - WSP). El marco incluye legislación sobre calidad del agua, protección de fuentes, vigilancia por autoridades locales y centrales, y responsabilidad de los proveedores. El análisis identifica logros (alta cobertura de WSP en grandes sistemas, reducción de brotes y diarrea) y desafíos principales: falta de orientación y control central, vigilancia insuficiente en pequeños sistemas, comunicación deficiente entre actores, y claridad en roles institucionales. Se recomiendan mejoras en auditorías externas de WSP, apoyo técnico a sistemas pequeños y procedimientos claros de crisis. La mayoría de las lecciones son transferibles a otros países europeos.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	**Complementar:** Complementa el análisis de gobernanza hídrica chilena (Mesa Nacional del Agua y políticas regionales) al mostrar cómo un marco nacional holístico (legislación + vigilancia + gestión preventiva WSP) mejora la seguridad del agua potable y reduce riesgos de contaminación difusa.
Materiales más significantes:	Tabla 1: Marco nacional islandés – roles y responsabilidades de reguladores de calidad, protección de recursos, salud pública y proveedores de agua (con ítems subrayados que faltan o son incompletos). Figura 1: Estado de 299 captaciones de agua según tamaño del sistema (2012).

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 35)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	National Water Strategy (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2023)
Palabras claves:	estrategia nacional del agua, Alemania, gestión sostenible hídrica, adaptación climática, Directiva Marco del Agua UE, restauración ecosistemas, contaminación difusa, infraestructura resiliente, visión 2050, gobernanza multi-nivel, principio de precaución, ciclo agua-energía-sustancias.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 2. **Redacciones propias**	Documento oficial de la Estrategia Nacional del Agua de Alemania (decisión del Gabinete de 15 de marzo de 2023). Presenta una visión holística a 2050 basada en 10 ejes estratégicos para enfrentar desafíos como escasez hídrica, contaminación (nutrientes, trazas, microplásticos), cambio climático y pérdida de biodiversidad. Incluye principios (precaución, quien contamina paga, responsabilidad compartida, integración) y un programa de medidas concretas. Enfatiza la protección y restauración de un régimen hídrico semi-natural, uso del suelo compatible con cuerpos de agua, infraestructura resiliente y gobernanza eficiente.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	**Complementar:** Complementa las estrategias nacionales de Islandia (Paper 34) y Francia (Paper 33) al mostrar un marco federal integrado con visión a largo plazo (2050), alineado con directivas UE, que combina protección de fuentes, gestión de demanda y adaptación climática.
Materiales más significantes:	Tabla de abreviaturas y glosario. 10 ejes estratégicos con diagnóstico (Baseline), desafíos, visión 2050 y medidas específicas. Programa de medidas detallado por eje (sección III). Visión y misión explícitas para 2050.

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 36)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Risk and sustainability assessment framework for decision support in 'water scarcity – water reuse' situations (Müller et al., 2020)
Palabras claves:	water scarcity, water reuse, risk assessment, sustainability assessment, decision support, water security, water management.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	El artículo propone un marco conceptual integrado para evaluar simultáneamente el riesgo de escasez hídrica y la sostenibilidad del reuso de agua tratada. Desarrolla el marco en tres pasos: (i) definición e interpretación del contexto, (ii) identificación y definición de conceptos clave (escasez, reuso, riesgo, sostenibilidad y toma de decisiones), y (iii) construcción del marco que une evaluación de riesgo (RA) y evaluación de sostenibilidad (SA) en una sola herramienta de apoyo a la decisión.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Avalar: la viabilidad de combinar WSP (Water Safety Plans) con análisis de riesgo de escasez, demostrando que un enfoque CHANS permite cuantificar cómo el reuso mejora la disponibilidad hídrica.
Materiales más significantes: **Tablas** **Gráficos** **Ejemplos** **Fotografías** **Mapas** **Otros**	- Figura 2: Comparación de toma de decisiones independiente vs. integrada (RA + SA). - Figura 4: Clasificación de elementos del sistema (fuente, uso, tratamiento, reuso). - Tabla conceptual de definiciones clave de conceptos (riesgo, sostenibilidad, escasez, reuso). - Pasos metodológicos detallados (3 pasos) para construir el marco.

	LECTURA FUNDAMENTAL (Nº37)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	The tension between state ownership and private quasi-property rights in water (Bosch & Gupta, 2023)
Palabras claves:	Palabras clave: propiedad estatal del agua, gobernanza hídrica, Código de Aguas de Chile 1981, reasignación de derechos, privatización.
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	Se analiza la tensión global entre la propiedad estatal del agua y los derechos cuasi-propiedad privada. Los Estados reasignan agua mediante permisos, mercados y contratos, creando “paquetes de derechos” que encarnan características de propiedad privada (transferencia, compensación, prioridad temporal, protección legal). Esto genera confusión y limita la capacidad estatal de gobernanza adaptativa, especialmente en contextos de cambio climático y escasez.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: **Orientar** **Avalar** **Complementar** **Definir** **Contrapropuesta** **Otros aportes**	- Complementar: Complementa el análisis crítico al sistema de derechos de agua en Chile (Código de 1981) al mostrar cómo los derechos privados perpetuos y transferibles (similares a los de Chile) generan una “privatización de facto” que choca con la propiedad estatal. - Orientar: Los derechos cuasi-propiedad (permisos, concesiones, mercados) requieren mecanismos claros de reasignación, compensación para evitar litigios y garantizar gobernanza adaptativa.
Materiales más significantes: **Tablas** **Gráficos** **Ejemplos** **Fotografías** **Mapas** **Otros**	- Figura 1: Evolución del número de artículos académicos sobre “water property rights” y “water ownership” (HeinOnline y Scopus, 1970-2021), mostrando el aumento explosivo desde 2003. - Tabla conceptual implícita de “bundle-of-rights” en diferentes sistemas legales y mecanismos. - Ejemplos comparativos: Chile, Australia, España, Canadá, Sudáfrica, India y casos indígenas (Whanganui River, Cahuilla Indians).

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 38)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Experimental valuation of Dutch water resources according to SNA and SEEA (Edens & Graveland, 2014)
Palabras claves:	Palabras clave: valoración de recursos hídricos, SEEA Central Framework, SNA, resource rent method, replacement cost method, agua subterránea, agua superficial, agua del suelo, contabilidad nacional del agua, NAMWA, valor de intercambio (exchange value).
Conceptos y/o Ideas fundamentales: **1.“Citas textuales”** 3. **Redacciones propias**	El artículo presenta una valoración experimental de los recursos hídricos de Países Bajos (2010) coherente con los principios de las Cuentas Nacionales (SNA) y el Sistema de Contabilidad Económica Ambiental (SEEA). Restringe el alcance a los flujos extractivos/provisioning services registrados en las tablas físicas de oferta y uso (abstracción de agua subterránea, superficial y del suelo). Valora los principales usos: agricultura (principalmente agua del suelo), sector de abastecimiento de agua (superficial y subterránea) e industria (superficial y marina para refrigeración). Combina dos métodos: resource rent (rentabilidad de recursos) y replacement cost (costo de reposición).
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	- Complementar: Complementa los análisis de gobernanza y derechos de agua de los Papers 35 (Alemania), 36 (marco RSA riesgo-sostenibilidad) y 37 (tensión propiedad estatal vs. cuasi-propiedad privada) al aportar una metodología contable concreta (SEEA/SNA) para valorar el agua como activo económico.
Materiales más significantes: **Tablas** **Gráficos** **Ejemplos** **Fotografías** **Mapas** **Otros**	Materiales más significativos - Tabla 1: Abstracción de agua por actividad económica (2010) – desglose por tipo de agua (subterránea, superficial, del suelo, refrigeración). - Tabla 2: Cálculo de resource rent para el sector de abastecimiento de agua (2005-2010). - Tabla 4: Resource rent usando cuentas empresariales de las 10 compañías holandesas de agua (2010).

	LECTURA COMPLEMENTARIA (Nº 39)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Raw Water as Business Source of Water Utilities Companies in Integrated Reporting (Nesheva-Kiosseva, 2020)
Palabras claves:	agua cruda, enfoque de renta, derechos de propiedad, renta ecológica, renta natural
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	El artículo explora la posibilidad de incorporar el agua cruda, definida como “capital natural”, en la rendición de cuentas de las empresas de servicios de agua (WUC). Define a la naturaleza y la sociedad como principales proveedores de capital y titulares de derechos de propiedad, y propone modelos prácticos para integrar el agua cruda en el balance de las WUC (componentes monetarios y no monetarios).
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Avalar: viabilidad de reconocer el agua como activo no creado por el hombre (propiedad de la sociedad y naturaleza) en reportes integrados, demostrando que sin distribución de renta se genera rent-seeking.
Materiales más significantes:	- Figura 1: Distribución de Water Rent entre proveedores de capital natural y financiero para WUC. - Tabla 1: Modelo de muestra de Water Natural Capital en el Balance Sheet de WUC (activos de capital relacionado con agua, pasivos contingentes y componentes no monetarios).

	LECTURA COMPLEMENTO (Nº 40)
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Valuation of water resources and water infrastructure assets (Comisari, Feng & Freeman, Australian Bureau of Statistics, 2011)
Palabras claves:	Palabras clave: valoración recursos hídricos, activos infraestructura hídrica, depreciated replacement cost (DRC), water pricing regulation
Conceptos y/o Ideas fundamentales:	El documento presenta una valoración experimental de stocks de recursos hídricos y activos de infraestructura hídrica en Australia, alineada con SNA 2008 y SEEA. La primera parte evalúa el valor de stocks de agua mediante NPV de resource rents en 13 proveedores de agua urbana/rural y 2 hidroeléctricas (2009-10); los resultados muestran rentas mayoritariamente cero o negativas (excepto hidroeléctricas), debido a la estricta regulación de precios que mantiene tarifas bajas y break-even.
Aporte específico que se cree obtener sirve para:	Complementar: Complementa las valoraciones contables de Papers 38 (Edens & Graveland, SEEA holandés) y 39 (Nesheva-Kiosseva, <IR> y renta natural) al demostrar empíricamente en Australia que el resource rent es casi nulo bajo regulación estricta (precios break-even), validando el uso de DRC para infraestructura hídrica pública y permitiendo una integración coherente de capital natural en reportes integrados.
Materiales más significantes:	- Diagrama 1: Descomposición del operating surplus para entidades con recursos naturales (GOS → NOS → resource rent). - Tabla 1: Requerimiento de ingresos ESC 2009 para proveedores de agua metropolitanos (operating expenditure, return on assets, regulatory depreciation, taxes).

ANEXO Nº 2
INFORMACIÓN DE OPERACIÓN DE LA ACCP

III.- Dineros: 01 mayo 2024

Fondo Inversión	Banco: $ 53.360.727

- AA
  - $952.611.728
- Gener
  - $593.938.810

Total $1.546.550.538	Total $1.599.911.265

Canal de Pirque
Asociación de Canalistas

III.- Contab: Resumen: Ingreso - Gasto - Activo

Datos obtenidos del sistema contable ; agrupados para su mejor comprensión.

		2.022	2.023	2.024	2024vs2023	%
1	ingreso	1.430.679.350	1.091.830.939	615.168.633	-476.662.306	-44%
2	gasto operacional	636.030.475	861.672.337	612.694.093	-248.978.244	-29%
3	gasto no operacional	277.843.106	335.675.525	88.602.740	-247.072.785	-74%
4	activo	253.016.746	238.018.388	3.000.000	-235.018.388	-99%
		1.166.890.327	1.435.366.250	704.296.833	-731.069.417	-51%

1.- Ingreso < 44%
2.- Gasto < 51%

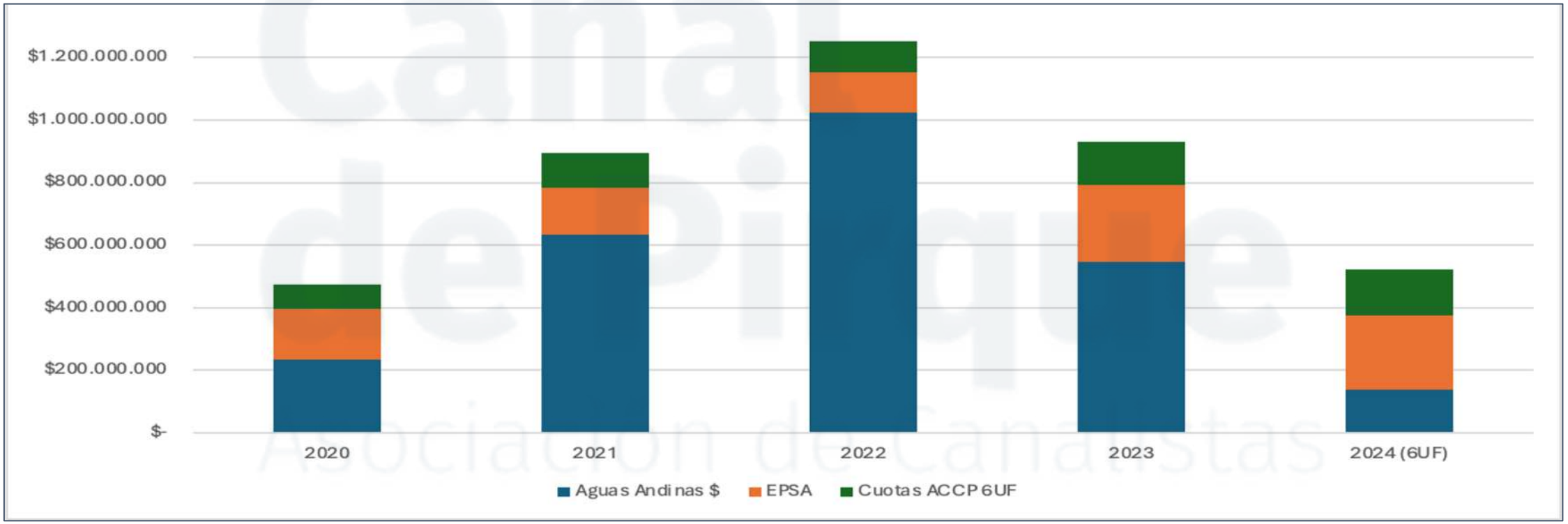
III.- Contab: Ingreso

	CC	2.022	2.023	2.024	2024 vs 2023	%
1	aguas andinas sa	1.179.082.517	645.708.068	203.184.040	-442.524.028	-69%
2	electrica puntilla	116.873.976	244.108.512	237.391.622	-6.716.890	-3%
3	cuota accionista	117.892.568	123.003.385	145.025.869	22.022.484	18%
4	proyecto-accp (spa)	1	52.926.418		-52.926.418	-1
5	arriendo inmueble	16.830.288	20.713.514	13.932.722	-6.780.792	-33%
6	cancha paddle		5.371.042	15.634.380	10.263.338	191%
7	Total general	1.430.679.350	1.091.830.939	615.168.633	-476.662.306	-44%

1.-Deficitario (Gasto app M$ 700)
2.- Total < **M$476** (44%) ; (< AA (**M$442**) - sujeto a lluvias)
3.- Cuota: 18% Ingreso ; **cubre 21% Gasto total** (no considera morosos)
4.-Arriendo < por término contratos

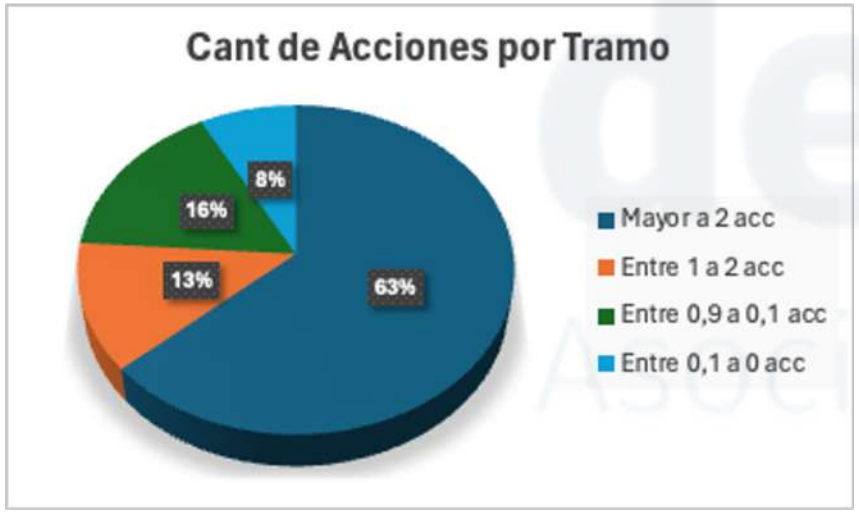
III.- Contab: Ingreso - Principales

	2020	2021	2022	2023	2024
AA (hm3)	19,90	21,56	25,75	13,14	3,52
AA ($)	235.365.911	634.054.700	1.024.326.686	547.763.342	138.545.068
EPSA	161.652.660	150.440.046	129.422.463	244.108.512	237.592.050
Cuota 6 UF	78.302.475	111.841.221	99.050.519	139.600.643	145.125.000



III.-Contab: Ingreso: Cuota actual (6 UF)

Accionistas	Accionistas		Acciones			
Categoría (acciones)	Rut	%	Cantid	%	Prom	$ cuota-prom
1.- Mayor a 2	72	2,93	404,65	63	5,62	$1.247.665
2.- Entre 1 y 2	56	2,28	80,06	12	1,43	$317.395
3.- Entre 0,1 y 0,9	302	12,27	102,16	16	0,34	$75.100
4.- Menor a 0,1	1.508	61,28	50,11	8	0,03	**$7.377**
	1.938					



1) 1.938 rut (app 2.400 registros Base ACCP)
2) 72 rut (0,037%) - (63% acciones)
3) 128 rut (0,07%) - (75% acciones)
4) 1.508 rut (77,8%) - (8% acciones)
5) 855 rut (morosos 44%)
6) Tendencia esperada ; > de los pequeños accionistas

III.- Contab: Ingreso: Cuota - Propuesta (9 + 2)

			Hoy		Propuesta				
Categoría	RUT	Acc	6 UF	$	9 UF	$	2 UF	$	Total ($)
1.- > a 2	72	405	2.428	89.831.900	3.642	134.747.851	144	5.328.000	140.075.851
2.- 1 - 2	56	80	480	17.774.119	721	26.661.179	112	4.144.000	30.805.179
3.- 0,1 - 0,9	302	102	613	22.680.075	919	34.020.113	604	22.348.000	56.368.113
4.- < 0,1	1.508	50	301	11.124.220	451	16.686.330	3.016	111.592.000	128.278.330
	1.938	637	3.822	**141.410.315**	5.733	212.115.472	3.876	143.412.000	**355.527.472**

Gasto - app	% - Gasto	% - Gasto
750.000.000	18,9%	47,4%

	Hoy	Propuesta			
Categoría	$ por RUT	$ por RUT	$ por RUT	Total $	> (2 UF)
1.- > a 2	1.247.665	1.871.498	74.000	1.945.498	4%
2.- 1 - 2	317.395	476.092	74.000	550.092	
3.- 0,1 - 0,9	75.100	112.649	74.000	186.649	
4.- < 0,1	7.377	11.065	74.000	85.065	

Resumen : valores app

1.- Cuota actual: M$ 141 (cubre 20% gasto)

2.- **Propuesta: M$ 350 (50%)**

3.- EPSA : M$ 200 (25%)

4.- Arriendo : 20 M$ (3%)

5.- Déficit caja : (**-M$ 200**)

Asociación de Canalistas

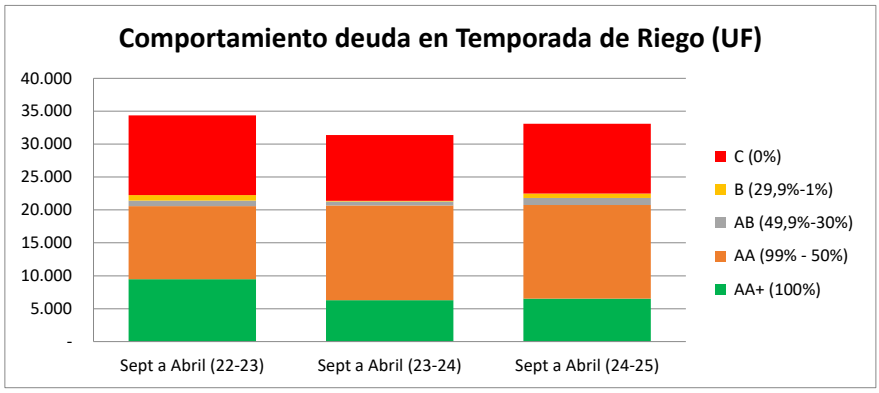
ANEXO Nº 3
INFORMACIÓN DE OPERACIÓN DE ECV

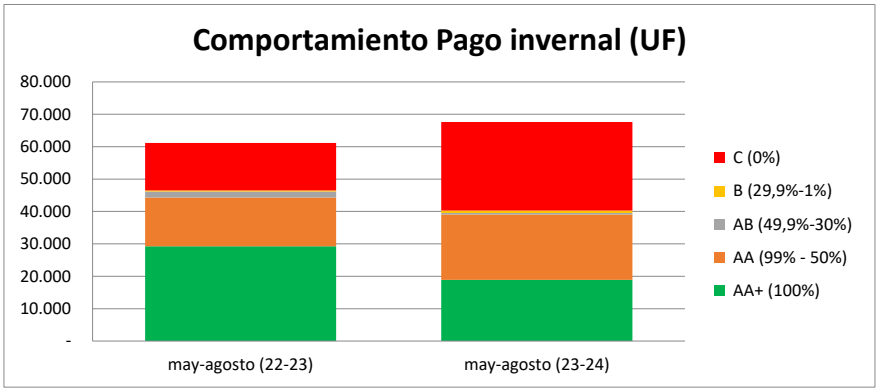
	Sept a Abril (22-23)	Sept a Abril (23-24)	Sept a Abril (24-25)	ene -abril
AA+ (100%)	9.475	6.300	6.528	-
AA (99% - 50%	11.110	14.371	14.210	-
AB (49,9%-30%	838	630	1.078	-
B (29,9%-1%)	849	83	693	-
C (0%)	12.112	9.994	10.576	-
	34.385	31.377	33.085	

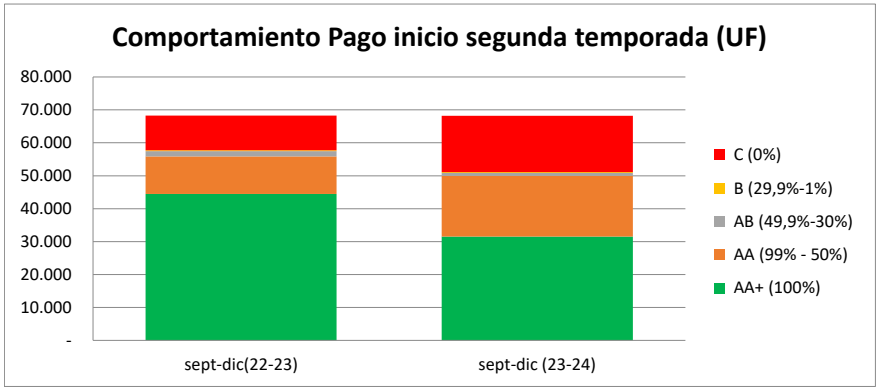
	may-agosto (22-23)	may-agosto (23-24)	may-agosto	may-agosto
AA+ (100%)	29.241	18.897		-
AA (99% - 50%	15.094	20.175		-
AB (49,9%-30%	1.821	509		-
B (29,9%-1%)	361	720		-
C (0%)	14.656	27.347		-
	61.173	67.648		

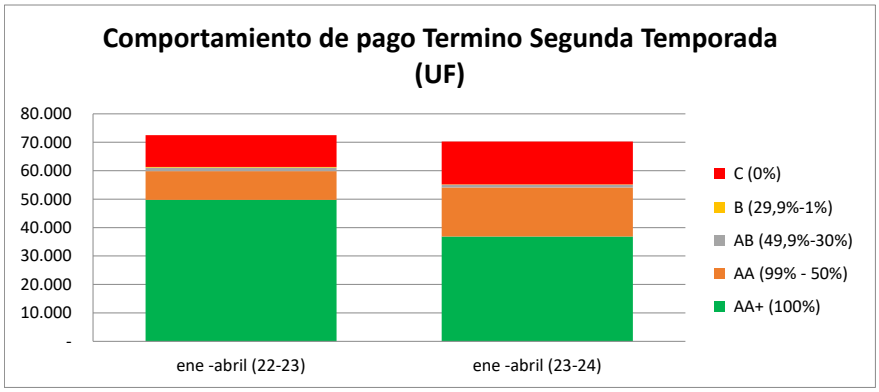
	sept-dic(22-23)	sept-dic (23-24)	sept-dic	sept-dic
AA+ (100%)	44.452	31.498		-
AA (99% - 50%	11.440	18.455		-
AB (49,9%-30%	1.554	853		-
B (29,9%-1%)	274	277		-
C (0%)	10.581	17.137		-
	68.301	68.220		

	ene -abril (22-23)	ene -abril (23-24)	ene -abril	ene -abril
AA+ (100%)	49.718	36.853		-
AA (99% - 50%	10.128	17.260		-
AB (49,9%-30%	1.253	935		-
B (29,9%-1%)	247	134		-
C (0%)	11.179	15.095		-
	72.525	70.277		

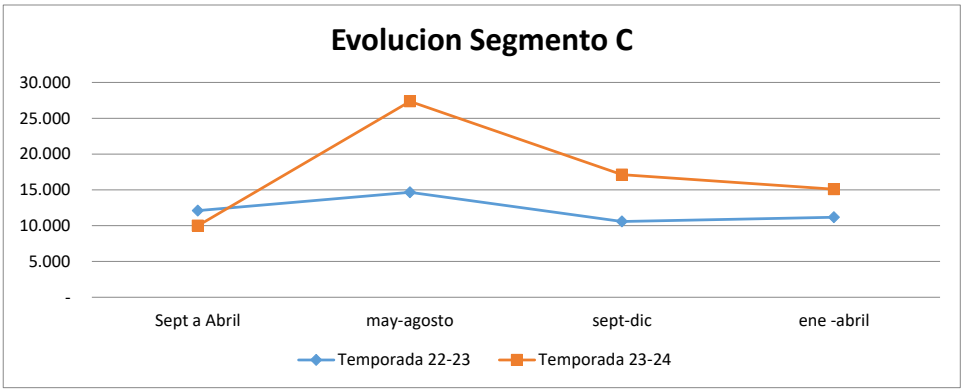

Comportamiento deuda en Temporada de Riego (UF)
40.000
35.000
30.000
25.000
20.000
15.000
10.000
5.000
-
Sept a Abril (22-23)
Sept a Abril (23-24)
Sept a Abril (24-25)
C (0%)
B (29,9%-1%)
AB (49,9%-30%)
AA (99% - 50%)
AA+ (100%)


Comportamiento Pago invernal (UF)
80.000
70.000
60.000
50.000
40.000
30.000
20.000
10.000
-
may-agosto (22-23)
may-agosto (23-24)
C (0%)
B (29,9%-1%)
AB (49,9%-30%)
AA (99% - 50%)
AA+ (100%)

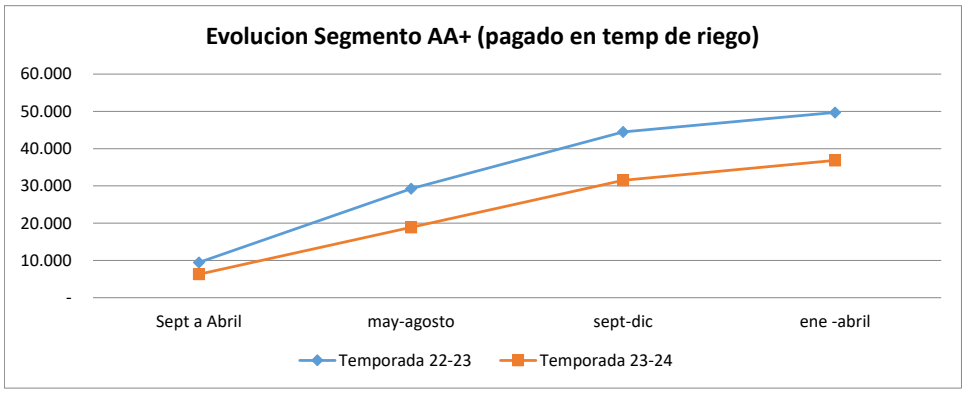

Comportamiento Pago inicio segunda temporada (UF)
80.000
70.000
60.000
50.000
40.000
30.000
20.000
10.000
-
sept-dic(22-23)
sept-dic (23-24)
C (0%)
B (29,9%-1%)
AB (49,9%-30%)
AA (99% - 50%)
AA+ (100%)


Comportamiento de pago Termino Segunda Temporada (UF)
80.000
70.000
60.000
50.000
40.000
30.000
20.000
10.000
-
ene -abril (22-23)
ene -abril (23-24)
C (0%)
B (29,9%-1%)
AB (49,9%-30%)
AA (99% - 50%)
AA+ (100%)

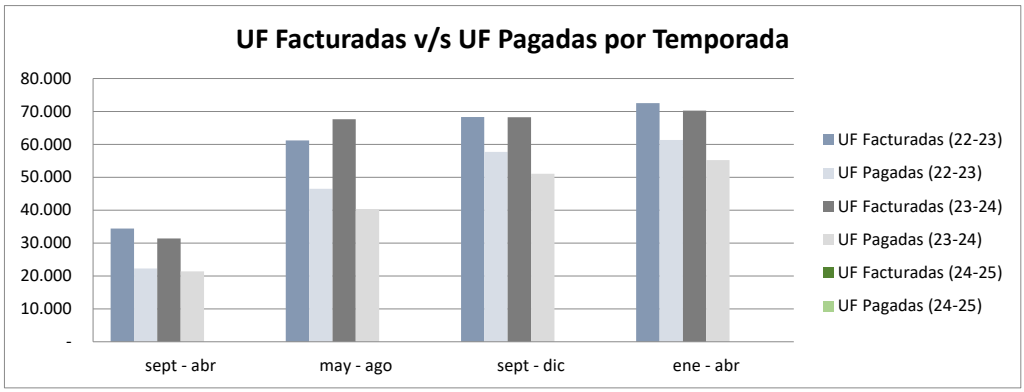
	Sept a Abril	may-agosto	sept-dic	ene -abril	
Temporada 22-23	12.112	14.656	10.581	11.179	
Temporada 23-24	9.994	27.347	17.137	15.095	
Temporada 24-25					



	Sept a Abril	may-agosto	sept-dic	ene -abril	
Temporada 22-23	9.475	29.241	44.452	49.718	
Temporada 23-24	6.300	18.897	31.498	36.853	
Temporada 24-25					



	sept - abr	may - ago	sept - dic	ene - abr
UF Facturadas (22-23)	34.385	61.173	68.301	72.525
UF Pagadas (22-23)	22.272	46.517	57.720	61.346
UF Facturadas (23-24)	31.377	67.648	68.220	70.277
UF Pagadas (23-24)	21.384	40.301	51.083	55.182
UF Facturadas (24-25)	#¡REF!			
UF Pagadas (24-25)	#¡REF!			



ANEXO Nº 4
CONSOLIDADO DE ENCUESTAS A EXPERTOS

Respuestas de Don José Aldunate V. (Gerente Comercial y Operaciones ECV)

Encuesta

Se plantean las siguientes interrogantes que agradecería responder, en la longitud y detalle de su preferencia:

1. En su opinión, ¿cuáles son los principales problemas o limitaciones del actual sistema de cobro plano (por acción o por hectárea) que se usa en la mayoría de las organizaciones de usuarios de agua en Chile?

R: En mi opinión, el principal problema del sistema de cobro plano no está necesariamente en la forma de calcular la tarifa, sino en la capacidad real de recaudar los recursos. Hoy muchas organizaciones de usuarios de agua enfrentan dificultades para convertir las cuentas por cobrar en la caja efectiva, debido a que las sanciones por no pago suelen ser limitadas.

En la mayoría de las Juntas de Vigilancia, donde el agua se distribuye mediante marcos partidores con derechos previamente definidos, resulta muy complejo suspender el suministro a un usuario moroso. En la práctica, el agricultor continúa recibiendo su alícuota de agua aun cuando mantenga deudas, lo que debilita significativamente los incentivos al pago y afecta la sostenibilidad financiera del sistema.

2. ¿Qué tan factible cree usted que es implementar una tarifa volumétrica o híbrida (una fracción fija y una fracción por m^3) en organizaciones como asociaciones de canalistas o comunidades de agua? ¿Qué barreras principales ve?

R: Considero que una tarifa volumétrica expresada en CLP/m^3 es, técnicamente, la alternativa más eficiente y justa, ya que cada usuario paga en función del volumen efectivamente utilizado.

Sin embargo, su implementación requiere una medición confiable del consumo mediante contadores volumétricos, flujómetros o sistemas que permitan determinar con precisión el caudal extraído y el tiempo de extracción.

Además, resulta indispensable contar con una adecuada programación de la demanda. Disponer de curvas de consumo y de información anticipada sobre

los requerimientos de riego permite optimizar la operación del sistema, reducir pérdidas y mejorar la eficiencia en la distribución del recurso.

Desde mi experiencia, la principal barrera no es tecnológica, sino institucional y económica: asegurar mecanismos de medición confiables, lograr la aceptación de los usuarios y contar con un sistema de cobranza que garantice la recuperación efectiva de los ingresos.

3. ¿Qué elementos debería considerar una estructura tarifaria para que sea aceptada y percibida como justa por los usuarios? ¿estarían los regantes a pagar más por el agua si esta conduce a mejor seguridad de riego y se inviertan los recursos en mejorar la infraestructura?

R: Una estructura tarifaria debe ser transparente, simple de entender y reflejar los costos reales del servicio. También debe considerar la heterogeneidad de los agricultores, ya que existen cultivos con rentabilidades muy diferentes y no todos tienen la misma capacidad de pago.

La tarifa debería, al menos, cubrir los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura e incorporar una rentabilidad razonable que incentive nuevas inversiones y asegure la sostenibilidad del sistema en el largo plazo.

Creo que muchos agricultores estarían dispuestos a pagar más si perciben que ello se traduce en una mayor seguridad de riego, mejor infraestructura y un servicio de mayor calidad. Sin embargo, la inversión no debería limitarse únicamente a obras hidráulicas. También es fundamental apoyar a los agricultores mediante asistencia técnica y capacitación para mejorar la productividad, reducir costos y tomar mejores decisiones agronómicas.

4. Mirando la experiencia del Embalse Convento Viejo, ¿qué lecciones positivas y qué errores cree usted que se deberían evitar al momento de diseñar un nuevo modelo tarifario para sistemas de riego?

R: La principal lección que deja la experiencia de Convento Viejo es que un modelo tarifario debe diseñarse considerando tanto la viabilidad técnica como la capacidad de pago de los usuarios.

No todos los agricultores podrán absorber incrementos tarifarios asociados a nuevas inversiones, especialmente aquellos con cultivos de menor

rentabilidad. Por ello, cualquier proyecto de modernización debe evaluar previamente su impacto económico sobre los distintos tipos de usuarios.

Asimismo, quienes inviertan en infraestructura deben contar con un modelo que permita recuperar los costos de inversión, operación y mantenimiento, incorporando una rentabilidad razonable que incentive la participación privada.

Finalmente, considero que los subsidios públicos debieran orientarse no solo a financiar infraestructura, sino también a promover una agricultura más eficiente, apoyando la incorporación de tecnologías, capacitación y mejores prácticas productivas.

5. Finalmente, ¿cree usted que un modelo tarifario volumétrico podría ayudar a reducir las pérdidas de agua en los canales y mejorar la eficiencia hídrica en la zona? ¿Por qué?

R: Considero que un modelo tarifario volumétrico puede contribuir a mejorar la eficiencia hídrica, pero por sí solo no resolverá el problema de las pérdidas de agua.

Las mayores oportunidades de mejora provienen de la modernización de la infraestructura, mediante el revestimiento de canales, la automatización de compuertas, la incorporación de telemetría y sistemas de monitoreo que permitan operar el recurso en tiempo real y entregar únicamente el volumen requerido por cada usuario.

Un sistema de cobro por m³ también genera mejores incentivos para el uso eficiente del agua y puede atraer inversión privada en infraestructura y tecnología. Sin embargo, existe un aspecto crítico que muchas veces no se considera: la certeza en la recaudación. Si los inversionistas no tienen garantías de que los ingresos efectivamente se transformarán en liquidez en plazos razonables, será muy difícil incentivar inversiones sostenibles en el sector.

Conclusión: No existe un buen modelo tarifario si no existe un buen modelo de cobranza. La sostenibilidad financiera de una organización de usuarios depende tanto de cómo se calcula la tarifa como de su capacidad efectiva para recaudarla.

Respuestas de Don Guillermo Cabrera F.

Encuesta

Se plantean las siguientes interrogantes que agradecería responder, en la longitud y detalle de su preferencia:

1. En su opinión, ¿cuáles son los principales problemas o limitaciones del actual sistema de cobro plano (por acción o por hectárea) que se usa en la mayoría de las organizaciones de usuarios de agua en Chile?

El sistema de cobro plano que se utiliza resulta particularmente injusto cuando la cantidad de agua que se recibe es menor que sus acciones. En efecto, en los casos en que el agua que recibe es menor, impide el riego del total de las áreas que tiene destinada a este fin, tanto en extensión como en la cantidad de agua unitaria aplicada a la superficie, arriesgando el resultado productivo agrícola y su consecuente resultado económico.

Por otra parte, para los regantes que se ubican al inicio de la red de distribución ese sería su problema mayor, el cual se acrecienta para los que se ubican aguas abajo, cerca del término de la red, donde muchas veces el agua que les corresponde no le llega o lo hace muy reducida.

2. ¿Qué tan factible cree usted que es implementar una tarifa volumétrica o híbrida (una fracción fija y una fracción por m^3) en organizaciones como asociaciones de canalistas o comunidades de agua? ¿Qué barreras principales ve?

La implementación de una tarifa volumétrica debe ir acompañada de un estricto control de esos volúmenes, lo que significa costos elevados para su implementación y control, ya que las entregas que se efectúen deben ser muy ajustadas a lo que se haya definido en cada caso y situación (p. ej. desmarques).

En los casos de OUA legalmente constituidas significará conseguir acuerdos de la Asamblea, lo que debiera traspasarse a los manuales de operación y estatutos. En los casos de OUA de hecho o en trámite de constitución, modificar el esquema típico de uso será aún más complicado, ya que se supone que no se han constituido por razones que van más allá de temas como el de la implementación de una tarifa volumétrica.

3. ¿Qué elementos debería considerar una estructura tarifaria para que sea aceptada y percibida como justa por los usuarios? ¿estarían los regantes

dispuestos a pagar más por el agua si esta se conduce a mejor seguridad de riego y se inviertan los recursos en mejorar la infraestructura?

Un modelo de estructura tarifaria podría ser el de fijar un piso o base, que correspondería a igualar los costos de funcionamiento del sistema en la temporada (mantenimiento e inspección, operaciones en general, vigilancia y celaduría, etc.), con los ingresos por cobro de tarifas, con lo cual se asegura una buena gestión, en el caso de menor disponibilidad de recursos (máximos desmarques). A partir de ello, y de la proyección de la disponibilidad que se tendrá en la temporada, fijar tarifas variables, mayores a la tarifa de base, hasta la condición de plena disponibilidad, con el objeto de que esos incrementos permitan disponer de recursos monetarios para obras de inversión, de reemplazo o afectadas por eventos meteorológicos extremos.

Con ello, tácitamente se estaría incorporando el concepto de pagar más por una mayor seguridad de riego, destinando parte de ello a inversiones.

4. Mirando la experiencia del Embalse Convento Viejo, ¿qué lecciones positivas y qué errores cree usted que se deberían evitar al momento de diseñar un nuevo modelo tarifario para sistemas de riego?

Respecto al embalse Convento Viejo habría una contratación de recursos de agua para agricultores que tienen cultivos anuales (corto y mediano plazo) y otra, de mayor plazo, para predios con cultivos como frutales. Esto resulta interesante si se asegurara que el sistema funcionara de buena forma, lo cual no sería así por la falta de un buen mantenimiento que asegure la reducción de pérdidas en el sistema.

Mayores antecedentes del caso de Convento Viejo no tengo.

5. Finalmente, ¿cree usted que un modelo tarifario volumétrico podría ayudar a reducir las pérdidas de agua en los canales y mejorar la eficiencia hídrica en la zona? ¿Por qué?

Si que serviría, pero con varias de las limitaciones señaladas por los recursos monetarios que se necesitarían para concretarlo, en cuanto a inversión, monitoreo, control y policía, que asegure su buen funcionamiento. Ante la presencia de las condiciones hidrológicas actuales, con disminución notable de la disponibilidad de aguas, lo estricto de los controles que se deban efectuar para que opere, compensaría la inversión para asegurar una distribución justa de las aguas a los usuarios.

Respuestas de Don Jaime Vargas P.

Encuesta

Se plantean las siguientes interrogantes que agradecería responder, en la longitud y detalle de su preferencia:

1. En su opinión, ¿cuáles son los principales problemas o limitaciones del actual sistema de cobro plano (por acción o por hectárea) que se usa en la mayoría de las organizaciones de usuarios de agua en Chile?

a) Como se cobra por acción o por hectárea, y no por volumen, desincentiva la optimización del uso del agua (riego tecnificado).
b) El valor nominal de una acción de agua no siempre coincide con el caudal real que representa, algo característico y propio de cada organización de usuarios, dada la falta de correspondencia entre el valor de los derechos de aprovechamiento y los caudales que efectivamente representan. Esto hace que el "precio por hectárea" varíe mucho entre organizaciones y no refleje necesariamente el costo real del servicio.
c) El cobro fijo no se adapta a años de sequía o a la reducción proporcional ("alícuotas") de los derechos que ordena la ley cuando no hay agua suficiente. La reforma al Código de Aguas (Ley 21.435) refuerza justamente la necesidad de mecanismos de redistribución en época de escasez, pero el sistema tarifario tradicional no estaba diseñado pensando en esa variabilidad creciente.

2. ¿Qué tan factible cree usted que es implementar una tarifa volumétrica o híbrida (una fracción fija y una fracción por m^3) en organizaciones como asociaciones de canalistas o comunidades de agua? ¿Qué barreras principales ve?

BARRERAS PRINCIPALES

a) Costos de la infraestructura de medición
b) El marco legal no obliga, sólo faculta
c) Economía-política/ resistencia de los grandes tenedores de derechos de agua
d) Capacidad institucional débil

3. ¿Qué elementos debería considerar una estructura tarifaria para que sea aceptada y percibida como justa por los usuarios? ¿estarían los regantes a pagar más por el agua si esta conduce a mejor seguridad de riego y se inviertan los recursos en mejorar la infraestructura?

PERCIBIDA COMO JUSTA

- Distinguir claramente qué se está pagando
- Evitar dobles o triples cobros
- Trazabilidad entre lo pagado y lo invertido (hipotecación del ingreso)
- Progresividad y protección al pequeño agricultor
- Participación en el diseño, no solo en la ejecución

ESTARÍAN LOS REGANTES A PAGAR MÁS POR EL AGUA SI ESTA CONDUCE A MEJOR SEGURIDAD DE RIEGO Y SE INVIERTAN LOS RECURSOS EN MEJORAR LA INFRAESTRUCTURA

- **A favor:** el propio gremio agrícola (CAS) reconoce públicamente que están dispuestos a contribuir al financiamiento de obras que aumenten la disponibilidad hídrica. Esto tiene sentido económico: existe una disposición a pagar por seguridad, reflejada en que los agricultores mantienen voluntariamente más derechos de aprovechamiento de los que necesitarían en un año de lluvia promedio, precisamente como forma de asegurarse contra la escasez, mientras el costo de mantener esos derechos no supere el beneficio de esa mayor seguridad. Un predio con seguridad de riego además tiene mayor valor económico, lo que da un incentivo de mercado a invertir en ella.
- **Con condiciones:** la disposición a pagar depende de que el vínculo entre pago y beneficio sea claro y verificable, que no se trate como un cobro nuevo y aislado sino como parte de lo que ya aportan (evitando duplicación), y que se reconozca la diferencia entre "pagar por el recurso" (rechazado) y "financiar colectivamente la infraestructura" (aceptado como principio, aunque con matices sobre montos y mecanismos).
- **El riesgo real:** el conflicto actual entre el Gobierno y los gremios no es tanto sobre si se debe invertir en seguridad hídrica —hay consenso en que es necesario— sino sobre el mecanismo: pago directo por uso versus

participación en financiamiento colectivo de obras, y sobre quién decide las prioridades de inversión. Ese es el punto donde se juega la aceptación social del cambio, más que en el monto mismo.

Es importante destacar que recientemente, el ministro de Agricultura, Jaime Campos, señaló que los agricultores deberán acostumbrarse a pagar por el uso del agua para riego, lo que generó una respuesta pública del Consorcio Agrícola del Sur (CAS) aclarando que ellos no rechazan pagar, sino que reformulan el problema: no se trata de "pagar por el agua" como recurso, sino de participar en el financiamiento de las obras que permiten su almacenamiento y uso. Esa distinción es justamente la clave para entender qué hace que una tarifa se perciba como justa.

4. Mirando la experiencia del Embalse Convento Viejo, ¿qué lecciones positivas y qué errores cree usted que se deberían evitar al momento de diseñar un nuevo modelo tarifario para sistemas de riego?

a) Lecciones Positivas

- Cobrar por el recurso efectivamente entregado, no solo por la infraestructura.
- Flexibilidad contractual y voluntariedad.
- Regulación estatal del rango de precios
- Cofinanciamiento público de las obras como palanca de acceso

b) Errores

- No dimensionar la tarifa según la capacidad de pago del pequeño agricultor
- Subestimar la brecha tecnológica de los usuarios finales.
- Desfases entre la construcción de infraestructura "dura" y la de distribución
- No anticipar los efectos distributivos del alza de valor de la tierra

5. Finalmente, ¿cree usted que un modelo tarifario volumétrico podría ayudar a reducir las pérdidas de agua en los canales y mejorar la eficiencia hídrica en la zona? ¿Por qué?

Un modelo volumétrico es una condición necesaria pero no suficiente. Funciona bien como palanca de eficiencia en el predio, siempre que exista medición confiable y financiamiento para tecnificación. Pero para atacar las pérdidas en los canales, se necesita complementarlo con: (a) metas de eficiencia de conducción exigibles al operador de la red (no al usuario), (b) inversión en revestimiento o entubamiento de canales, y (c) mecanismos diferenciados de tarifa o subsidio para que el pequeño agricultor no quede fuera del sistema. El caso de Convento Viejo sugiere que la fórmula de precio por m3 es correcta en el papel, pero su impacto real en eficiencia hídrica dependerá de si esas piezas complementarias se diseñan junto con la tarifa, no después de ella.

Respuestas de Don Patricio Murúa S.

Encuesta

Se plantean las siguientes interrogantes que agradecería responder, en la longitud y detalle de su preferencia:

1. En su opinión, ¿cuáles son los principales problemas o limitaciones del actual sistema de cobro plano (por acción o por hectárea) que se usa en la mayoría de las organizaciones de usuarios de agua en Chile?

El principal problema esta dado por la crisis hídrica en que el usuario debe pajar una cuota fija por sus acciones lo cual no siempre está relacionado con la cantidad de agua que le llega a su predio. Por lo general las acciones de agua en este momento están sobredimensionadas en relación al caudal existente. Esto mismo puede ocurrir al revés cuando algunos usan más agua de la que realmente les corresponde, lo cual ocurre principalmente en las primeras áreas de entrega de los recursos.

2. ¿Qué tan factible cree usted que es implementar una tarifa volumétrica o híbrida (una fracción fija y una fracción por m^3) en organizaciones como asociaciones de canalistas o comunidades de agua? ¿Qué barreras principales ve?

De ser factible es factible, pero muy pocas organizaciones cumplen con los requisitos. Para empezar, muchas organizaciones no están legalmente constituidas, no existe perfeccionamiento y menos la infraestructura necesaria para efectuar entregas volumétricas exactas. Lo anterior se acompaña del gran costo de inversión para su implementación. Aunque fuese mixta, de todas maneras, es necesario efectuar el perfeccionamiento, legalización e inversiones.

3. ¿Qué elementos debería considerar una estructura tarifaria para que sea aceptada y percibida como justa por los usuarios? ¿estarían los regantes dispuestos a pagar más por el agua si esta conduce a mejor seguridad de riego y se inviertan los recursos en mejorar la infraestructura?

Es necesario que los usuarios perciban que quienes consumen más a su vez pagan proporcionalmente más. Además, para aceptar el incremento en las tarifas es necesario que esta inversión aseguré la existencia del recurso y permita su entrega en forma directa al predio y en la cantidad de volumen asociada al valor pactado.

4. Mirando la experiencia del Embalse Convento Viejo, ¿qué lecciones positivas y qué errores cree usted que se deberían evitar al momento de diseñar un nuevo modelo tarifario para sistemas de riego?

El modelo de CV es sin derechos y es con contratos de costo, mediado y largo plazo dependiendo del cultivo a implementar. De esta forma muchos agricultores contratan recursos en la temporada para cultivos de tipo anual y otros para asegurar su inversión en frutales hacen contratos a más largo plazo. El problema de CV es la falta de mantención del sistema y el no haber resuelto el compromiso con el Estado en el sentido de disminuir al máximo las perdidas, razón por la cual tampoco se han cumplido las expectativas de superficie a regar.

5. Finalmente, ¿cree usted que un modelo tarifario volumétrico podría ayudar a reducir las pérdidas de agua en los canales y mejorar la eficiencia hídrica en la zona? ¿Por qué?

Si, obviamente que sí, pero mientras no se resuelvan aspectos legales y de inversión no es posible. Considerar, además, que la vulnerabilidad del negocio agrícola tampoco permite que se consolide como un negocio rentable. Si bien el Cambio Climático es una razón para innovar en estas regulaciones y administración del escaso recurso, se debe poner atención en donde todavía existe la posibilidad de salvar el negocio agrícola. Lo anterior, debido a que algunas zonas están viviendo sus últimos años de explotación.

Respuestas de Don Juan Aránguiz T.

Encuesta

Se plantean las siguientes interrogantes que agradecería responder, en la longitud y detalle de su preferencia:

1. En su opinión, ¿cuáles son los principales problemas o limitaciones del actual sistema de cobro plano (por acción o por hectárea) que se usa en la mayoría de las organizaciones de usuarios de agua en Chile?

   Que no se cobra por agua utilizada, solo por una estimación de los derechos de agua que tiene cada usuario y no hay un incentivo a cobrar por la cantidad de agua realmente utilizada.

2. ¿Qué tan factible cree usted que es implementar una tarifa volumétrica o híbrida (una fracción fija y una fracción por m^3) en organizaciones como asociaciones de canalistas o comunidades de agua? ¿Qué barreras principales ve?
   Indudablemente que es la infraestructura actualmente existente, que no permite una tarifa volumétrica o hibrida. Falta obras de medición a nivel de bocatomas y obras de entrega (con esto es imposible medir el agua exacta que se entrega.

3. ¿Qué elementos debería considerar una estructura tarifaria para que sea aceptada y percibida como justa por los usuarios? ¿estarían los regantes a pagar más por el agua si esta conduce a mejor seguridad de riego y se inviertan los recursos en mejorar la infraestructura?

   Para la primera consulta es necesario que sea una medición equilibrada en relación a los derechos de agua que tenga cada beneficiario.

   En cuanto a la segunda consulta indudablemente los usuarios estarían de acuerdo siempre que las obras sean de buena calidad y se perciba una distribución equitativa.

4. Mirando la experiencia del Embalse Convento Viejo, ¿qué lecciones positivas y qué errores cree usted que se deberían evitar al momento de diseñar un nuevo modelo tarifario para sistemas de riego?

   No tengo los conocimientos de esta materia, pero me da la inscricpion que dicho sistema no ha funcionado, pues hay mucha disponibilidad de agua que no es utilizada por los potenciales beneficiarios.

5. Finalmente, ¿cree usted que un modelo tarifario volumétrico podría ayudar a reducir las pérdidas de agua en los canales y mejorar la eficiencia hídrica en la zona? ¿Por qué?

   Si de todas maneras.

ANEXO Nº 5
MODELO DE OPTIMIZACIÓN (PLANILLA EXCEL)

TARIFA FINAL

Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/m3)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3)
Promedios Escenarios 2 y 3	**0,95**	**1,41**	**2,79**

AGRICULTOR PEQUEÑO

Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/m3)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)
Escenario 1	2,61	4,47	7,35	8%
Escenario 2	**1,31**	**1,88**	**4,94**	**4%**
Escenario 3	**0,75**	**1,07**	**1,96**	**2%**
Escenario 4	0,68	1,08	2,08	2%
Escenario 5	0,68	0,97	2,32	2%

AGRICULTOR MEDIANO

Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/m3)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)
Escenario 1	1,21	4,03	10,07	19%
Escenario 2	**0,82**	**1,51**	**2,26**	**9%**
Escenario 3	**0,75**	**1,07**	**1,96**	**7%**
Escenario 4	0,68	1,08	2,08	7%
Escenario 5	0,68	0,97	2,32	7%

AGRICULTOR GRANDE

Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/m3)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)
Escenario 1	1,80	3,60	10,79	33%
Escenario 2	**1,38**	**1,96**	**2,95**	**20%**
Escenario 3	**0,67**	**0,96**	**2,64**	**10%**
Escenario 4	0,64	1,11	2,05	11%
Escenario 5	0,58	0,83	2,22	8%

TARIFA FINAL

	Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/m3)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3)
	Promedios Escenarios	**0,95**	**1,41**	**2,79**

Perfil de Agricultor	Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/m3)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)
	E1	2,61	4,47	7,35	8%
	E2	**1,31**	**1,88**	**4,94**	**4%**
	E3	**0,75**	**1,07**	**1,96**	**2%**
	E4	0,68	1,08	2,08	2%
Pequeño	E5	0,68	0,97	2,32	2%
	E1	1,21	4,03	10,07	19%
	E2	**0,82**	**1,51**	**2,26**	**9%**
	E3	**0,75**	**1,07**	**1,96**	**7%**
	E4	0,68	1,08	2,08	7%
Mediano	E5	0,68	0,97	2,32	7%
	E1	1,80	3,60	10,79	33%
	E2	**1,38**	**1,96**	**2,95**	**20%**
	E3	**0,67**	**0,96**	**2,64**	**10%**
	E4	0,64	1,11	2,05	11%
Grande	E5	0,58	0,83	2,22	8%

Perfil de Agricultor	Tarifa tramo consumo básico ($/m3)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)
Pequeño	0,95	1,41	2,79	3%
Mediano	0,95	1,41	2,79	9%
Grande	0,95	1,41	2,79	14%

Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/m3)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)	Descripción escenario
Escenario 1	2,61	4,47	7,35	8%	1) Fuerte disminución en superficie regada (40%) y consumo hídrico (60%)
Escenario 2	1,31	1,88	4,94	4%	2) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (80%)
Escenario 3	0,75	1,07	1,96	2%	3) Superficie regada (100%) y consumo hídrico (100%) sin cambio
Escenario 4	0,68	1,08	2,08	2%	4) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (100%) sin cambio
Escenario 5	0,68	0,97	2,32	2%	5) Superficie regada sin cambio (100%) y aumento en consumo hídrico (120%)

Tarifa final	0,95	1,41	2,79	3%	3) Superficie regada (100%) y consumo hídrico (100%) sin cambio

Datos agricultor tipo

Cantidad de acciones	0,5	acciones
Hectáreas regadas	1,5	ha
Dotación anual	5.500	m3/ha/año
Consumo volumétrico total	8.250	m3/año

Datos conocidos ACCP

Cantidad de acciones total (conocido)	650,5	acciones
Hectáreas regadas	12.350	ha
Dotación anual	8.658	m3/ha/año
Consumo volumétrico total	106.926.300	m3/año

Tramos de consumo - criterios

Se separa el consumo total de la ACCP en tres tramos:

Fracción de dotación consumo básico	20%	
Fracción de dotación consumo normal	60%	
Fracción de dotación sobreconsumo	20%	
Límite superior tramo 1: dotación consumo básico	6.000	m3/ha/año
Límite superior tramo 2: dotación consumo normal	14.000	m3/ha/año

Estos datos corresponden a estimaciones del estudio "Diagnóstico de Obras de Conducción, Regiones Metropolitana y Valparaíso".
Se propone la evaluación de distintos escenarios variando superficie y dotación en base a criterios agronómicos e hidrológicos.

Escenarios propuestos:

1) Fuerte disminución en superficie regada (40%) y consumo hídrico (60%)

Hectáreas regadas	4.940	ha
Dotación anual	5.195	m3/ha/año

2) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (80%)

Hectáreas regadas	8.645	ha
Dotación anual	6.926	m3/ha/año

3) Superficie regada (100%) y consumo hídrico (100%) sin cambio

Hectáreas regadas	12.350	ha
Dotación anual	8.658	m3/ha/año

4) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (100%) sin cambio

Hectáreas regadas	8.645	ha
Dotación anual	8.658	m3/ha/año

5) Superficie regada sin cambio (100%) y aumento en consumo hídrico (120%)

Hectáreas regadas	12.350	ha
Dotación anual	10.390	m3/ha/año

Escenario 1

Dotación media	4.940	m3/ha/año
Superficie regada	5.195	ha
Volumen consumo	25.662.312	m3/año

p1	2,61	$/m3
p2	4,47	$/m3
p3	7,35	$/m3
q0_1	8.250	m3 tramo1
q0_2	0	m3 tramo2
q0_3	0	m3 tramo3
PA0	258.700	$
PV0	21.559	$

q1	5.132.462	m3
q2	15.397.387	m3
q3	5.132.462	m3
Z	120.000.000	$

p1/p2	0,6	menor o igual	0,7
p3/p2	1,6	menor o igual	3,0
PV0	0,1	menor o igual	0,2
p1/p2	0,6	mayor o igual	0,3
p3/p2	1,6	mayor o igual	1,5
p1	2,6	mayor o igual	0
p2	4,5	mayor o igual	0
p3	7,3	mayor o igual	0
Z	120.000.000	mayor o igual	120.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 8% más que su gasto anual promedio.

Escenario 2

Dotación media	8.645	m3/ha/año
Superficie regada	6.926	ha
Volumen consumo	59.878.728	m3/año

p1	1,31	$/m3
p2	1,88	$/m3
p3	4,94	$/m3
q0_1	8.250	m3 tramo1
q0_2	0	m3 tramo2
q0_3	0	m3 tramo3
PA0	258.700	$
PV0	10.848	$

q1	11.975.746	m3
q2	35.927.237	m3
q3	11.975.746	m3

Z	142.360.389	$

p1/p2	0,7	menor o igual	0,7
p3/p2	2,6	menor o igual	3,0
PV0	0,0	menor o igual	0,2
p1/p2	0,7	mayor o igual	0,3
p3/p2	2,6	mayor o igual	1,5
p1	1,3	mayor o igual	0
p2	1,9	mayor o igual	0
p3	4,9	mayor o igual	0
Z	142.360.389	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 4% más que su gasto anual promedio.

Escenario 3

Dotación media	12.350	m3/ha/año
Superficie regada	8.658	ha
Volumen consumo	106.926.300	m3/año

p1	0,75	$/m3
p2	1,07	$/m3
p3	1,96	$/m3
q0_1	8.250	m3 tramo1
q0_2	0	m3 tramo2
q0_3	0	m3 tramo3
PA0	258.700	$
PV0	6.166	$

q1	21.385.260	m3
q2	64.155.780	m3
q3	21.385.260	m3

Z	126.472.782	$

p1/p2	0,7	menor o igual	0,7
p3/p2	1,8	menor o igual	3,0
PV0	0,0	menor o igual	0,2
p1/p2	0,7	mayor o igual	0,3
p3/p2	1,8	mayor o igual	1,5
p1	0,7	mayor o igual	0
p2	1,1	mayor o igual	0
p3	2,0	mayor o igual	0
Z	126.472.782	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 2% más que su gasto anual promedio.

Escenario 4

Dotación media	8.645	m3/ha/año
Superficie regada	8.658	ha
Volumen consumo	74.848.410	m3/año

p1	0,68	$/m3
p2	1,08	$/m3
p3	2,08	$/m3
q0_1	8.250	m3 tramo1
q0_2	0	m3 tramo2
q0_3	0	m3 tramo3
PA0	258.700	$
PV0	5.580	$

q1	14.969.682	m3
q2	44.909.046	m3
q3	14.969.682	m3
Z	90.000.000	$

p1/p2	0,6	menor o igual	0,7
p3/p2	1,9	menor o igual	3,0
PV0	0,0	menor o igual	0,2
p1/p2	0,6	mayor o igual	0,3
p3/p2	1,9	mayor o igual	1,5
p1	0,7	mayor o igual	0
p2	1,1	mayor o igual	0
p3	2,1	mayor o igual	0
Z	90.000.000	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 2% más que su gasto anual promedio.

Escenario 5

Dotación media	12.350	m3/ha/año
Superficie regada	10.390	ha
Volumen consumo	128.311.560	m3/año

p1	0,68	$/m3
p2	0,97	$/m3
p3	2,32	$/m3
q0_1	8.250	m3 tramo1
q0_2	0	m3 tramo2
q0_3	0	m3 tramo3
PA0	258.700	$
PV0	5.611	$

q1	25.662.312	m3
q2	76.986.936	m3
q3	25.662.312	m3

Z	151.806.215	$

p1/p2	0,7	menor o igual	0,7
p3/p2	2,4	menor o igual	3,0
PV0	0,0	menor o igual	0,2
p1/p2	0,7	mayor o igual	0,3
p3/p2	2,4	mayor o igual	1,5
p1	0,7	mayor o igual	0
p2	1,0	mayor o igual	0
p3	2,3	mayor o igual	0
Z	151.806.215	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 2% más que su gasto anual promedio.

Validación

Dotación media	12.350	m3/ha/año
Superficie regada	8.658	ha
Volumen consumo	106.926.300	m3/año

p1	0,95	$/m3
p2	1,41	$/m3
p3	2,79	$/m3
q0_1	8.250	m3 tramo1
q0_2	0	m3 tramo2
q0_3	0	m3 tramo3
PA0	258.700	$
PV0	7.838	$

q1	21.385.260	m3
q2	64.155.780	m3
q3	21.385.260	m3

Z	170.440.522	$

p1/p2	0,67	menor o igual	0,70
p3/p2	1,98	menor o igual	3,00
PV0	0,03	menor o igual	0,20
p1/p2	0,67	mayor o igual	0,30
p3/p2	1,98	mayor o igual	1,50
p1	0,95	mayor o igual	0,00
p2	1,41	mayor o igual	0,00
p3	2,79	mayor o igual	0,00
Z	170.440.522	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 3% más que su gasto anual promedio.

Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/m3)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)	Descripción escenario
Escenario 1	1,21	4,03	10,07	19%	1) Fuerte disminución en superficie regada (40%) y consumo hídrico (60%)
Escenario 2	0,82	1,51	2,26	9%	2) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (80%)
Escenario 3	0,75	1,07	1,96	7%	3) Superficie regada (100%) y consumo hídrico (100%) sin cambio
Escenario 4	0,68	1,08	2,08	7%	4) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (100%) sin cambio
Escenario 5	0,68	0,97	2,32	7%	5) Superficie regada sin cambio (100%) y aumento en consumo hídrico (120%)

Tarifa final	0,95	1,41	2,79	9%	3) Superficie regada (100%) y consumo hídrico (100%) sin cambio

Escenario	Dotación media (m^3/ha/año)	Superficie regada (ha)	Consumo total ACCP (m^3/año)
Escenario 1	4.940	5.195	25.662.312
Escenario 2	8.645	6.926	59.878.728
Escenario 3	12.350	8.658	106.926.300
Escenario 4	8.645	8.658	74.848.410
Escenario 5	12.350	10.390	128.311.560

RF_X: pago agricultor componente fija ($)	RV_X: pago agricultor componente volum. ($)
7.243.600	1.403.448
7.243.600	1.403.448
7.243.600	1.403.448
7.243.600	1.403.448
7.243.600	1.403.448

Datos agricultor tipo

Cantidad de acciones	20	acciones
Hectáreas regadas	60	ha
Dotación anual	10.000	m3/ha/año
Consumo volumétrico total	600.000	m3/año

Datos conocidos ACCP

Cantidad de acciones total (conocido)	650,5	acciones
Hectáreas regadas	12.350	ha
Dotación anual	8.658	m3/ha/año
Consumo volumétrico total	106.926.300	m3/año

Tramos de consumo - criterios

Se separa el consumo total de la ACCP en tres tramos:

Fracción de dotación consumo básico	20%	
Fracción de dotación consumo normal	60%	
Fracción de dotación sobreconsumo	20%	
Límite superior tramo 1: dotación consumo básico	6.000	m3/ha/año
Límite superior tramo 2: dotación consumo normal	14.000	m3/ha/año

Estos datos corresponden a estimaciones del estudio "Diagnóstico de Obras de Conducción, Regiones Metropolitana y Valparaíso". Se propone la evaluación de distintos escenarios variando superficie y dotación en base a criterios agronómicos e hidrológicos.

Escenarios propuestos:

1) Fuerte disminución en superficie regada (40%) y consumo hídrico (60%)

Hectáreas regadas	4.940	ha
Dotación anual	5.195	m3/ha/año

2) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (80%)

Hectáreas regadas	8.645	ha
Dotación anual	6.926	m3/ha/año

3) Superficie regada (100%) y consumo hídrico (100%) sin cambio

Hectáreas regadas	12.350	ha
Dotación anual	8.658	m3/ha/año

4) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (100%) sin cambio

Hectáreas regadas	8.645	ha
Dotación anual	8.658	m3/ha/año

5) Superficie regada sin cambio (100%) y aumento en consumo hídrico (120%)

Hectáreas regadas	12.350	ha
Dotación anual	10.390	m3/ha/año

Escenario 1

Dotación media	4.940	m3/ha/año
Superficie regada	5.195	ha
Volumen consumo	25.662.312	m3/año

T_VB	1,21	$/m3
T_VN	4,03	$/m3
T_VS	10,07	$/m3
V_BX	360.000	m3 tramo1
V_NX	240.000	m3 tramo2
V_SX	0	m3 tramo3
R_FX	7.243.600	$
R_VX	1.403.448	$
V_B	5.132.462	m3
V_N	15.397.387	m3
V_S	5.132.462	m3
R_V	120.000.000	$

T_VB/T_VN	0,3	menor o igual	0,7
T_VS/T_VN	2,5	menor o igual	3,0
R_VX/R_FX	0,2	menor o igual	0,2
T_VB/T_VN	0,3	mayor o igual	0,3
T_VS/T_VN	2,5	mayor o igual	1,5
T_VB	1,2	mayor o igual	0
T_VN	4,0	mayor o igual	0
T_VS	10,1	mayor o igual	0
R_V	120.000.000	mayor o igual	120.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 19% más que su gasto anual promedio.

Escenario 2

Dotación media	8.645	m3/ha/año
Superficie regada	6.926	ha
Volumen consumo	59.878.728	m3/año

p1	0,82	$/m3
p2	1,51	$/m3
p3	2,26	$/m3
q0_1	360.000	m3 tramo1
q0_2	240.000	m3 tramo2
q0_3	0	m3 tramo3
PA0	7.243.600	$
PV0	657.981	$
q1	11.975.746	m3
q2	35.927.237	m3
q3	11.975.746	m3
Z	91.106.648	$

p1/p2	0,5	menor o igual	0,7
p3/p2	1,5	menor o igual	3,0
PV0	0,1	menor o igual	0,2
p1/p2	0,5	mayor o igual	0,3
p3/p2	1,5	mayor o igual	1,5
p1	0,8	mayor o igual	0
p2	1,5	mayor o igual	0
p3	2,3	mayor o igual	0
Z	91.106.648	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 9% más que su gasto anual promedio.

Escenario 3

Dotación media	12.350	m3/ha/año
Superficie regada	8.658	ha
Volumen consumo	106.926.300	m3/año

p1	0,75	$/m3
p2	1,07	$/m3
p3	1,96	$/m3
q0_1	360.000	m3 tramo1
q0_2	240.000	m3 tramo2
q0_3	0	m3 tramo3
PA0	7.243.600	$
PV0	525.322	$
q1	21.385.260	m3
q2	64.155.780	m3
q3	21.385.260	m3
Z	126.472.782	$

p1/p2	0,7	menor o igual	0,7
p3/p2	1,8	menor o igual	3,0
PV0	0,1	menor o igual	0,2
p1/p2	0,7	mayor o igual	0,3
p3/p2	1,8	mayor o igual	1,5
p1	0,7	mayor o igual	0
p2	1,1	mayor o igual	0
p3	2,0	mayor o igual	0
Z	126.472.782	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 7% más que su gasto anual promedio.

Escenario 4

Dotación media	8.645	m3/ha/año
Superficie regada	8.658	ha
Volumen consumo	74.848.410	m3/año

p1	0,68	$/m3
p2	1,08	$/m3
p3	2,08	$/m3
q0_1	360.000	m3 tramo1
q0_2	240.000	m3 tramo2
q0_3	0	m3 tramo3
PA0	7.243.600	$
PV0	503.721	$
q1	14.969.682	m3
q2	44.909.046	m3
q3	14.969.682	m3
Z	90.000.000	$

p1/p2	0,6	menor o igual	0,7
p3/p2	1,9	menor o igual	3,0
PV0	0,1	menor o igual	0,2
p1/p2	0,6	mayor o igual	0,3
p3/p2	1,9	mayor o igual	1,5
p1	0,7	mayor o igual	0
p2	1,1	mayor o igual	0
p3	2,1	mayor o igual	0
Z	90.000.000	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 7% más que su gasto anual promedio.

Escenario 5

Dotación media	12.350	m3/ha/año
Superficie regada	10.390	ha
Volumen consumo	128.311.560	m3/año

p1	0,68	$/m3
p2	0,97	$/m3
p3	2,32	$/m3
q0_1	360.000	m3 tramo1
q0_2	240.000	m3 tramo2
q0_3	0	m3 tramo3
PA0	7.243.600	$
PV0	477.989	$
q1	25.662.312	m3
q2	76.986.936	m3
q3	25.662.312	m3
Z	151.806.215	$

p1/p2	0,7	menor o igual	0,7
p3/p2	2,4	menor o igual	3,0
PV0	0,1	menor o igual	0,2
p1/p2	0,7	mayor o igual	0,3
p3/p2	2,4	mayor o igual	1,5
p1	0,7	mayor o igual	0
p2	1,0	mayor o igual	0
p3	2,3	mayor o igual	0
Z	151.806.215	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 7% más que su gasto anual promedio.

Validación

Dotación media	12.350	m3/ha/año
Superficie regada	8.658	ha
Volumen consumo	106.926.300	m3/año

p1	0,95	$/m3
p2	1,41	$/m3
p3	2,79	$/m3
q0_1	360.000	m3 tramo1
q0_2	240.000	m3 tramo2
q0_3	0	m3 tramo3
PA0	7.243.600	$
PV0	680.400	$

q1	21.385.260	m3
q2	64.155.780	m3
q3	21.385.260	m3

Z	170.440.522	$

p1/p2	0,67	menor o igual	0,70
p3/p2	1,98	menor o igual	3,00
PV0	0,09	menor o igual	0,20
p1/p2	0,67	mayor o igual	0,30
p3/p2	1,98	mayor o igual	1,50
p1	0,95	mayor o igual	0,00
p2	1,41	mayor o igual	0,00
p3	2,79	mayor o igual	0,00
Z	170.440.522	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 9% más que su gasto anual promedio.

Escenario	Tarifa tramo consumo básico ($/m3)	Tarifa tramo consumo normal ($/m3)	Tarifa tramo sobreconsumo ($/m3)	Aumento en gasto anual para agricultor (%)	Descripción escenario
Escenario 1	1,80	3,60	10,79	33%	1) Fuerte disminución en superficie regada (40%) y consumo hídrico (60%)
Escenario 2	1,38	1,96	2,95	20%	2) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (80%)
Escenario 3	0,67	0,96	2,64	10%	3) Superficie regada (100%) y consumo hídrico (100%) sin cambio
Escenario 4	0,64	1,11	2,05	11%	4) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (100%) sin cambio
Escenario 5	0,58	0,83	2,22	8%	5) Superficie regada sin cambio (100%) y aumento en consumo hídrico (120%)
Tarifa final	0,95	1,41	2,79	14%	3) Superficie regada (100%) y consumo hídrico (100%) sin cambio

Datos agricultor tipo

Cantidad de acciones	60	acciones
Hectáreas regadas	180	ha
Dotación anual	16.500	m3/ha/año
Consumo volumétrico total	2.970.000	m3/año

Datos conocidos ACCP

Cantidad de acciones total (conocido)	650,5	acciones
Hectáreas regadas	12.350	ha
Dotación anual	8.658	m3/ha/año
Consumo volumétrico total	106.926.300	m3/año

Tramos de consumo - criterios

Se separa el consumo total de la ACCP en tres tramos:

Fracción de dotación consumo básico	20%	
Fracción de dotación consumo normal	60%	
Fracción de dotación sobreconsumo	20%	
Límite superior tramo 1: dotación consumo básico	6.000	m3/ha/año
Límite superior tramo 2: dotación consumo normal	14.000	m3/ha/año

Estos datos corresponden a estimaciones del estudio "Diagnóstico de Obras de Conducción, Regiones Metropolitana y Valparaíso".
Se propone la evaluación de distintos escenarios variando superficie y dotación en base a criterios agronómicos e hidrológicos.

Escenarios propuestos:

1) Fuerte disminución en superficie regada (40%) y consumo hídrico (60%)

Hectáreas regadas	4.940	ha
Dotación anual	5.195	m3/ha/año

2) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (80%)

Hectáreas regadas	8.645	ha
Dotación anual	6.926	m3/ha/año

3) Superficie regada (100%) y consumo hídrico (100%) sin cambio

Hectáreas regadas	12.350	ha
Dotación anual	8.658	m3/ha/año

4) Moderada disminución en superficie regada (70%) y consumo hídrico (100%) sin cambio

Hectáreas regadas	8.645	ha
Dotación anual	8.658	m3/ha/año

5) Superficie regada sin cambio (100%) y aumento en consumo hídrico (120%)

Hectáreas regadas	12.350	ha
Dotación anual	10.390	m3/ha/año

Escenario 1

Dotación media	4.940	m3/ha/año
Superficie regada	5.195	ha
Volumen consumo	25.662.312	m3/año

p1	1,80	$/m3
p2	3,60	$/m3
p3	10,79	$/m3
q0_1	1.080.000	m3 tramo1
q0_2	1.440.000	m3 tramo2
q0_3	450.000	m3 tramo3
PA0	21.571.600	$
PV0	7.122.087	$
q1	5.132.462	m3
q2	15.397.387	m3
q3	5.132.462	m3
Z	120.000.000	$

p1/p2	0,5	menor o igual	0,7
p3/p2	3,0	menor o igual	3,0
PV0	0,3	menor o igual	0,4
p1/p2	0,5	mayor o igual	0,3
p3/p2	3,0	mayor o igual	1,5
p1	1,8	mayor o igual	0
p2	3,6	mayor o igual	0
p3	10,8	mayor o igual	0
Z	120.000.000	mayor o igual	120.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 33% más que su gasto anual promedio.

Escenario 2

Dotación media	8.645	m3/ha/año
Superficie regada	6.926	ha
Volumen consumo	59.878.728	m3/año

p1	1,38	$/m3
p2	1,96	$/m3
p3	2,95	$/m3
q0_1	1.080.000	m3 tramo1
q0_2	1.440.000	m3 tramo2
q0_3	450.000	m3 tramo3
PA0	21.571.600	$
PV0	4.314.320	$
q1	11.975.746	m3
q2	35.927.237	m3
q3	11.975.746	m3
Z	122.344.915	$

p1/p2	0,7	menor o igual	0,7
p3/p2	1,5	menor o igual	3,0
PV0	0,2	menor o igual	0,4
p1/p2	0,7	mayor o igual	0,3
p3/p2	1,5	mayor o igual	1,5
p1	1,4	mayor o igual	0
p2	2,0	mayor o igual	0
p3	2,9	mayor o igual	0
Z	122.344.915	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 20% más que su gasto anual promedio.

Escenario 3

Dotación media	12.350	m3/ha/año
Superficie regada	8.658	ha
Volumen consumo	106.926.300	m3/año

p1	0,67	$/m3
p2	0,96	$/m3
p3	2,64	$/m3
q0_1	1.080.000	m3 tramo1
q0_2	1.440.000	m3 tramo2
q0_3	450.000	m3 tramo3
PA0	21.571.600	$
PV0	2.116.833	$
q1	21.385.260	m3
q2	64.155.780	m3
q3	21.385.260	m3
Z	132.810.487	$

p1/p2	0,7	menor o igual	0,7
p3/p2	2,7	menor o igual	3,0
PV0	0,1	menor o igual	0,4
p1/p2	0,7	mayor o igual	0,3
p3/p2	2,7	mayor o igual	1,5
p1	0,7	mayor o igual	0
p2	1,0	mayor o igual	0
p3	2,6	mayor o igual	0
Z	132.810.487	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 10% más que su gasto anual promedio.

Escenario 4

Dotación media	8.645	m3/ha/año
Superficie regada	8.658	ha
Volumen consumo	74.848.410	m3/año

p1	0,64	$/m3
p2	1,11	$/m3
p3	2,05	$/m3
q0_1	1.080.000	m3 tramo1
q0_2	1.440.000	m3 tramo2
q0_3	450.000	m3 tramo3
PA0	21.571.600	$
PV0	2.287.649	$
q1	14.969.682	m3
q2	44.909.046	m3
q3	14.969.682	m3
Z	90.000.000	$

p1/p2	0,6	menor o igual	0,7
p3/p2	1,8	menor o igual	3,0
PV0	0,1	menor o igual	0,4
p1/p2	0,6	mayor o igual	0,3
p3/p2	1,8	mayor o igual	1,5
p1	0,6	mayor o igual	0
p2	1,1	mayor o igual	0
p3	2,0	mayor o igual	0
Z	90.000.000	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 11% más que su gasto anual promedio.

Escenario 5

Dotación media	12.350	m3/ha/año
Superficie regada	10.390	ha
Volumen consumo	128.311.560	m3/año

p1	0,58	$/m3
p2	0,83	$/m3
p3	2,22	$/m3
q0_1	1.080.000	m3 tramo1
q0_2	1.440.000	m3 tramo2
q0_3	450.000	m3 tramo3
PA0	21.571.600	$
PV0	1.830.573	$
q1	25.662.312	m3
q2	76.986.936	m3
q3	25.662.312	m3
Z	136.232.120	$

p1/p2	0,7	menor o igual	0,7
p3/p2	2,7	menor o igual	3,0
PV0	0,1	menor o igual	0,4
p1/p2	0,7	mayor o igual	0,3
p3/p2	2,7	mayor o igual	1,5
p1	0,6	mayor o igual	0
p2	0,8	mayor o igual	0
p3	2,2	mayor o igual	0
Z	136.232.120	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 8% más que su gasto anual promedio.

Validación

Dotación media	12.350	m3/ha/año
Superficie regada	8.658	ha
Volumen consumo	106.926.300	m3/año

p1	0,95	$/m3
p2	1,41	$/m3
p3	2,79	$/m3
q0_1	1.080.000	m3 tramo1
q0_2	1.440.000	m3 tramo2
q0_3	450.000	m3 tramo3
PA0	21.571.600	$
PV0	3.056.400	$
q1	21.385.260	m3
q2	64.155.780	m3
q3	21.385.260	m3
Z	170.440.522	$

p1/p2	0,67	menor o igual	0,70
p3/p2	1,98	menor o igual	3,00
PV0	0,14	menor o igual	0,40
p1/p2	0,67	mayor o igual	0,30
p3/p2	1,98	mayor o igual	1,50
p1	0,95	mayor o igual	0,00
p2	1,41	mayor o igual	0,00
p3	2,79	mayor o igual	0,00
Z	170.440.522	mayor o igual	90.000.000

En este escenario, el agricultor tipo paga un 14% más que su gasto anual promedio.