

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

**ANÁLISIS DE LA GESTIÓN Y MEJORAMIENTO DE
UN SERVICIO SANITARIO RURAL, DESDE LA
PERSPECTIVA ACADÉMICA: LOS TRIGALES DE
GUANAQUEROS Y EL MOLLE - ELQUI.**

Alan Paulo Olivares Gallardo
MAGÍSTER EN GESTIÓN DEL AGUA
AGOSTO 2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

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

Título del trabajo: Análisis de la gestión y mejoramiento de un servicio sanitario rural, desde la perspectiva académica: Los Triguales de Guanaqueros y el Molle - Elqui.

Nombre del candidato(a): Alan Paulo Olivares Gallardo

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, **Patricio Rubio Romero**, 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: 14-10-2026

Firma:

Estudiante o Candidato(a)

Fecha: 14-10-2026

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 TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

MAGÍSTER EN GESTIÓN DEL AGUA
MWM MASTER OF WATER MANAGEMENT

Departamento de Ingeniería Comercial
Departamento de Obras Civiles

ANÁLISIS DE LA GESTIÓN Y MEJORAMIENTO DE UN SERVICIO SANITARIO RURAL, DESDE LA PERSPECTIVA ACADÉMICA: LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS Y EL MOLLE - ELQUI.

Tesis de magister presentada por
Alan Paulo Olivares Gallardo
Como requisito para optar al Grado de
MAGÍSTER EN GESTIÓN DEL AGUA

Director de Tesis:
Dr. Patricio Rubio Romero
Agosto 2026

TITULO DE TESIS:

Análisis de la gestión y mejoramiento de un servicio sanitario rural, desde la perspectiva académica: Los Trigales de Guanaqueros y El Molle - Elqui.

AUTOR:

ALAN PAULO OLIVARES GALLARDO

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:

Dr. Patricio Rubio Romero
Director de Tesis

Mg. Marcelo Bravo Fortune
Correferente Interno

Mg. José Verdugo Cerón
Correferente Externo

Santiago, Agosto 2026

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

Nombre: Alan Paulo Olivares Gallardo

Firma:

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the bottom.

Fecha: Santiago, agosto de 2026

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos de la vida por su inconmensurable cariño, apoyo y soporte

A mis estimados docentes que con los conocimientos entregados y la ayuda prestada cada vez que lo necesitamos, nos guiaron y empujaron a alcanzar esta meta tan anhelada

A mis compañeras y compañeros por estar siempre disponibles con una palabra, un abrazo o una acción de compañía y cercanía.

RESUMEN EJECUTIVO

Los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) en Chile enfrentan una severa precariedad técnica y un letargo administrativo crónico, donde la tramitación preinversional de proyectos promedia cinco años, representando la burocracia el 56% de dicho lapso. Esta situación se agudiza por la falta de información diagnóstica, dado que más del 90% de los comités hídricos de la Región de Coquimbo carecen de catastros actualizados de su infraestructura. Frente a este escenario, la presente tesina tuvo como objetivo general evaluar la gestión hídrica rural en las localidades de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle, integrando de manera sistémica el aporte científico-técnico de la academia para resolver las brechas de diseño, operación y administración.

Para ello, se aplicó una metodología estructurada en fases secuenciales que incluyó un diagnóstico empírico mediante encuestas con escala de Likert a expertos sectoriales para visualizar la opinión de los distintos actores respecto a cómo interactúan entre ellos para poder gestionar los mejoramientos de los servicios sanitarios rurales; la revisión en detalle de los dos trabajos realizados por la academia respecto el análisis de la red de agua potable de Los Trigales indicando que como solución se deben realizar distintos de cambios de tuberías bajo el concepto de Conservación del SSR, lo que permite una rápida ejecución de las obras proyectadas; respecto a la localidad de El Molle, el proyecto que existe corresponde a una nueva instalación. Por lo tanto, los antecedentes deben cumplir lo indicado en el Banco de Proyectos para eventual aprobación de MIDESO; al mismo tiempo se realizó una evaluación estratégica multicriterio utilizando la Matriz de Saaty para ponderar costos de inversión (CAPEX), costos operativos (OPEX) y cumplimiento de la norma de descargas del DS 90/2000.

Los resultados revelaron el Humedal Artificial representa la solución de saneamiento óptima debido a su bajo OPEX y alta sostenibilidad. Finalmente, se diseñó y validó cualitativamente ante la Dirección de Obras Hidráulicas y la Universidad de La Serena un Convenio de Gobernanza Tripartito que permitiría una reducción en los tiempos de preinversión estatal en más de un 50% mediante el ingreso directo de expedientes académicos estandarizados bajo la norma NIP 2026 al Banco Integrado de Proyectos. Se concluye que la viabilidad del convenio radica en un despliegue por fases secuenciales (catastro regional y focalización en comités pequeños) y en la simetría de sus incentivos, fortaleciendo los indicadores de Vinculación con el Medio indispensables para la acreditación universitaria y la titulación oportuna de los estudiantes.

ABSTRACT

Rural Water Services (SSR) in Chile face severe technical deficiencies and chronic administrative sluggishness, with project pre-investment processing averaging five years, where bureaucracy represents 56% of this period. This situation is further exacerbated by a lack of diagnostic data, as more than 90% of water committees in the Coquimbo Region lack updated infrastructure registries. Consequently, this thesis aimed to evaluate rural water management in Los Trigales de Guanaqueros and El Molle, systematically integrating academic scientific-technical contributions to resolve design, operational, and administrative gaps.

The methodology comprised four sequential phases: an empirical diagnosis using Likert scale surveys applied to sector experts; a hydraulic modeling of the Los Trigales drinking water network using EPANET; and a multi-criteria strategic evaluation for El Molle using Saaty's Analytic Hierarchy Process (AHP) to weight capital (CAPEX) and operational (OPEX) costs alongside regulatory compliance with discharge standards (D.S. 90/2000).

Results showed that the Los Trigales network will experience negative dynamic pressures under a 20-year demographic projection, requiring a pipeline diameter redesign under the conservation project typology. In El Molle, Saaty's matrix determined that a Constructed Wetland (7.20 points) represents the optimal sanitation solution due to its low OPEX and high sustainability. Finally, a Tripartite Governance Agreement was designed and qualitatively validated before the Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) and the Universidad de La Serena. This agreement acts as an "institutional shortcut," reducing state pre-investment timelines by over 50% through the direct entry of academic files—standardized under the NIP 2026 guideline—into the Integrated Project Bank (BIP). In conclusion, the agreement's feasibility lies in its sequential deployment (regional registry and targeting of small comitees) and the symmetry of its incentives, boosting Community Engagement (Vcm) indicators vital for university accreditation and timely student graduation.

INDICE

1	INTRODUCCION	11
2	ORIGEN, PROPÓSITO Y ALCANCES DEL ESTUDIO	14
2.1.	Límites del estudio	16
2.2.	Alcance científico-profesional del estudio	17
3	OBJETIVOS	19
3.1	Objetivo General	19
3.2	Objetivos Específicos	19
4	ESTADO DEL ARTE	22
4.1	Antecedentes del Estado del Arte	22
4.1.1	Conceptos e ideas específicas (Review Bibliográfico)	22
4.1.2	Aportes de las asignaturas	24
4.1.3	Consultas a los distintos actores involucrados	27
4.2	Sujeto del estudio	36
4.2.1	Gestión de la distribución de agua potable en Los Trigales de Guanaqueros	38
4.2.2	Déficit de Saneamiento y Sistemas de Tratamiento en El Molle	40
4.3	Conclusiones del estado del arte	44
4.4	Modelo Teórico del estado del arte	47
5	PROPUESTA DE LA METODOLOGIA DE TRABAJO	51
5.1	Fase 1: Levantamiento Teórico y Diagnóstico (Actividades 1 a 7)	51
5.2	Fase 2: Diseño y Elaboración de la Propuesta (Actividades 8 a 11)	53
5.3	Fase 3: Aplicación y articulación (Actividades 12 a 14)	54
5.4	Fase 4: Síntesis y cierre (Actividades 15 y 16)	56
6	APLICACIÓN METODOLÓGICA	57
6.1	Diseño del modelo de vinculación (Aplicación de la Actividad 8)	57
6.1.1	Estandarización del Expediente Técnico Académico bajo la Normativa NIP 2026	60
6.2	Articulación de criterios normativos y tipología de proyectos (Aplicación de la Actividad 9)	65
6.2.1	El caso de Los Trigales de Guanaqueros (Intervención de Conservación y Mejoramiento)	65
6.2.2	El caso de El Molle (Instalación de un Nuevo Servicio)	67
6.3	Construcción de la evaluación estratégica de soluciones (Aplicación de la Actividad 10)	70

7	RESULTADOS	76
7.1	Modelo de Gobernanza Tripartito: Universidad - Estado – Comunidad	76
7.2	Factibilidad Técnica e Institucional de la Propuesta	78
7.3	Impacto Proyectado en los Tiempos de Tramitación (Análisis Comparativo)	80
7.4	Optimización de la Sostenibilidad Financiera para los SSR	82
8	CONCLUSIONES	85
9	RECOMENDACIONES APLICADAS/PROFESIONALES	90
10	BIBLIOGRAFIA	94
11	WEBGRAFIA	100
12	GLOSARIO Y ACRÓNIMOS	101
13	ANEXOS	108
13.1	Anexo 1: Orden de las Ideas	109
13.2	Anexo 2: Review bibliográfico	111
13.3	Anexo 3: Fichas bibliográficas	114
13.4	Anexo 4: Encuesta	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Síntesis de la revisión bibliográfica sobre gestión de saneamiento rural	22
Tabla 4.2 Principales aspectos señalados por actores claves de la gestión hídrica rural .	28
Tabla 4.3 Propuesta Metodológica.....	48
Tabla 6.1 Matriz de decisión multicriterio (AHP) para la selección de alternativa de PTAS El Molle.....	72
Tabla 7.1 Análisis comparativo de tiempos proyectados en la fase de preinversión y diseño.....	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 Distribución de porcentajes Afirmación 1	29
Gráfico 4.2 Distribución de Porcentajes Afirmación 2.....	30
Gráfico 4.3 Distribución de porcentajes Afirmación 3.....	30
Gráfico 4.4 Distribución de porcentajes Afirmación 4.....	31
Gráfico 4.5 Distribución de porcentajes Afirmación 5.....	32
Gráfico 4.6 Distribución de porcentajes Afirmación 6.....	32
Gráfico 4.7 Distribución de porcentajes Afirmación 7.....	33
Gráfico 4.8 Distribución de porcentajes Afirmación 8.....	34
Gráfico 4.9 Distribución de porcentajes Afirmación 9.....	34
Gráfico 4.10 Distribución de porcentajes Afirmación 10.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 Ubicación geográfica de las localidades rurales del sujeto de estudio	37
Figura 4-2 Esquema hidráulico e infraestructura existente del SSR Los Trigales de Guanaqueros.....	39
Figura 4-3 Ubicación geográfica de la infraestructura existente del SSR El Molle.....	42
Figura 4-4 Infraestructura existente del SSR El Molle	43
Figura 4-5 Evolución del Modelo Teórico de la investigación	49
Figura 6-1 Flujo actual de tramitación para la aprobación y ejecución de proyectos SSR.58	
Figura 6-2 Propuesta de modelo de vinculación académica para la tramitación acelerada	61
Figura 7-1 Mapa de actores y flujos de aportes en el Convenio de Gobernanza Tripartito78	

1 INTRODUCCION

El acceso al agua potable y al saneamiento seguro es uno de los desafíos más críticos que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. En Chile, este escenario se ha visto drásticamente agudizado por la escasez hídrica estructural y los efectos prolongados del cambio climático, impactando con especial dureza a las zonas rurales. En la Región de Coquimbo, y específicamente en la Provincia de Elqui, las comunidades se enfrentan al fenómeno de la "nueva ruralidad", caracterizado por un crecimiento poblacional irregular y una demanda creciente de recursos hídricos que presiona al límite la capacidad de la infraestructura sanitaria existente.

Históricamente, el Estado ha intentado dar respuesta a estas necesidades mediante la inversión pública. Sin embargo, el diagnóstico empírico demuestra que el mayor obstáculo para el desarrollo del saneamiento rural no radica exclusivamente en la falta de tecnologías o en la escasez de fondos, sino en un profundo y prolongado "letargo institucional". El ciclo de tramitación estatal para materializar infraestructura bajo la metodología del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) presenta un aletargamiento que promedia entre cuatro y seis años de espera únicamente en su fase de formulación y preinversión. Mientras los expedientes transitan por un intrincado proceso burocrático de observaciones y licitaciones, las comunidades rurales quedan expuestas a un alto riesgo sanitario.

Frente a esta brecha entre la urgencia territorial y la capacidad de respuesta del Estado, surge un actor fundamental que ha permanecido subutilizado: la academia. Las universidades regionales poseen la capacidad técnica, las horas-hombre y las herramientas de ingeniería de detalle para resolver estos nudos críticos; no obstante, sus investigaciones y trabajos de titulación suelen quedar archivados en bibliotecas al carecer de un puente vinculante formal con el aparato público. Es precisamente en la intersección de estas problemáticas donde se gesta la presente investigación, la cual busca transformar el conocimiento científico en una herramienta ejecutiva de política pública, lo que nos lleva a establecer el título y eje central de esta tesina: "Análisis de la gestión y mejoramiento de un servicio sanitario rural. Provincia de Elqui: Los Trigales de Guanaqueros y El Molle."

La relevancia de esta investigación radica en su doble impacto: técnico y de gestión pública. Desde el punto de vista normativo, la implementación de la Ley N° 20.998 ha impuesto a los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) la exigencia de ser técnica y financieramente autosustentables. Sin embargo, las directivas de los comités a menudo heredan infraestructuras diseñadas sin pertinencia territorial o con tecnologías de alto Costo de Operación y Mantenimiento (OPEX), llevándolos al borde de la insolvencia.

La importancia de este trabajo trasciende el análisis de dos localidades; propone un cambio de paradigma en la formulación de proyectos, estandarizando el conocimiento universitario bajo las Normas, Instrucciones y Procedimientos (NIP 2026) del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO), transformando tesis en expedientes técnicos directamente financiables a través del Banco Integrado de Proyectos (BIP).

Para dar respuesta a los objetivos planteados y articular de manera lógica la investigación, el presente documento se ha estructurado en trece apartados principales, los cuales guían al lector desde la concepción del problema hasta las recomendaciones aplicadas:

El Capítulo 2 (Origen, propósito y alcances del estudio) contextualiza la motivación primaria de la investigación, delimitando su campo de acción geográfico e institucional, y precisando la intención de articular a la academia con las necesidades hídricas de la Provincia de Elqui.

En el Capítulo 3 (Objetivos) se declaran las metas rectoras de la tesina. Se define el Objetivo General enfocado en evaluar y mejorar la gestión de los SSR mediante el aporte científico-técnico, desglosándose en objetivos específicos que marcan la hoja de ruta metodológica.

El Capítulo 4 (Estado del Arte) presenta una revisión exhaustiva de la literatura. Abarca los antecedentes del problema, el diagnóstico institucional y la caracterización profunda del Sujeto de Estudio (Los Trigales de Guanaqueros y El Molle). Finaliza consolidando el Marco Teórico que da sustento a la evaluación de la gestión del saneamiento.

El Capítulo 5 (Propuesta de la Metodología de Trabajo) detalla el andamiaje sistémico y secuencial utilizado para cumplir los objetivos. Se explica el cronograma y las cuatro grandes fases del estudio: levantamiento teórico, diseño de la propuesta, aplicación y síntesis.

A través del Capítulo 6 (Aplicación Metodológica), la investigación abandona el plano puramente diagnóstico para adentrarse en la operacionalización de las soluciones. Aquí se detalla cómo el trabajo académico es transformado y estandarizado al formato exigido por el Sistema Nacional de Inversiones (SNI).

En el Capítulo 7 (Resultados) se exponen los grandes hallazgos del trabajo. Se presenta el Modelo de Gobernanza Tripartito, su factibilidad técnica e institucional, la demostración cuantitativa de la reducción de los tiempos de tramitación institucional, y la optimización de la sostenibilidad financiera (OPEX) mediante tecnologías pertinentes.

El Capítulo 8 (Conclusiones) consolida el cierre analítico de la investigación. A través de este apartado se reflexiona sobre la viabilidad técnica y metodológica comprobada frente a la crisis hídrica y la urgencia de establecer puentes formales y vinculantes entre la academia y el Estado.

Posteriormente, el Capítulo 9 (Recomendaciones Aplicadas/Profesionales) trasciende el análisis académico para entregar directrices estratégicas concretas dirigidas a la Institucionalidad Pública, la Universidad y las Comunidades, proponiendo la creación de un Consejo Regional de Vinculación para la Gestión de los SSR. Finalmente, los Capítulos 10, 11, 12 y 13 presentan respectivamente la Bibliografía, Webgrafía, Glosario y Acrónimos, y los Anexos, en donde se respaldan todas las fuentes consultadas, la terminología técnica empleada a lo largo del texto y los documentos complementarios (tablas, modelaciones y flujogramas) que dotan de rigor metodológico a la presente tesina.

2 ORIGEN, PROPÓSITO Y ALCANCES DEL ESTUDIO

La característica principal del trabajo es mejorar la gestión de los Servicios Sanitarios Rurales de la Provincia de Elqui en la Región de Coquimbo, con respecto del apoyo técnico y logístico que puede entregar y compartir la academia para poder enfrentar los problemas que se presentan constantemente debido a la escasez hídrica que afecta la región.

Desde la academia se han desarrollado o presentado distintas soluciones técnicas a problemas que presentan distintos SSR (Servicios Sanitarios Rurales) que finalmente y por distintas razones quedan solo en un texto (Memoria de Título o Informe Técnico) y no se materializan, o bien, luego de un tiempo prolongado desde el propio SSR o a través del Gobierno Regional, se solicitan y entregan recursos que en cierta medida realizan el mismo trabajo desarrollado con anterioridad. Hasta ahora no se ha visualizado y/o materializado una gestión y/o metodología que permita formalizar el apoyo técnico que se entrega desde la academia, porque generalmente durante el primer semestre de cada año, distintas personas y/o asociaciones se acercan a pedir ayuda técnica para solucionar los distintos problemas a los cuales se ven afectados, o bien, para solicitar orientación respecto a cómo es posible apoyar o dirigir los diseños de los sistemas de saneamiento de una localidad.

La principal motivación para desarrollar este trabajo es poder apoyar la gestión de los SSR, para que las soluciones técnicas que necesiten para resolver los problemas que trae consigo la escasez de recursos hídricos y que puedan ser apoyadas desde la academia, puedan formar parte como antecedente técnico válido en la toma de decisiones por parte del propio SSR y que sean reconocidos por la DOH (Dirección de Obras Hidráulicas), la SISS (Superintendencia de Servicios Sanitarios) y el Gobierno Regional. De esta forma, con el apoyo que se entrega y se puede seguir entregando desde la academia, los antecedentes técnicos validados permiten analizar y desarrollar soluciones técnicas factibles de ejecutar, además de fomentar la responsabilidad social a los futuros profesionales que están en formación.

Es dable destacar que se trata de un tema realista, porque se han entregado productos de forma aislada a algunos SSR y también a la DOH en el último tiempo, donde solo algunos (principalmente en la DOH) han podido seguir avanzando en la gestión de materializar la solución técnica de un SSR en particular. Por lo tanto, se pueden revisar objetivamente los resultados de los diferentes aportes entregados, mediante la verificación si, en primer lugar, se materializaron considerando los productos entregados, y en segundo lugar si se respetaron las indicaciones y detalles entregados para cada solución.

Desde la perspectiva profesional, este trabajo permite validar y/o incentivar el importante aporte que puede y debe entregar la academia a través del trabajo conjunto que pueden desarrollar académicos con el apoyo de estudiantes (que pueden desarrollar su trabajo de titulación, por ejemplo,) para poder apoyar la resolución de las distintas dificultades en la gestión y operación de los distintos SSR de la Región. También permite vincular de forma más eficiente los distintos trabajos y esfuerzos que realizan los distintos actores involucrados en el desarrollo de soluciones a los distintos problemas y desafíos a los cuales se ven enfrentados los Servicios Sanitarios Rurales.

Para la academia también incorpora un valor agregado, dado que a través de los trabajos de titulación que se pueden desarrollar para los distintos problemas que presentan los SSR, valora y fortalece la Vinculación con el Medio que es un criterio muy importante que influye en la acreditación de las instituciones de educación superior. En paralelo los informes técnicos que entregan los académicos, que apoyan también a los distintos actores involucrados (SSR, DOH, SISS y Gobierno Regional), fortalecen la extensión de la academia hacia el territorio local.

Si profundizamos en el origen de este trabajo, se puede reconocer que, en la Provincia de Elqui, la escasez hídrica ha dejado de ser una simple contingencia climática para convertirse en una condición estructural que amenaza la resiliencia de las comunidades. Históricamente, desde los espacios disponibles de las universidades se han desarrollado valiosas soluciones de ingeniería y diagnósticos para estos sistemas; sin embargo, existe una desconexión crítica dado que, si bien los productos existen, un gran porcentaje suele quedar archivado como textos

académicos de respaldo de trabajo que en algún momento se realizó, sin lograr materializarse en el territorio. Este trabajo nace de la urgencia de revisar ese vacío metodológico que impide formalizar e integrar eficientemente la ayuda técnica de la academia hacia las asociaciones que buscan desesperadamente orientación técnica.

Por consiguiente, el propósito central que moviliza este análisis es construir un puente definitivo sobre esa brecha para mejorar la gestión del saneamiento rural. La motivación es lograr que el conocimiento científico-técnico universitario logre transformarse, de manera fluida, en un antecedente técnico validado y vinculante. Se busca que las soluciones desarrolladas dejen de ser un ejercicio teórico y logren permear a las instituciones del Estado que toman las decisiones de inversión (tales como la Dirección de Obras Hidráulicas, la SISS y el Gobierno Regional). Al posicionar a la academia como un actor articulador, el propósito es acelerar el desarrollo de soluciones factibles de ejecutar, superando los letargos burocráticos y optimizando la gestión integral de estos servicios vitales.

Para lograr lo anterior, este estudio delimita su alcance de acción a los sistemas territoriales de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle, transformando a dichas localidades en un verdadero “laboratorio natural” para el intercambio de conocimientos. De acuerdo con los requerimientos metodológicos, la investigación define y estructura su aplicabilidad en los siguientes términos:

2.1. Límites del estudio

La investigación se circunscribe y delimita bajo los siguientes parámetros de acción:

- Límites geográficos y territoriales: La investigación se desarrolla a nivel comunal y local, específicamente en las localidades de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle, pertenecientes a la Provincia de Elqui, Región de Coquimbo.
- Tamaño del sujeto de estudio y sector de la sociedad: El estudio se enfoca en el sector rural y comunitario, abarcando directamente a los Comités de los

Sistemas Sanitarios Rurales y la población afectada por las limitantes de infraestructura hídrica.

- Área de la gestión del agua: Se aborda la gestión estratégica, administración, y el modelo de vinculación o gobernanza interinstitucional para viabilizar técnica y burocráticamente proyectos de agua potable y saneamiento rural.
- Límites temporales: El estudio contempla las condiciones presentes de ambas localidades y analiza retrospectivamente los tiempos de letargo institucional en la evaluación de proyectos, proyectando un modelo de gestión aplicable al corto y mediano plazo.
- Brecha catastral y precariedad técnica: La urgencia de un modelo de vinculación formalizada entre la academia y el sector público se hace patente al analizar la realidad diagnóstica de la Región de Coquimbo, donde estimaciones de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) de la DOH sugieren que más del 90% de los comités y cooperativas hídricas no disponen de un catastro físico ni operativo actualizado de su infraestructura sanitaria. Esta carencia constituye una brecha crítica y una infracción explícita frente a las exigencias regulatorias de la Ley N° 20.998. En este escenario de vulnerabilidad, la academia emerge como un actor estratégico insustituible: a través de trabajos de titulación estandarizados, posee la capacidad técnica instalada para levantar e integrar la información base del territorio, transformándola en un insumo de preinversión validado que el Estado no logra cubrir con la velocidad requerida debido a limitaciones de dotación de personal y recursos de consultoría pública.

2.2. Alcance científico-profesional del estudio

El trabajo se enmarca en las áreas revisadas durante el desarrollo del Magister relacionadas, entre otras, a la Gobernanza del Agua, la Planificación Estratégica y la Gestión de Recursos Hídricos. De acuerdo con el nivel de conocimiento actual sobre la problemática y los descubrimientos identificados, la investigación comprende una progresión de enfoques que abarcan los siguientes propósitos:

- **Enfoque Exploratorio:** Actualmente existen ideas vagamente relacionadas sobre cómo institucionalizar la colaboración entre las universidades y los SSR. Por ello, este estudio adopta un fin exploratorio al investigar el vacío metodológico de la transferencia tecnológica, un problema de gestión pública e institucional que se desea abordar desde una nueva perspectiva.
- **Enfoque Descriptivo:** Al contar con piezas teóricas y descubrimientos parciales sobre las debilidades del saneamiento rural, la investigación busca describir las propiedades, características estructurales y operativas de los servicios y comunidades en estudio (Los Trigales de Guanaqueros y El Molle), caracterizando las variables que obstaculizan su desarrollo e implementación.
- **Enfoque Correlacional:** Basado en hipótesis empíricas de gestión, el estudio pretende evaluar la relación directa que existe entre la participación vinculante de la academia (generación de diseños y soluciones técnicas) y la potencial reducción de los tiempos burocráticos (letargo) en las instituciones gubernamentales para la materialización de los proyectos.
- **Enfoque Explicativo o Causal:** Finalmente, este estudio considera como válidos los resultados técnicos emanados de trabajos previos de titulación y/o informes técnicos desarrollados en asignaturas en particular. Su propósito causal es evidenciar cómo la inyección de este conocimiento académico validado impacta en el mejoramiento efectivo de las fallas técnicas y burocráticas, determinando en qué condiciones este modelo colaborativo resuelve de un modo integral el problema de gestión de los sistemas de saneamiento rural.

3 OBJETIVOS

Después de haber ordenado las ideas, los propósitos y presentado algunas informaciones relativas a los sistemas sanitarios rurales, además de lo comentado y revisado en la asignatura MWM-900 Tesina, se presentan a continuación el objetivo general y los objetivos específicos. Dichos objetivos específicos, en su secuenciación reflejan la propuesta metodológica con la cual desarrollaremos este trabajo de investigación.

3.1 Objetivo General

Evaluar la gestión de un Servicio Sanitario Rural, en las localidades de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle de la Provincia de Elqui. A través de un levantamiento integral de los antecedentes técnicos y operacionales disponibles; con el propósito de integrar el aporte científico-técnico que entrega la academia para resolver los problemas de diseño, operación y administración.

3.2 Objetivos Específicos

1. Recopilar datos, noticias e informes que permitan comprender la percepción de las comunidades rurales y las problemáticas que enfrentan ante la escasez hídrica y la gobernanza del agua en el ámbito sanitario rural.
2. Revisar la documentación escrita sobre las soluciones técnicas de saneamiento rural y de la gestión que se realiza para materializar las soluciones encontradas.
3. Conocer la experiencia de actores relevantes (dirigentes de SSR, DOH, SISS y academia) mediante entrevistas, que permitan articular una visión integral desde la proyección de la solución técnica a la gestión de la implementación del saneamiento rural.
4. Revisar otras experiencias de asociación entre la academia y organismos públicos o privados, para desarrollar soluciones en sistemas sanitarios o mejorar la gestión de los mismos.

5. Caracterizar el estado actual de los sistemas de producción y distribución de agua potable, además de los sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas de los Servicios Sanitarios Rurales de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle.
6. Revisar la percepción de los Servicios Sanitarios Rurales respecto al letargo institucional de la implementación de los mejoramientos técnicos que solucionan los problemas de los servicios presentados por la academia.
7. Formular el marco teórico del proyecto en base a la documentación y antecedentes analizados, los objetivos planteados y las características del sujeto de estudio.
8. Proponer un modelo de vinculación o de asistencia técnica para la interconexión de la academia con los Servicios Sanitarios Rurales, que permita mejorar los tiempos de letargo que tienen hoy la implementación de las soluciones propuestas.
9. Articular una base de criterios con la normativa vigente (Ley 20.998) que permita definir y respaldar la propuesta de implementación técnica.
10. Construir para las localidades en estudio una evaluación estratégica de las soluciones técnicas presentadas para los SSR.
11. Validar el formato de la propuesta técnica elaborada para que sea utilizada como base en la propuesta de gestión de la implementación.
12. Articular la participación de los distintos actores involucrados (academia, SSR, DOH, MIDESO), para mejorar la gestión de la implementación de las soluciones técnicas encontradas.
13. Definir un modelo de gobernanza que articule a la universidad con los dirigentes de los servicios sanitarios rurales y los actores relevantes de la gestión del agua para los servicios antes señalados.

14. Establecer la factibilidad técnica y de gestión para incorporar las soluciones de ingeniería, generadas desde la academia hacia los Servicios Sanitarios Rurales en estudio.
15. Establecer conclusiones sobre los resultados obtenidos en la investigación, para resolver las dificultades técnicas en los sistemas sanitarios rurales que permitirán mejorar la gestión y la implementación de las soluciones técnicas presentadas.
16. Definir recomendaciones fundamentales para formalizar la transferencia del conocimiento académico a los Servicios Sanitarios Rurales de la región.

4 ESTADO DEL ARTE

Después de haber presentado los objetivos, a continuación, los aspectos más relevantes del estado del arte.

4.1 Antecedentes del Estado del Arte

4.1.1 Conceptos e ideas específicas (Review Bibliográfico)

Luego de revisar la bibliografía fundamental, específica y complementaria contenida en 47 documentos, a continuación, se presentan en la Tabla 4.1 las distintas ideas que se pueden obtener luego de revisar cada una de ellas en función de la Gestión del Saneamiento.

Tabla 4.1
Síntesis de la revisión bibliográfica sobre gestión de saneamiento rural

Palabra clave: Gestión del Saneamiento Rural				
Autor/Lectura	Ideas para soluciones técnicas	Ideas para la gestión	Otras Ideas	
Ministerio de Obras Públicas (2017); Barraza Patuelli (2022); Ovies (2022)	Identificación de requerimientos de infraestructura resiliente, modernización de plantas y necesidad de incorporar tecnologías de saneamiento.	Profesionalización exigida por la nueva Ley 20.998. Transición del modelo antiguo de APR a SSR. Necesidad de apoyo administrativo para la obtención de licencias.	Dimensión humana de los directorios: dirigentes voluntarios de edad avanzada. Fenómeno de la “nueva ruralidad” y el cambio de socio a cliente exigente.	
OCDE (2016); Gómez & Erices (2023); Mesa Nacional del Agua (2020); Valdés-Pineda et al. (2014)	Integración de sistemas de información y bases de datos georreferenciadas (GIS) para respaldar inversiones con análisis multicriterio.	Sostener la gestión en los pilares de efectividad, eficiencia y confianza. Creación de redes colaborativas y vinculación bidireccional (Academia-Estado-Comunidad).	Urgencia de superar la fragmentación institucional estatal. Necesidad de controlar conductas oportunistas (free-riders y rent-seeking).	

Palabra clave: Gestión del Saneamiento Rural

Alvarez-Garretón et al. (2023); Fundación Chile (2018); Aguas del Valle (2022)	Sistemas de tratamiento orientados al reúso de aguas (economía circular) y telemetría para evitar desperdicios ante la escasez.	Implementación de Planes de Seguridad del Agua (PSA) simplificados. Transformación local en las comunidades frente a eventos extremos.	El agua potable y el saneamiento como derechos humanos básicos frente a la disminución histórica de caudales y reservas embalsadas en Elqui.
(Viera, 2025); (Millán Romero, 2025); Ibacache y Velásquez (2022)	Modelación hidráulica (EPANET), redes LoRaWAN y telemetría para monitoreo en línea de caudales y presiones (Caso: Los Trigales).	Toma de decisiones basada en datos empíricos (data-driven). Justificación de inversiones ante el Estado. Planificación predictiva de mantenimientos.	Aplicación de metodologías como Six Sigma o Lean Management para considerar las fugas invisibles como “desperdicios” a eliminar.
Marchant et al. (2024); Andreo-Martínez et al. (2017); (Flores, 2025); Angel y Torres (2022)	Humedales depuradores para el tratamiento rural de aguas servidas (Caso: El Molle). Infraestructura verde de baja dependencia energética.	Viabilidad económica comprobada para SSR debido a bajos costos operacionales (OPEX) y de mantenimiento frente a sistemas convencionales.	Aceptabilidad social de la tecnología. Valor estético y paisajístico. Oportunidades de financiamiento a través de políticas del Gobierno Regional.

Nota. Elaboración propia a partir de la revisión y sistematización de 47 documentos de la literatura fundamental, específica y complementaria (ver detalle completo en el Anexo 2: Review Bibliográfico).

4.1.2 Aportes de las asignaturas

El desarrollo de esta investigación no solo surge de la identificación de una problemática en los servicios sanitarios rurales, sino que se fundamenta y nutre directamente de las competencias, marcos teóricos y herramientas analíticas adquiridas durante el programa de Magíster en Gestión del Agua (MWM). Las distintas asignaturas han guiado el motivo de investigación, aportando el material necesario para diagnosticar la situación de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) y formular una propuesta metodológica robusta. A continuación, se detallan los principales aportes estructurados por áreas de conocimiento:

El problema de escasez hídrica que afecta a la Provincia de Elqui se apoya en los módulos sobre cambio climático y eficiencia hídrica. Las proyecciones de disminución de precipitaciones, el aumento de la isoterma cero y los cambios en los días grado y horas de frío demostraron que el déficit hídrico es una condición estructural y no transitoria (Chibbaro, 2025; Ortega, 2025). A partir de estos antecedentes, se comprende que enfrentar un clima más seco requiere de nuevos enfoques de gobernanza del agua, haciendo imperativo revisar cómo las metodologías actuales y la institucionalidad se adaptan a esta realidad no estacionaria (Martín-Vide, 2024).

Para abordar el letargo institucional que afecta a los SSR, las clases sobre el marco regulatorio e institucional fueron fundamentales. Se analizó la evolución de los servicios sanitarios, las implicancias de la nueva Ley 20.998 y la relación con la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) (DOH, 2025; Kresse Zamorano, 2025). Asimismo, la comprensión de la viabilidad económica y la evaluación social de proyectos bajo la Metodología del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) del Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), entregó las bases para entender los “cuellos de botella” en la aprobación de financiamiento público, justificando la necesidad de insertar a la academia como un articulador técnico (Arenas Yáñez, 2025).

Para el caso de Los Trigales de Guanaqueros, la propuesta de incorporar metodologías como Lean Management y Six Sigma, es un aporte directo de las asignaturas de sistemas de gestión y excelencia operacional. Los conceptos de

Gestión de Calidad Total (TQM), pensamiento Lean, y la aplicación de la norma ISO 46001 sobre sistemas de gestión de eficiencia hídrica, proporcionaron el marco teórico para proponer soluciones orientadas a maximizar la eficiencia y reducir los “desperdicios” operacionales en la distribución de agua potable (Carvallo González, 2025; Peña Carter, 2025a).

Para la localidad de El Molle, el diagnóstico técnico de la infraestructura se nutre de los módulos de modelación y saneamiento. Para el diseño de redes y proyección de demandas, se utilizan los criterios de modelación hidráulica, telemetría y uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) abordados en clases (Viera, 2025.; Millán Romero, 2025). Las bases para evaluar la factibilidad técnica y económica de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) para poblaciones menores a 5.500 habitantes —comparando lodos activados, lagunas aireadas y lombrifiltros—, así como la estimación de sus costos de inversión (CAPEX) y operación (OPEX), se pueden revisar íntegramente de los módulos de tratamiento de aguas (Honsi Auchen, 2024a, 2024b).

Por otra parte, la vinculación entre la academia, los SSR y los organismos vinculados a los proyectos de mejoramiento, se puede abordar desde la asignatura de Innovación y Gestión de Proyectos. Esta área relevó la importancia de la transferencia de conocimiento y el desarrollo de innovación aplicada para resolver problemas reales del territorio, posicionando a la universidad como un socio estratégico capaz de generar valor público e innovación técnica (Bravo Fortune, 2025).

Para materializar este aporte y abordar el letargo institucional que afecta a los SSR, las clases sobre el marco regulatorio e institucional fueron fundamentales. En este sentido, es importante valorar el aporte transversal de la asignatura de Gobernanza y Economía del Agua, principalmente porque la gobernanza se posiciona como una poderosa herramienta que busca resolver problemas de política pública para la planificación, dirección y gestión de los recursos de dominio público (Rubio Romero et al., 2024) A partir de esta premisa, se analizó la evolución de los servicios sanitarios, las implicancias de la nueva Ley 20.998 y su relación con la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y la Superintendencia de Servicios Sanitarios

(SISS) (DOH, 2025; Kresse Zamorano, 2025). Asimismo, la comprensión de la viabilidad económica y la evaluación social de proyectos bajo la Metodología del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) del Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), entregó las bases para entender los cuellos de botella en la aprobación de financiamiento público, justificando la necesidad de insertar a la academia como un articulador técnico (Arenas Yáñez, 2025).

Finalmente, para la formulación técnica y financiera de estos proyectos de infraestructura sanitaria, y su posterior evaluación bajo los estándares del SNI, los aportes del programa resultan imperativos para definir los indicadores económicos y metodologías de jerarquización:

- **Costos de Inversión Inicial (CAPEX):** El Capital Expenditure (CAPEX) corresponde al valor total de los recursos físicos, humanos y financieros requeridos para materializar y poner en marcha un proyecto. En el contexto del saneamiento rural, el CAPEX abarca los desembolsos iniciales por concepto de obras civiles, adquisición de terrenos, compra de equipos electromecánicos (como bombas y tableros) y los gastos administrativos y de consultoría necesarios para la ejecución de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) y redes de distribución (Honsi Auchen, 2024b).
- **Costos de Operación y Mantenimiento (OPEX):** El Operational Expenditure (OPEX) representa los gastos recurrentes y periódicos que la entidad administradora (en este caso, el comité o cooperativa de agua potable rural) debe asumir para garantizar la continuidad, calidad y eficiencia del servicio a lo largo de su vida útil. Según las bases de ingeniería ambiental, el OPEX incluye el consumo de energía eléctrica, insumos químicos para desinfección, remuneraciones del personal, mantenimiento preventivo de la infraestructura y los costos por disposición final de lodos y monitoreo de calidad de aguas (Honsi Auchen, 2024b).
- **Costo Anual Equivalente (CAE):** El Costo Anual Equivalente (CAE) es el indicador financiero exigido por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO) para comparar alternativas tecnológicas que satisfacen una misma

necesidad, pero que poseen distinta vida útil o diferente estructura de flujos de costos. Este indicador transforma el valor presente de todos los costos de un proyecto (la suma del CAPEX inicial más los flujos actualizados del OPEX) en una cuota anual uniforme. La alternativa tecnológica óptima, desde la perspectiva de la rentabilidad social, será aquella que presente el menor CAE (MIDESO, 2025).

- **Proceso de Análisis Jerárquico (Matriz de Saaty):** Considerando que la selección de infraestructura sanitaria no depende exclusivamente de la variable económica, la evaluación técnica suele apoyarse en el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés). Desarrollado por Thomas Saaty en 1977, este modelo matemático es una herramienta fundamental en la toma de decisiones multicriterio. El AHP permite estructurar un problema complejo desglosándolo en una jerarquía de criterios (como variables económicas, técnico-operativas y ambientales) a los cuales se les asigna un peso relativo mediante comparaciones pareadas. Al someter las alternativas tecnológicas a esta matriz, se obtiene una puntuación global que identifica objetivamente la solución óptima (Saaty, 1977; Peña Carter, 2025b).

4.1.3 Consultas a los distintos actores involucrados

Para cuantificar las percepciones de los distintos actores que participan en el desarrollo de las soluciones que darán respuesta a las deficiencias técnicas que tiene cada sistema sanitario rural, se aplicó un instrumento de recolección de datos basado en una escala de Likert. Dicho instrumento fue dirigido a personas que están a cargo de los sistemas sanitarios rurales, profesionales de la Dirección de Obras Hidráulicas, profesionales de la SISS y también aquellos que participan de la tramitación de recomendaciones satisfactorias del ministerio de desarrollo social.

Para sustentar empíricamente la problemática de los tiempos de respuesta institucional (DOH, MiDESO) y evaluar la percepción sobre la desconexión entre la academia y el Estado, se diseñó y aplicó un instrumento de diagnóstico estructurado en base a una escala de apreciación de Likert. La muestra abarcó a 7 profesionales y representantes estratégicos (100% de la muestra esperada), correspondientes a la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Superintendencia de Servicios Sanitarios

(SISS), ex funcionarios de Gobierno Regional y dirigentes de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR). En anexo 3 se presenta el instrumento de diagnóstico.

Previo a la aplicación del instrumento, se presentó a los profesionales el propósito académico de la investigación, garantizando la confidencialidad de los datos. El 100% de los participantes (7 de 7) aceptó el consentimiento informado, validando éticamente el proceso de recolección de información.

El objetivo de esta consulta fue evaluar el grado de acuerdo de los expertos frente a 10 afirmaciones clave sobre la realidad técnica de los sistemas y la viabilidad de integrar a la universidad en la gestión pública. A continuación, en la Tabla 4.2, se resumen los principales aspectos señalados:

Tabla 4.2
Principales aspectos señalados por actores claves de la gestión hídrica rural

Área de Consulta	Principales aspectos señalados por los actores
Situación técnica y administrativa	Existe un consenso absoluto en que los SSR no cuentan con planos ni antecedentes técnicos actualizados, ni utilizan herramientas de gestión modernas, lo que dificulta enormemente su adaptación a la nueva Ley 20.998.
Aporte y Validación de la Academia	Se valida de forma unánime que el apoyo de estudiantes y académicos es de gran utilidad, quienes pueden elaborar antecedentes técnicos válidos para solicitar recursos al Estado.
Barreras de Ejecución y Letargo	A pesar de la validez técnica de los proyectos elaborado en la academia, los actores coinciden en que estos no encuentran las facilidades institucionales. Es importante estandarizar los requerimientos técnicos y productos que pueda elaborar la academia, para que sirvan como antecedentes en las líneas de postulación y financiamiento estatal.
Gobernanza y Coordinación	Se evidencia que actualmente no existe una buena coordinación entre SSR, academia e instituciones del estado, siendo imperativo fortalecer una gobernanza tripartita donde la universidad mantenga un rol activo.

Nota. Elaboración propia en base a encuesta de diagnóstico aplicada a informantes clave (ver análisis de distribución de frecuencias y gráficos en las secciones siguientes y el diseño del instrumento en el Anexo 3).

Para profundizar en los aspectos detallados en la tabla anterior, el diagnóstico arrojó datos estadísticos contundentes que justifican la hipótesis de la presente investigación, los cuales se han agrupado en cuatro ejes de análisis:

4.1.3.1. Precariedad técnica y adaptación normativa

Al consultar sobre la base de información de los sistemas, frente a la Afirmación 1 (“Los Servicios Sanitarios Rurales de la provincia cuentan, por lo general, con planos y antecedentes técnicos actualizados”), el 57% de los expertos manifestó estar en desacuerdo, confirmando la precariedad de la información base (Gráfico 4.1). Esta carencia técnica se refleja en la Afirmación 3 (Gráfico 4.3), donde se evidencia que los SSR no utilizan de forma constante herramientas de gestión (software, planillas, telemetría). Todo lo anterior justifica los resultados de la Afirmación 2 (Gráfico 4.2), donde los encuestados coinciden en que el proceso de adaptación a las nuevas exigencias de la Ley 20.998 ha sido sumamente difícil para las organizaciones rurales.

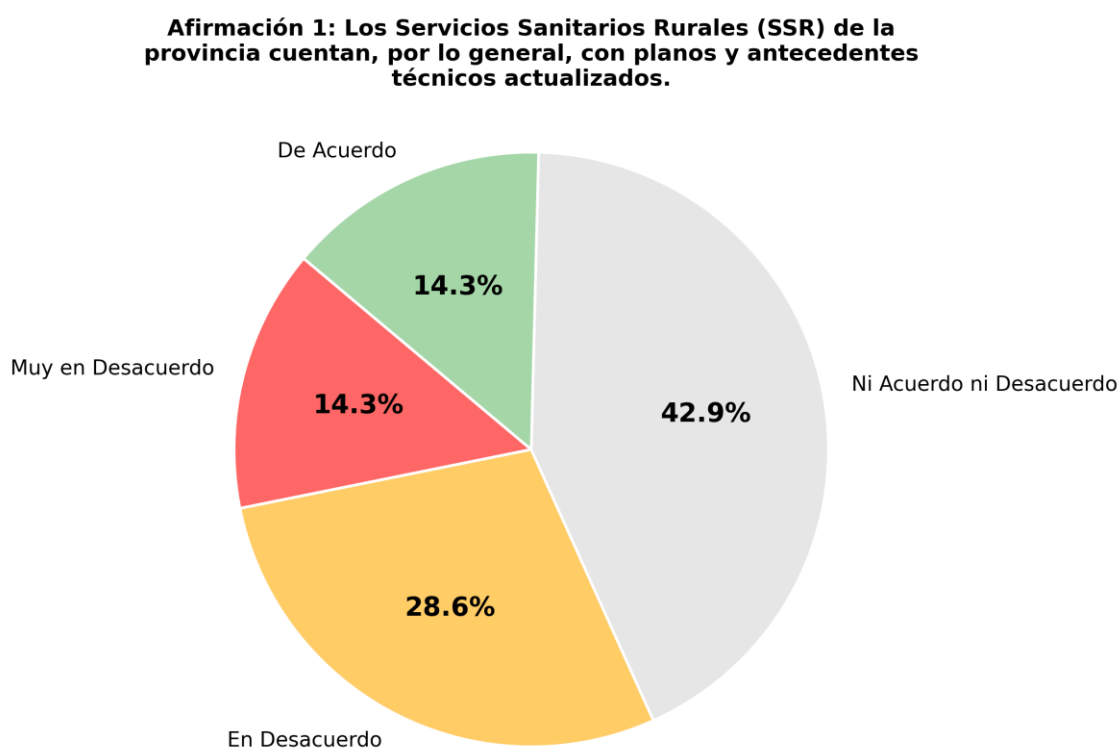


Gráfico 4.1 Distribución de porcentajes Afirmación 1

Afirmación 2: El proceso de adaptación a las nuevas exigencias de la Ley 20.998 ha sido difícil para la organización.

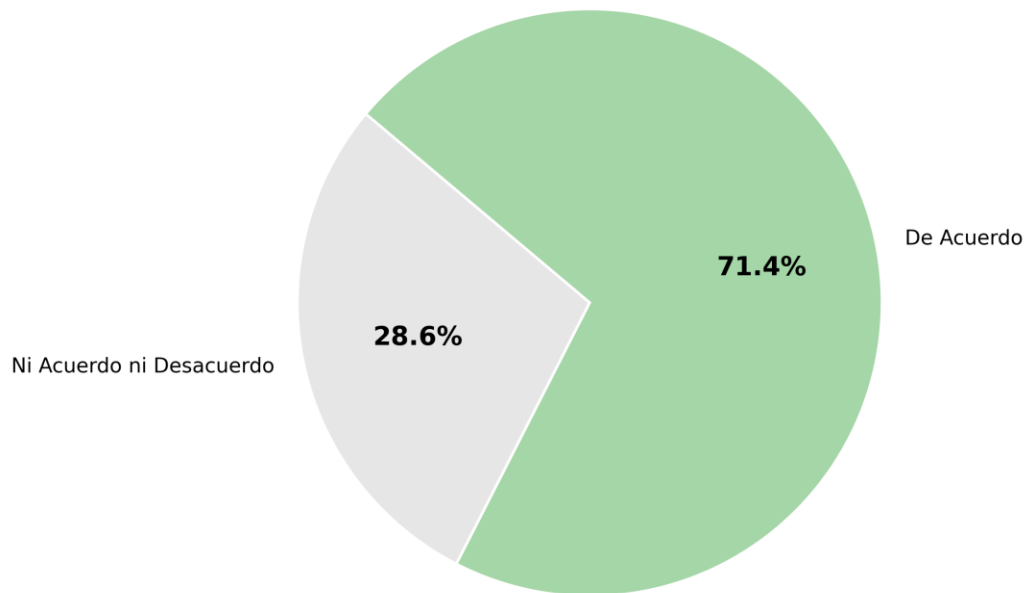


Gráfico 4.2 Distribución de Porcentajes Afirmación 2

Afirmación 3: El SSR utiliza de forma constante herramientas de gestión (software, planillas, telemetría) para controlar su operación o administración.

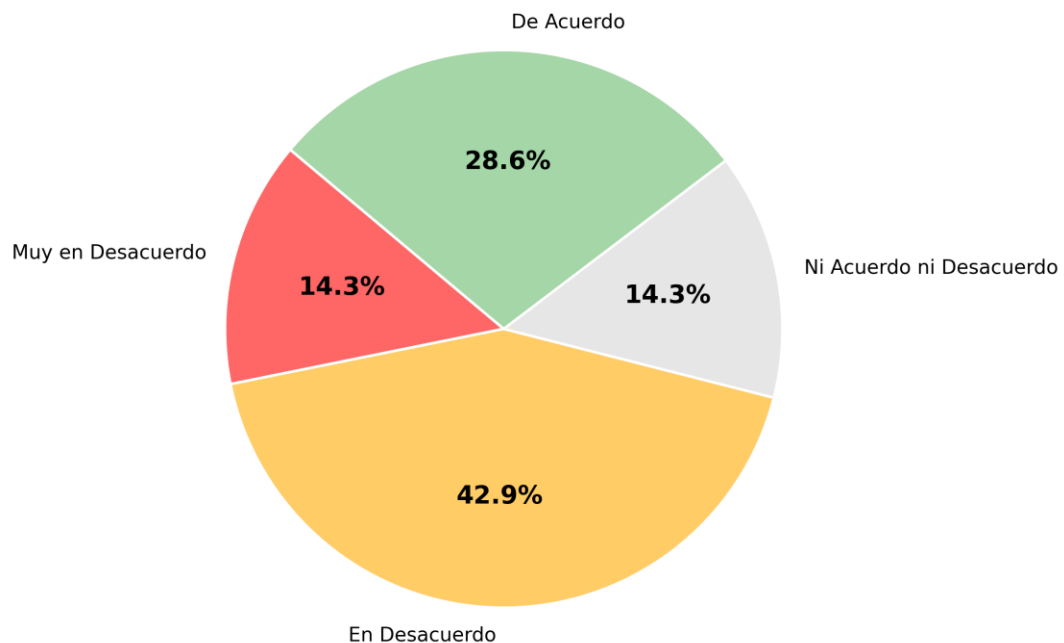


Gráfico 4.3 Distribución de porcentajes Afirmación 3.

4.1.3.2. Aporte de la Academia frente a la barrera institucional

El diagnóstico midió la percepción sobre el trabajo que se desarrolla en la academia. Frente a la Afirmación 4 (“El apoyo previo entregado por estudiantes o académicos... ha sido de gran utilidad”), la respuesta fue absolutamente favorable (Gráfico 4.4). Aún más relevante es el resultado de la Afirmación 6 (Gráfico 4.6), donde los actores estratégicos reconocen mayoritariamente que los informes y diseños técnicos entregados por la academia debieran ser considerados antecedentes válidos y suficientes para solicitar recursos al Gobierno Regional o a la DOH.

Sin embargo, a pesar de esta validación, la encuesta revela la gran barrera del sistema. En la Afirmación 5, referida a si los proyectos propuestos por la universidad en 2022 encontraron facilidades institucionales para su ejecución material (Gráfico 4.5), la tendencia demuestra que el problema no radica en la calidad del diseño ingenieril, sino en la falta de canales formales del Estado para materializarlos.

Afirmación 4: El apoyo previo entregado por estudiantes o académicos para realizar memorias o informes técnicos ha sido de gran utilidad.

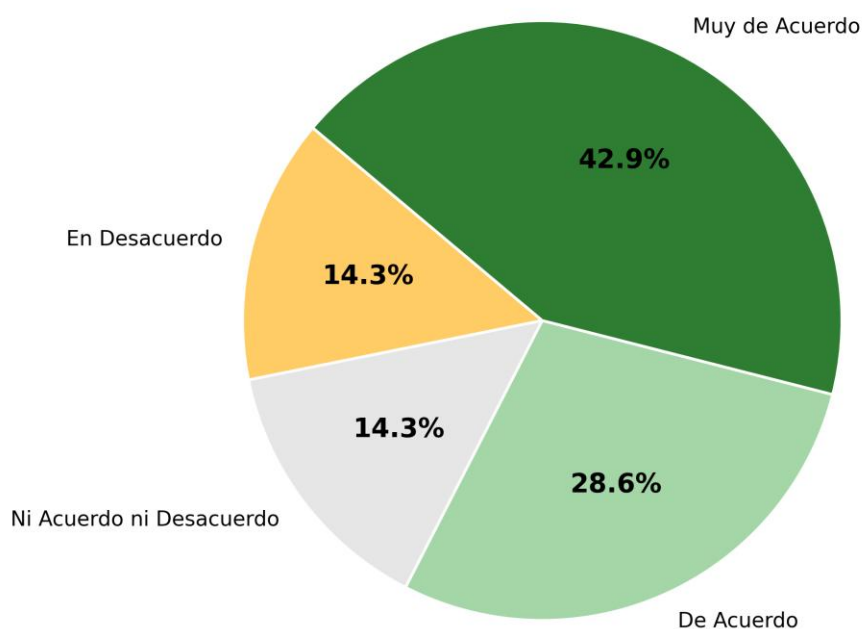


Gráfico 4.4 Distribución de porcentajes Afirmación 4.

Afirmación 5: Los proyectos técnicos propuestos por la universidad en 2022 han encontrado las facilidades institucionales necesarias para su ejecución material.

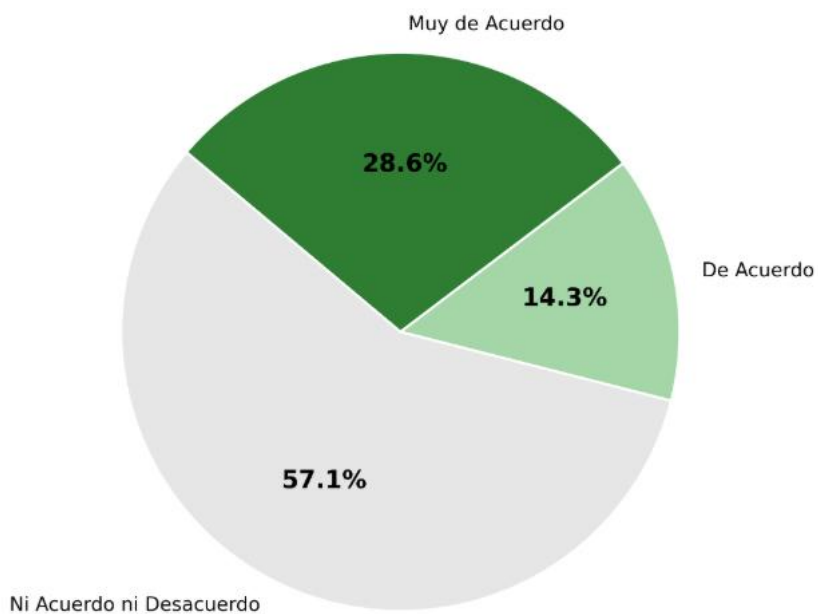


Gráfico 4.5 Distribución de porcentajes Afirmación 5.

Afirmación 6: Los informes y diseños técnicos entregados por la academia constituyen antecedentes válidos y suficientes para solicitar recursos al Gobierno Regional o a la DOH.

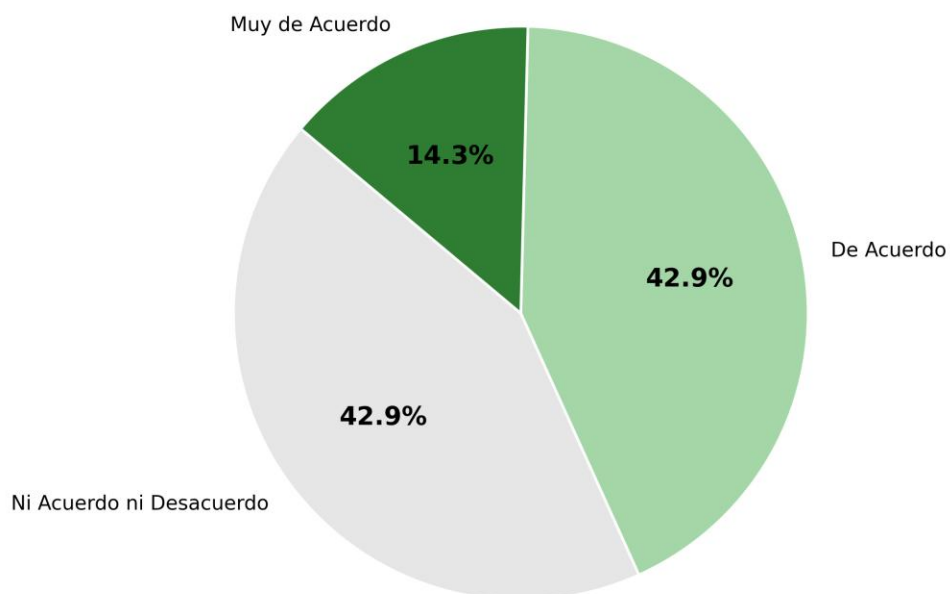


Gráfico 4.6 Distribución de porcentajes Afirmación 6.

4.1.3.3. Gobernanza y necesidad de articulación y vinculación

El diagnóstico evaluó el escenario actual de relacionamiento. En la Afirmación 8 (Ver Gráfico 4.8), los expertos se mostraron en desacuerdo con la idea de que “actualmente existe una buena y efectiva coordinación entre el SSR, la academia y los organismos públicos (DOH/SISS)”.

Para subsanar esta desconexión, los resultados otorgan un respaldo absoluto al objetivo general de esta investigación. Frente a la Afirmación 9 (Gráfico 4.9), todos concuerdan en que es fundamental fortalecer la coordinación tripartita para mejorar la gestión. Asimismo, en la Afirmación 7 (Gráfico 4.7), existe un consenso unánime en que la universidad debe mantener un rol activo y continuo entregando apoyo técnico a los SSR.

Afirmación 7: La universidad debe mantener un rol activo y continuo entregando apoyo técnico a los SSR.

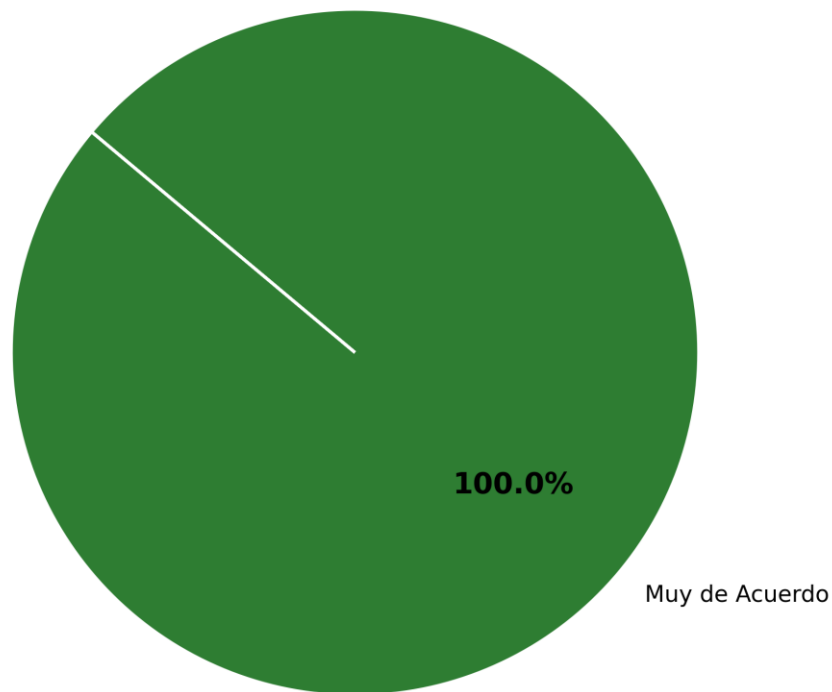


Gráfico 4.7 Distribución de porcentajes Afirmación 7.

Afirmación 8: Actualmente existe una buena y efectiva coordinación entre el SSR, la academia y los organismos públicos (DOH/SISS).

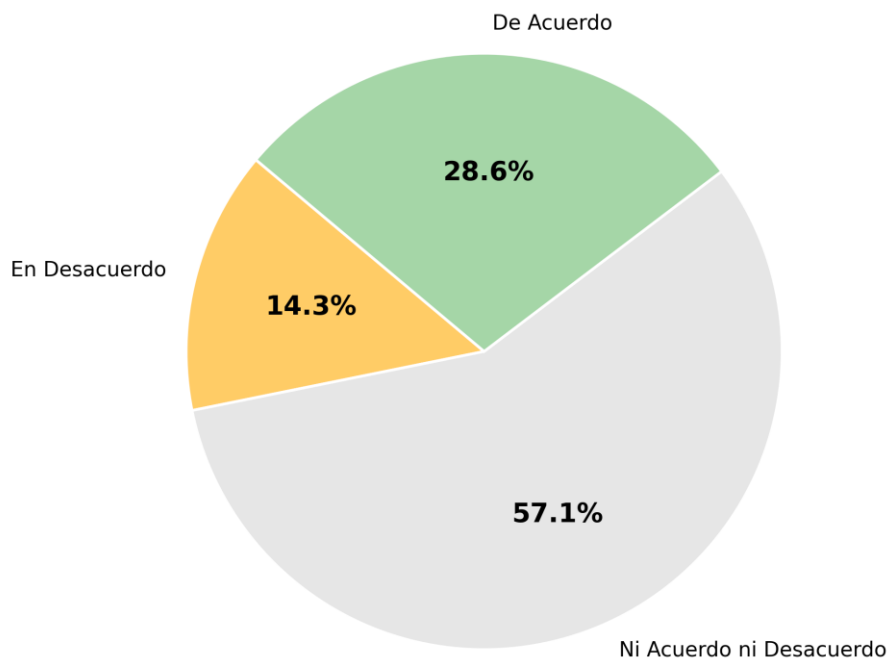


Gráfico 4.8 Distribución de porcentajes Afirmación 8.

Afirmación 9: Es fundamental fortalecer la coordinación tripartita (SSR, academia y organismos públicos) para mejorar la gestión.

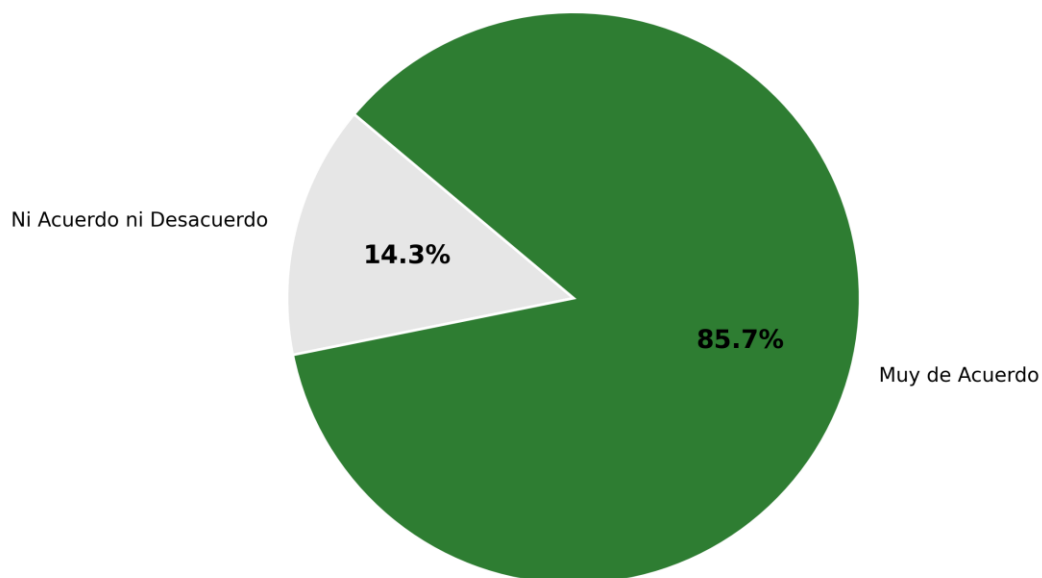


Gráfico 4.9 Distribución de porcentajes Afirmación 9.

4.1.3.4. Letargo institucional

Finalmente, la razón de las brechas expuestas anteriormente queda en evidencia con los resultados de la Afirmación 10 (“Los tiempos de tramitación y la burocracia de las instituciones públicas retrasan significativamente la materialización de las soluciones técnicas”). Ante este postulado, los informantes clave indicaron estar de acuerdo, confirmando empíricamente que la latencia administrativa es el principal “cuello de botella” para el saneamiento rural en la provincia de Elqui (Gráfico 4.10).

Afirmación 10: Los tiempos de tramitación y la burocracia de las instituciones públicas retrasan significativamente la materialización de las soluciones técnicas en los SSR.

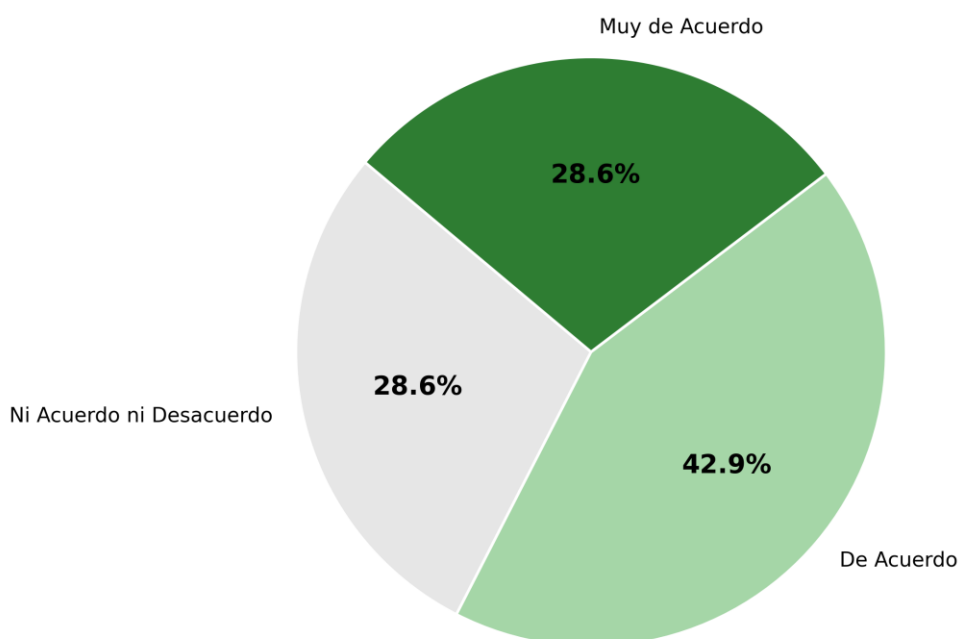


Gráfico 4.10 Distribución de porcentajes Afirmación 10.

En conclusión, este levantamiento de información empírica valida que el letargo institucional, la falta de información actualizada y la coordinación estrecha, son problemas reales y reconocidos por las propias autoridades. Esto justifica la urgencia de diseñar un modelo de gobernanza que formalice los trabajos de la universidad como insumos directos para destrabar la inversión estatal.

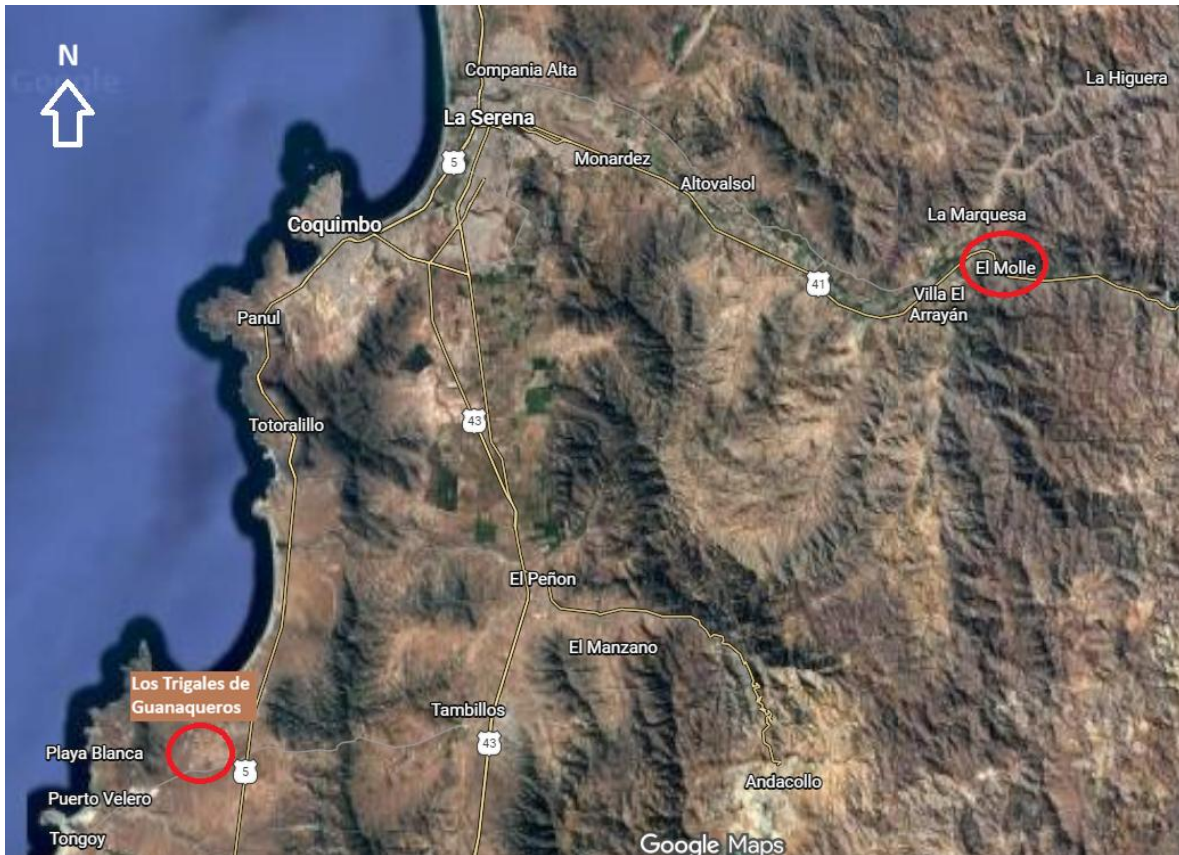
4.2 Sujeto del estudio

Para comprender a cabalidad los sujetos de estudio centrales de esta investigación (los Servicios Sanitarios Rurales de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle), se toma como base fundamental la información levantada por las memorias de título previas desarrolladas en ambas localidades. Estos documentos proporcionan una contextualización detallada que incluye las características geográficas, climáticas, demográficas, habitacionales y económicas de los sectores, permitiendo identificar la realidad de las localidades y su entorno (Ángel y Torres, 2022; Ibacache y Velásquez, 2022).

Ambos sistemas se ubican en la Región de Coquimbo, pero en contextos geográficos distintos. La localidad de El Molle se encuentra en el Valle de Elqui, a 30,5 kilómetros de la ciudad de La Serena, con acceso a través de la ruta internacional 41-CH. Por su parte, la localidad de Los Trigales de Guanaqueros se localiza en un entorno con un fuerte componente de expansión turística y residencial a unos 48 kilómetros de la ciudad de La Serena, con acceso a través de la ruta 5-CH, tal como se puede apreciar en la Figura 4.1 (Ángel y Torres, 2022; Ibacache y Velásquez, 2022).

En cuanto a la infraestructura, ambos sistemas presentan realidades críticas, pero de diferente índole. En Los Trigales de Guanaqueros, el sistema de producción y distribución de agua potable se compone de plantas elevadoras, estanques elevados y la red de distribución, sin embargo, esta última requiere intervenciones estructurales y probables reemplazos de tuberías de PVC, debido a que no cuenta con la capacidad de porteo necesaria para los nuevos escenarios (Ibacache y Velásquez, 2022). Por otro lado, en El Molle, la localidad carece totalmente de un sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas. Para solucionar esto, la ingeniería proyectada contempla una red de colectores gravitacionales que cubriría al 89% de la población (dejando el 11% restante mediante fosas sépticas o plantas individuales) y atravesos aéreos de cañerías de acero sobre el Río Elqui para conectar los sectores (Ángel y Torres, 2022).

Figura 4-1
Ubicación geográfica de las localidades rurales del sujeto de estudio



Nota. Mapa de localización regional que sitúa a El Molle en el Valle de Elqui y a Los Triguales en la zona de Guanaqueros, Provincia de Elqui. Adaptado de Google Maps (Abril 2026)

Ambos trabajos realizados aportan datos demográficos fundamentales para dimensionar la demanda real y proyectada con un horizonte a 20 años. El SSR Los Triguales de Guanaqueros posee una población inicial estimada de 1.134 habitantes (283 clientes) que, considerando las tasas de crecimiento, se proyecta a 2.484 habitantes (621 clientes) al final del período de previsión (Ibacache y Velásquez, 2022). En el caso de El Molle, la población base es de 1.844 habitantes (430 clientes), con una estimación de crecimiento a 3.776 habitantes (1.060 clientes) en el año 20. Un factor crítico en El Molle es la alta población flotante o turística, la cual se cuantificó en 460 personas distribuidas en diversos complejos turísticos (como Refugio El Molle, Las Vertientes de Elqui, entre otros), lo que estresa

significativamente la capacidad sanitaria del sector en la época estival (Angel y Torres, 2022).

Finalmente, el diagnóstico técnico de ambos sistemas devela una infraestructura que ha sido superada por la realidad territorial y demográfica. El crecimiento de las localidades, no se está realizando de acuerdo con la planificación territorial, lo que genera graves brechas y déficit de infraestructura básica y conectividad. Lo anterior, además se da con mayor criticidad en territorios periurbanos y zonas de interés turístico. En Los Trigales de Guanaqueros, las modelaciones demuestran que a partir del año 4 se generarán déficits de abastecimiento, y la red de distribución presentará sectores con presiones dinámicas bajo la norma, lo que exige cuantiosas inversiones en reemplazo de conducciones y aumentos en la capacidad de regulación (Ibacache y Velásquez, 2022). En El Molle, la ausencia total de un sistema de saneamiento perpetúa riesgos sanitarios y medioambientales directos sobre la comunidad y el lecho del Río Elqui (Angel y Torres, 2022). En ambos casos, aunque las soluciones de ingeniería ya se encuentran modeladas y diseñadas mediante los trabajos académicos mencionados, la materialización de estas obras se ve frenada por la dependencia de recursos estatales y los prolongados tiempos de postulación y aprobación gubernamental, evidenciando la necesidad de optimizar la gestión institucional para hacer frente a estas urgencias (Angel y Torres, 2022; Ibacache y Velásquez, 2022).

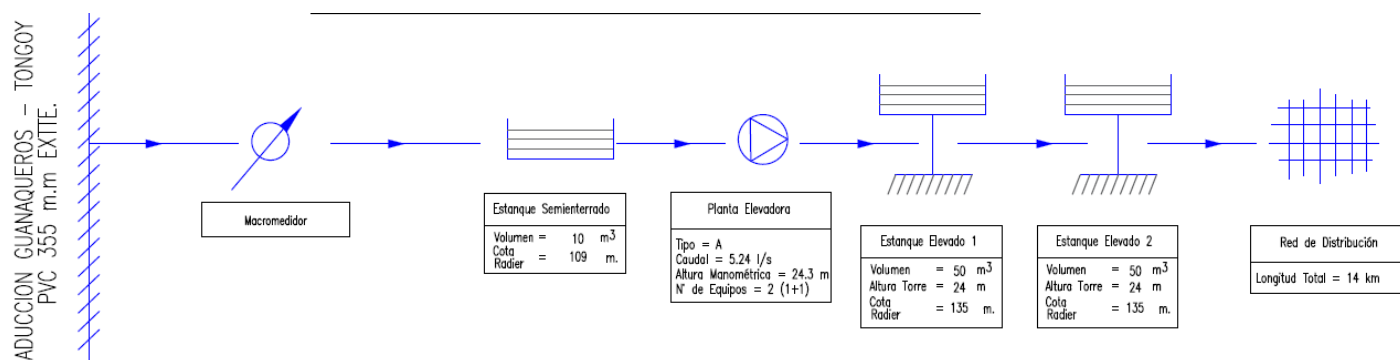
A continuación, se presentan y describen algunos antecedentes de los Sistemas Sanitarios Rurales de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle.

4.2.1 Gestión de la distribución de agua potable en Los Trigales de Guanaqueros

El SSR Los Trigales de Guanaqueros sufre directamente las consecuencias de una gestión desalineada con el crecimiento demográfico. El sistema se abastece a través de un convenio con la empresa sanitaria Aguas del Valle S.A., extrayendo un caudal muy limitado. Las modelaciones hidráulicas realizadas mediante software EPANET demuestran que, al proyectar la demanda a 20 años, la red actual de distribución experimentará velocidades excesivas (sobrepasando el límite de la norma chilena NCh 691:2015) y presiones dinámicas negativas, particularmente en

los nudos más críticos, debido al uso de diámetros de tubería insuficientes correspondiente a 75 [mm] y dos estanques de regulación de 50 [m³] cada uno, los cuales no tendrían la capacidad necesaria para la proyección de demanda del sector (Ibacache y Velásquez, 2022). Para mayor claridad de la configuración del sistema sanitario rural, ver la Figura 4.2.

Figura 4-2
Esquema hidráulico e infraestructura existente del SSR Los Trigales de Guanaqueros



Nota. Diagrama de flujo y componentes principales del sistema de agua potable, que detalla la conexión a la aducción Guanaqueros-Tongoy (4 l/s), el estanque semienterrado de 10 m³, la planta elevadora (5,24 l/s) y la configuración de los dos estanques elevados de 50 m³ cada uno. Adaptado de Análisis del sistema de producción y distribución de agua potable del servicio sanitario rural Los Trigales de Guanaqueros [Memoria de título], por P. F. Ibacache Urrutia y M. P. Velásquez Castro, 2022.

En Los Trigales de Guanaqueros, el desafío principal no es solo la disponibilidad del recurso, sino la gestión de una red que ha quedado obsoleta frente a un crecimiento poblacional explosivo y a menudo irregular.

Pérdidas de Agua y Presión: Se reportan niveles significativos de “agua no contabilizada” debido probablemente a la existencia de conexiones clandestinas. Además, los sectores ubicados en cotas topográficas superiores sufren de bajas presiones constantes, ya que el sistema de bombeo y los estanques elevados no fueron diseñados para la densidad habitacional actual que se presenta en la época estival. gran parte de la infraestructura de APR Rural se concibió y ejecutó en un momento, donde los manuales de diseño y normativas de inversión pública, no permitía diseñar para poblaciones flotantes, sino para población residente

permanente y proyección de crecimiento de futuro. Tras las modificaciones y modernizaciones de los manuales de diseño, en la actualidad se puede abordar de mejor manera este aspecto

Interdependencia de Servicios: Un factor crítico identificado en Los Trigales de Guanaqueros es la falta de suministro eléctrico estable para las estaciones de bombeo. Existen registros de sectores que, a pesar de estar dentro del área de cobertura de empresas distribuidoras eléctricas, carecen de servicio, lo que impacta directamente en la operatividad del SSR y en la calidad de vida de los habitantes.

Planificación y Normativa: La expansión de asentamientos al margen de la planificación urbana ha tensionado la infraestructura sanitaria, provocando que el SSR Los Trigales de Guanaqueros deba operar en un escenario de “emergencia permanente” para tratar de cubrir la demanda de su población residente y flotante, sobre todo esta última en la época de verano. Importante destacar que al menos en tres terrenos de la comunidad, funcionan campings o cabañas de forma irregular, lo que amplía la demanda de agua potable durante el verano.

4.2.2 Déficit de Saneamiento y Sistemas de Tratamiento en El Molle

Por su parte, la localidad de El Molle actualmente su sistema sanitario rural de agua potable está compuesto de un sondaje que está en la localidad misma (Pozo N°1 de la Figura 4.3) y otro sondaje (está fuera de servicio) que está localizado cerca de la ribera del río Elqui, desde donde el agua extraída y tratada es conducida a un estanque de regulación de 100 [m³] para luego distribuir el agua potable a través de la red de distribución de agua potable de la localidad. También, existen dos sectores al otro lado de la ruta 41CH (Polla Alto y Las Tórtolas), para ello existe una planta elevadora de agua potable en El Molle que eleva el agua potable a un estanque de regulación de 25 [m³] en el sector Polla Alto y para el sector de Las Tórtolas se usa una Planta Presurizadora para mejorar la presión de servicio en el sector antes mencionado (Ángel y Torres, 2022). Para mayor claridad de la configuración del sistema sanitario rural, ver las Figuras 4.3 y 4.4.

En esta localidad también se evidencia la gran brecha rural: la ausencia total de un sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas. Es importante contextualizar que recién con la promulgación de la ley de servicios sanitarios rurales (Ley 20998 Ref.), el estado reconoce y entrega facultades institucionales en saneamiento sanitario rural, en este caso a la DOH a través de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales. Antes y por la obvia necesidad de avanzar con infraestructura de saneamiento para localidades rurales, se forzó a municipios y Gobiernos Regionales a invertir, con muchas limitaciones institucionales y sin las debidas facultades para el acompañamiento, en conservaciones de infraestructura, capacitaciones y fortalecimientos a comunidades para el entendimiento del buen cuidado y manejo operacional de una infraestructura, con mayor complejidad sanitaria y funcional que la del agua potable.

En la localidad de El Molle, sus habitantes dependen de soluciones privadas e individuales, como fosas sépticas o pozos negros, que en muchos casos no cumplen con los estándares de la Autoridad Sanitaria. Para mitigar esta problemática, evaluaciones técnicas desde el mundo universitario han propuesto alternativas avanzadas, diseñando conceptualmente un sistema integral. En dicho diseño, se compararon tecnologías como lagunas aireadas, el ecológico Sistema Tohá (lombrifiltros) y lodos activados. Debido a la necesidad de proteger el acuífero del Río Elqui y cumplir con el Decreto Supremo 90/2000 para cuerpos de agua sin capacidad de dilución, se concluyó que el tratamiento en base a lodos activados mediante aireación extendida podría ser la opción técnica más robusta, garantizando remociones de carga orgánica superiores al 90% (Ángel y Torres, 2022).

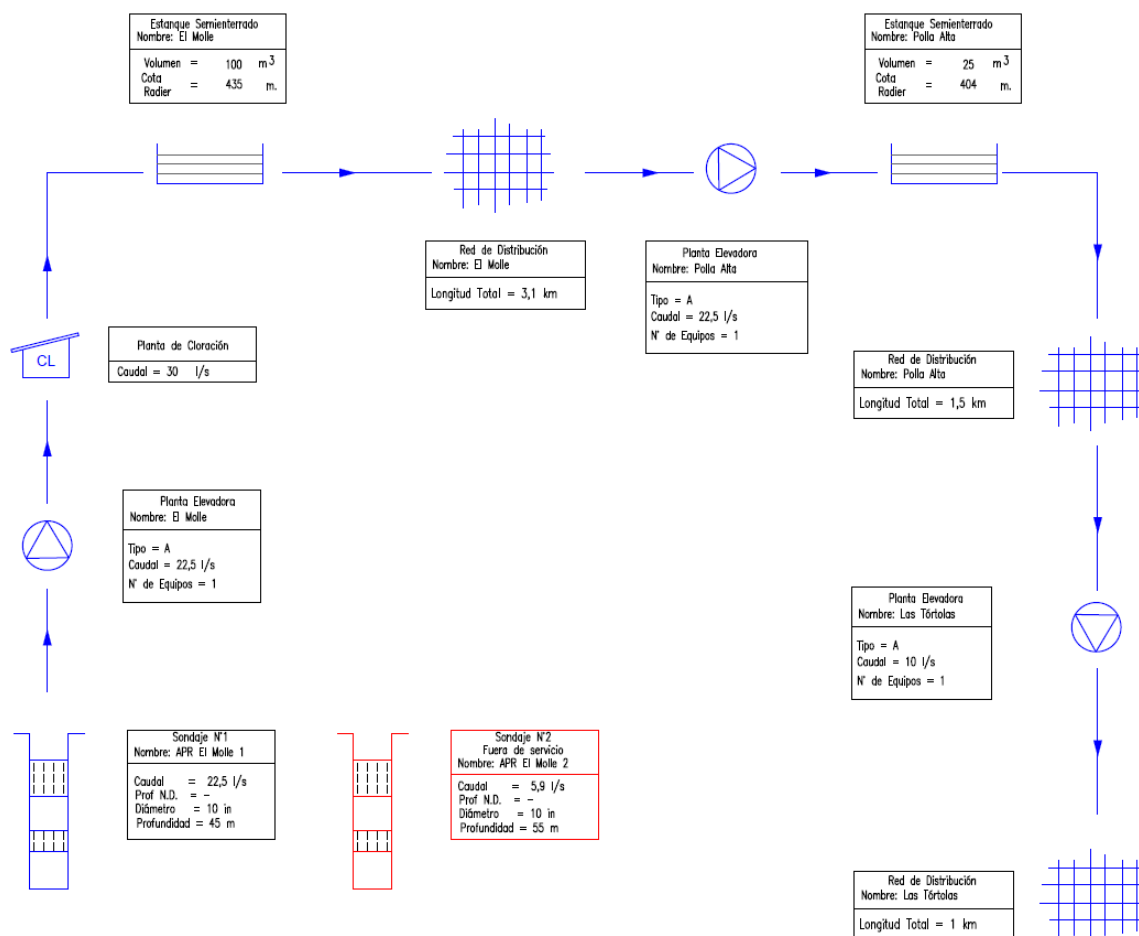
Figura 4-3
Ubicación geográfica de la infraestructura existente del SSR El Molle



Nota. Mapa de localización que detalla la distribución espacial de las fuentes de captación, estanques de regulación y trazados de impulsión en la localidad de El Molle. Adaptado de Diseño del sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas para la localidad rural de El Molle, comuna de Vicuña, provincia de Elqui [Memoria de título], por Angel Valdivia y Torres Campusano, 2022.

En esta localidad también se evidencia la gran brecha rural: la ausencia total de un sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas. Sus habitantes dependen de soluciones privadas e individuales, como fosas sépticas o pozos negros, que en muchos casos no cumplen con los estándares de la Autoridad Sanitaria. Para mitigar esta problemática, evaluaciones técnicas desde el mundo universitario han propuesto alternativas avanzadas, diseñando conceptualmente un sistema integral. En dicho diseño, se compararon tecnologías como lagunas aireadas, el ecológico Sistema Tohá (lombrifiltros) y lodos activados. Debido a la necesidad de proteger el acuífero del Río Elqui y cumplir con el Decreto Supremo 90/2000 para cuerpos de agua sin capacidad de dilución, se concluyó que el tratamiento en base a lodos activados mediante aireación extendida podría ser la opción técnica más robusta, garantizando remociones de carga orgánica superiores al 90% (Ángel y Torres, 2022).

Figura 4-4
Infraestructura existente del SSR El Molle



Nota. Esquema del sistema de agua potable de la localidad, el cual detalla la captación desde el Sondaje N°1 (Pozo N°1), el proceso de desinfección en el centro de cloración, el estanque de regulación de 100 m³, la planta elevadora hacia el estanque de 25 m³ de Polla Alta y la planta presurizadora del sector Las Tórtolas. Adaptado de Diseño del sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas para la localidad rural de El Molle, comuna de Vicuña, provincia de Elqui [Memoria de título], por A. D. Ángel Valdivia y F. R. Torres Campusano, 2022.

El análisis detallado del sistema sanitario de El Molle, permite identificar las fallas estructurales y operativas que la academia busca resolver mediante su intervención. El sistema de El Molle es un caso emblemático de cómo la ubicación geográfica y la falta de planificación urbana tensionan la infraestructura sanitaria rural. El servicio depende de pozos ubicados en el lecho o en las cercanías del río

Elqui, lo que expone la fuente de agua a dos riesgos contrapuestos: la desaparición del caudal por sequía y el daño estructural por crecidas repentinas.

Vulnerabilidad de la Fuente: El Pozo N°1 (“Pozo Viejo”) se encuentra cerca del lecho del río, lo que lo hace altamente susceptible a la turbiedad excesiva tras lluvias cordilleranas, superando la capacidad de tratamiento por cloración del sistema.

Déficit de Almacenamiento: El sistema cuenta con un estanque de 100 m^3 , volumen que resulta insuficiente para cubrir la proyección de demanda generada por el crecimiento de “parcelas de agrado” y el turismo de verano o fines de semana en el Valle de Elqui. Esto obliga a cortes programados durante la noche para permitir la recuperación de los niveles del estanque.

Problemas de Saneamiento: La ausencia de una red de recolección de aguas servidas y su posterior tratamiento en El Molle, ha derivado en el uso generalizado de fosas sépticas. Los testimonios de la comunidad indican un temor fundado a la contaminación de las napas subterráneas por infiltración de aguas negras, e incluso el vertido directo de residuos a canales de regadío en sectores donde el servicio de limpia-fosas es económicamente inalcanzable.

4.3 Conclusiones del estado del arte

A partir del análisis documental, la revisión bibliográfica y la caracterización de los sujetos de estudio, se pueden desarrollar y presentar diferentes aspectos técnicos y de gestión que dan respuesta a las interrogantes fundamentales que cimientan esta investigación.

La ciencia y la literatura actual reconocen que el saneamiento rural enfrenta una crisis estructural agudizada por la escasez hídrica y la “nueva ruralidad” (Barraza Patuelli, 2022; Ovies, 2022). A nivel técnico, se sabe que el uso de modelaciones hidráulicas (como EPANET), la telemetría (LoRaWAN) y las metodologías de optimización industrial (Six Sigma o Lean Management) son herramientas efectivas para gestionar las redes y controlar pérdidas (Carvallo González, 2025; Ibacache y Velásquez, 2022; Millán Romero, 2025). En cuanto al saneamiento de aguas servidas, la ciencia ha validado tecnologías de bajo costo

operacional (OPEX) para zonas rurales, comparando sistemas como humedales depuradores frente a sistemas de lodos activados (Marchant et al., 2024; Angel y Torres, 2022). A nivel de gestión, se reconoce que existe una severa fragmentación institucional y conductual, lo que perpetúa la latencia burocrática del Estado (Mesa Nacional del Agua, 2020; Valdés Pineda et al., 2014)

Históricamente, los problemas de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) han sido abordados por la academia entregando productos técnicos (memorias de título o informes) de forma aislada. Estos documentos, si bien diagnostican las fallas mediante expedientes y modelaciones, han sido tratados puramente desde la ingeniería, quedando archivados como textos académicos que no logran materializarse en el territorio debido a que no son validados formalmente por la institucionalidad y por la falta de personal técnico estatal (Donoso, 2020; Nicolas-Artero, 2019), o más bien, en la falta de estandarización de productos que permitan validarlos para iniciativas validadas en el Sistema Nacional de Inversiones (SIN).

Las tendencias actuales apuntan a la integración y digitalización, promoviendo el uso de sistemas de información georreferenciados (GIS) y la toma de decisiones basadas en datos empíricos o data-driven (OCDE, 2016; Gómez & Erices, 2023). Además, existe una fuerte tendencia hacia la economía circular (reúso de aguas) y la profesionalización de las dirigencias rurales, empujada por la transición normativa de la nueva Ley 20.998 (Ministerio de Obras Públicas, 2017). Finalmente, la tendencia en gobernanza es la creación de redes colaborativas bidireccionales entre la Academia, el Estado y la Comunidad para agilizar inversiones que dan solución a los problemas que presentan los SSR.

El tema de investigación se encuentra en un punto crítico de transición administrativa y técnica. Las comunidades están presionadas por las altas exigencias de la Ley 20.998. Específicamente, en el caso de Los Trigales de Guanaqueros, el sistema se encuentra con problemas operacionales y técnicos con velocidades de escurrimiento en la red de distribución de agua potable que sobrepasan la norma chilena NCh 691:2015 y presiones de trabajo bajo los valores indicados en la misma normativa señalada producto de un crecimiento poblacional irregular (Ibacache y Velásquez, 2022). En El Molle, el sistema se encuentra en

vulnerabilidad extrema debido a la ausencia total de saneamiento (dependencia total de fosas sépticas) y captaciones expuestas a eventos climáticos en el lecho del río (Ángel y Torres, 2022). En ambos casos, las soluciones existen en la teoría, pero están atrapadas en un letargo institucional de entre 10 a 20 años (Ovies, 2022).

Para comprender y entender esta investigación es imperativo manejar los siguientes conceptos: Gobernanza del Agua, Ley 20.998, Letargo institucional/burocrático, Transferencia tecnológica, Modelaciones Hidráulicas, Sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de aguas servidas y herramientas de optimización como Six Sigma y Lean Management.

Existen pautas en la literatura que utilizan matrices de análisis estratégico (como la Matriz FODA) para cruzar las debilidades del letargo estatal con el apoyo académico (Ovies, 2022). Técnicamente, existen estudios que sirven de pauta en la modelación de redes para SSR usando EPANET (Ibacache y Velásquez, 2022), así como evaluaciones multicriterio para decidir la factibilidad técnica de plantas de tratamiento rural mediante lagunas aireadas o lodos activados (Angel y Torres, 2022).

A nivel ingenieril, las técnicas planteadas implican modelar el estado futuro de la red a 20 años y proponer recambios de diámetros de tuberías o aumento de volumen de estanques. Sin embargo, para solucionar el problema central (la “gestión” de estas soluciones), los métodos planteados sugieren establecer un modelo de vinculación interinstitucional, evaluando la factibilidad mediante la recopilación de percepciones a través de entrevistas a actores clave (dirigentes, DOH, SISS, academia).

Por lo tanto, y de acuerdo con la propuesta metodológica a presentar, el problema se solucionará teóricamente proponiendo un modelo de vinculación y gobernanza que articule a la universidad con los dirigentes de los SSR y las entidades del Estado. Al alinear estas soluciones de ingeniería con la base de criterios de la normativa vigente (Ley 20.998), se validará un formato de propuesta técnica que permita que el conocimiento académico se convierta en un antecedente vinculante y factible de validar para buscar financiamiento para la construcción de las soluciones que se presenten.

Finalmente se puede destacar que el principal aporte de esta tesina es metodológico y de gestión. En lugar de generar un diseño técnico más que quede archivado, este estudio aporta un puente validado entre la ciencia y la política pública. Al utilizar los territorios como un “laboratorio natural”, se demostrará correlacionalmente cómo la intervención de la academia (como validador técnico y socio estratégico) puede reducir drásticamente los tiempos de latencia burocrática del Estado, optimizando la gestión de los sistemas de agua potable y saneamiento en localidades rurales.

4.4 Modelo Teórico del estado del arte

Un modelo teórico se plantea una vez conocidos los pasos metodológicos de mi investigación, normalmente expresados en la organización cronológica de los objetivos específicos. Un modelo teórico solo se hace una vez que he analizado todos los conocimientos de las clases asociadas y a la experiencia profesional como ingeniero civil en el desarrollo de estudios y proyectos en el ámbito sanitario.

Es la prepraxis para solución del problema que se observa para la gestión de los mejoramientos de los servicios sanitarios rurales.

El problema de la investigación es: **Analizar la gestión del mejoramiento de un servicio sanitario rural.** El problema surge para dar respuesta a la demora en la gestión de los mejoramientos de los servicios ya indicados, aún cuando la academia apoyado con la solución técnica a los problemas encontrados, pero esta documentación no está siendo validada por los organismos involucrados en la gestión de los proyectos de mejoramiento de saneamiento rural.

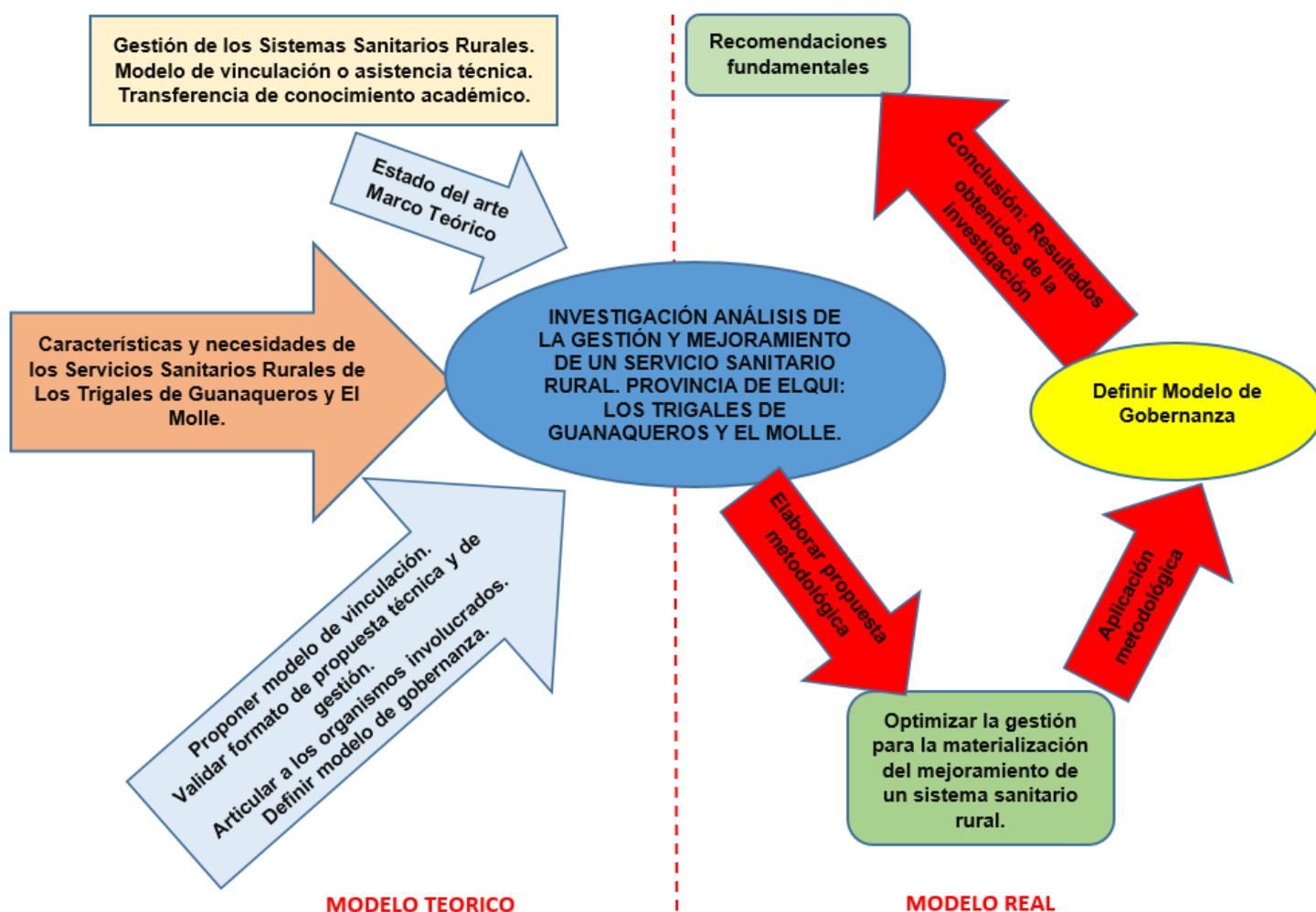
Se presenta en la Tabla 4.3, la propuesta metodológica de trabajo para dar respuesta a los objetivos específicos durante un período de 27 semanas. Luego en la Figura 4.5 se presenta el esquema que ilustra la evolución del modelo teórico de la investigación, el cual se divide en dos fases interdependientes denominadas Modelo Teórico y Modelo Real.

Tabla 4.3
Propuesta Metodológica

FASES	OBJETIVOS ESPECIFICOS	SEMANAS																										
		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
Fase 1: Levantamiento Teórico y Diagnóstico	1. Recopilar datos e informes.																											
	2. Revisar documentación de soluciones.																											
	3. Conocer experiencia de actores relevantes.																											
	4. Revisar otras experiencias de asociación.																											
	5. Caracterizar estado actual de los SSR.																											
	6. Revisar percepción de SSR.																											
	7. Formular marco teórico.																											
Fase 2: Diseño y Elaboración de la Propuesta	8. Proponer modelo de vinculación.																											
	9. Articular base de criterios con normativa vigente.																											
	10. Construir evaluación estratégica de las soluciones técnicas.																											
	11. Validar formato de propuesta técnica.																											
Fase 3: Aplicación y articulación	12. Articular la participación de los actores involucrados.																											
	13. Definir un modelo de gobernanza.																											
	14. Establecer factibilidad técnica y de gestión para incorporar soluciones.																											
Fase 4: Síntesis y cierre	15. Establecer conclusiones según resultados obtenidos.																											
	16. Definir recomendaciones fundamentales.																											
Inicio Semana 1: 6 de diciembre de 2025; Fin Semana 27: 19 de junio de 2026																												

En la primera fase, el Modelo Teórico actúa como la base del conocimiento y diagnóstico de los sistemas sanitarios rurales y que alimenta de manera directa el núcleo central de la investigación. Entonces y mediante el levantamiento del estado del arte, la caracterización técnica de los sujetos de estudio (SSR de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle) y el análisis del problema que se quiere resolver, se configuran como las entradas de información que fundamentan y sustentan el marco teórico del proyecto. Toda esta información converge hacia la investigación propiamente tal, donde se procesan las deficiencias en la gestión y normativas para diseñar una respuesta aplicada y efectiva. Es precisamente este núcleo analítico el que realiza la transición hacia la segunda fase, el Modelo Real.

Figura 4-5
Evolución del Modelo Teórico de la investigación



Fuente: elaboración propia.

Esta etapa representa la materialización de los esfuerzos investigativos a través de una propuesta y aplicación metodológica orientada a la acción. En esta fase práctica, se presenta el resultado de articular a los actores involucrados, establecer un modelo de gobernanza interinstitucional y comprobar la factibilidad técnica y de gestión de las soluciones técnicas que mejoran las debilidades técnicas y de gestión de los sistemas sanitarios rurales involucrados. El ciclo concluye con la formulación de recomendaciones fundamentales, cuyo propósito último es formalizar la transferencia del conocimiento científico y técnico de la academia a las localidades.

5 PROPUESTA DE LA METODOLOGIA DE TRABAJO

La propuesta metodológica de esta investigación se estructura como un modelo sistémico, secuencial y aplicado, diseñado rigurosamente para cumplir a cabalidad con los objetivos específicos planteados y dar una solución definitiva al problema de letargo institucional en la tramitación de proyectos sanitarios rurales. Para operacionalizar este propósito, se ha elaborado y presentado la Tabla 4.2, la cual muestra un cronograma de trabajo operativo proyectado para un período de 27 semanas de dedicación exclusiva, iniciando el 6 de diciembre de 2025 y culminando el 19 de junio de 2026.

Esta planificación no constituye una simple carta Gantt, sino un modelo de “investigación-acción” que distribuye temporalmente las 16 actividades fundamentales del estudio. Estas actividades han sido organizadas en cuatro grandes fases lógicas que aseguran la correcta transición desde el análisis documental en la academia, hasta la intervención y aplicación de un modelo de gobernanza en el territorio.

A continuación, se detalla el alcance, las herramientas y los propósitos de cada una de las actividades que componen las cuatro fases de esta propuesta metodológica.

5.1 Fase 1: Levantamiento Teórico y Diagnóstico (Actividades 1 a 7)

Durante las primeras semanas del cronograma, el esfuerzo metodológico se concentra en construir la base de conocimiento empírico y documental que alimentará el núcleo de la investigación. Esta etapa es fundamental para justificar que la problemática no es un hecho aislado, sino una falla estructural de los sistemas de saneamiento rural.

- Actividad 1: Recopilación de datos e informes territoriales. El trabajo inicia con el levantamiento de datos empíricos que permitan comprender la percepción de las comunidades rurales de la Provincia de Elqui frente a la escasez hídrica. En esta etapa se revisan informes de la Mesa Nacional del Agua, boletines climáticos y radiografías hídricas que demuestran cómo la sequía ha dejado de ser una emergencia transitoria para convertirse en una

condición estructural que amenaza la resiliencia de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR).

- Actividad 2: Revisión de documentación de soluciones previas. Metodológicamente, se procede a recopilar y analizar el trabajo previamente desarrollado por la academia. Esto implica revisar memorias de título e informes técnicos de ingeniería, específicamente los referidos a Los Trigales de Guanaqueros y El Molle, para evidenciar que las soluciones a los problemas de diseño y operación ya existen en el papel, pero se encuentran archivadas sin lograr materializarse debido a bloqueos administrativos.
- Actividad 3: Consultas y entrevistas a actores relevantes. Para dar validez cualitativa y cuantitativa al estudio, se aplica un instrumento de diagnóstico (encuesta basada en escala de Likert) a los actores clave del ecosistema hídrico relativo al mejoramiento de sistemas sanitarios rurales. La metodología contempla encuestar a dirigentes de los SSR, profesionales de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), ex profesionales del Gobierno Regional y de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). El objetivo de este paso es obtener datos estadísticos que confirmen el consenso sobre las demoras burocráticas y validen a la academia como un actor clave en la articulación con las otras instituciones que se involucran.
- Actividad 4: Revisión de experiencias de asociación comparadas. Se analizan experiencias exitosas de vinculación entre universidades y empresas sanitarias urbanas (donde trabajos de título resuelven problemas reales de las concesionarias) y otros trabajos que vinculen la academia con las empresas privadas, con el fin de extrapolar estas metodologías de integración técnica-académica hacia el sector rural.
- Actividad 5: Caracterización del estado actual de los SSR. Se revisan en detalle los antecedentes generales, técnicos y operacionales actuales y proyectados de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle. Para lograr esta caracterización, es importante revisar los antecedentes recopilados en las memorias de título desarrollada en la Universidad de La Serena el año 2022.

Posteriormente se revisa y confirma lo indicado en los trabajos señalados al consultar a las personas que habitan en cada SSR.

- Actividad 6: Revisión de la percepción del letargo institucional. Se cruza la información técnica obtenida en el paso anterior con la realidad burocrática. En esta etapa se evalúa cómo los tiempos de tramitación del Estado (que promedian 5 años, con un 56% de ese tiempo gastado solo en trámites administrativos) generan incertidumbre en las directivas de los SSR, provocando que para cuando los proyectos de Los Trigales o El Molle consigan financiamiento, probablemente sus diseños ya se encuentren obsoletos por el crecimiento demográfico que presentan ambas localidades.
- Actividad 7: Formulación del Marco Teórico. La Fase 1 concluye con la estructuración del Modelo Teórico de la investigación (ilustrado en la Figura 4.1). Toda la información catastrada (estado del arte y sujeto de estudio) converge para formar el sustento conceptual y teórico del estudio, dando paso a la fase analítica y de estudio.

5.2 Fase 2: Diseño y Elaboración de la Propuesta (Actividades 8 a 11)

Una vez procesada y justificada la información de diagnóstico, la metodología avanza hacia la parte central de la tesina. El objetivo de esta fase es que, en base al diagnóstico levantado, se pueda comenzar a proponer un puente administrativo (o articulación administrativa) que destrabe la inversión pública ante soluciones técnicas presentadas por la academia.

- Actividad 8: Propuesta del modelo de vinculación. Se diseña teóricamente el mecanismo de interconexión entre la Universidad y el Estado. Esta actividad busca definir cómo los trabajos de ingeniería desarrollados por estudiantes y académicos pueden ingresar formalmente al flujo de evaluación que hoy utiliza el Estado, funcionando como antecedentes de prefactibilidad y diseño básico que permitan un “atajo institucional” frente a los prolongados tiempos de espera en esta fase de los proyectos de saneamiento rural.
- Actividad 9: Articulación de criterios con la normativa vigente (Ley 20.998). Para que la propuesta académica sea vinculante, la metodología exige que

las soluciones se alineen estrictamente con los nuevos requerimientos legales. En este paso se adaptan las propuestas a las exigencias y administrativas de la Ley 20.998, considerando la segmentación de los SSR (Mayor, Mediano, Menor) y las atribuciones fiscalizadoras de la SISS, asegurando que los diseños y/o informes que entrega la academia cumplan con el estándar exigido por el Estado.

- Actividad 10: Construcción de la evaluación estratégica de soluciones. En esta actividad se someten las soluciones técnicas propuestas para Los Trigales y El Molle a una evaluación multicriterio. No solo se evalúa si las soluciones técnicas propuestas funcionan en la teoría, sino que se analiza su viabilidad económica, sus costos operacionales (OPEX) para la comunidad, y su pertinencia frente a las directrices de inversión del Sistema Nacional de Inversiones (SNI).
- Actividad 11: Validación del formato de la propuesta técnica. Se elabora un modelo estandarizado como expediente técnico que pueda entregar la academia. El propósito metodológico es que los futuros informes técnicos universitarios hablen el mismo idioma que los profesionales y evaluadores de la DOH o del Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), estandarizando planimetrías, cubicaciones y modelaciones de forma que sean inmediatamente recepcionables para solicitar financiamiento si fuera el caso.

5.3 Fase 3: Aplicación y articulación (Actividades 12 a 14)

Corresponde a la materialización de la investigación donde la Figura 4.1 define como el “Modelo Real”. En esta etapa, se debe destinar el tiempo necesario para pasar del diseño en laboratorio a la articulación en el territorio, para conseguir el posicionamiento de la academia como un actor importante y articulador.

- Actividad 12: Articulación de la participación de actores involucrados. Se establece la vinculación práctica en el territorio donde la metodología contempla generar las instancias de coordinación donde converjan los dirigentes de los SSR, los estamentos del MOP (DOH, SISS) y la academia. Esta actividad busca superar la histórica fragmentación institucional que diluye las responsabilidades y retrasa la ejecución de las obras de

saneamiento. Se propone la presentación del modelo estandarizado a cada uno de los actores involucrados, para que cada uno de ellos pueda indicar la viabilidad operacional del mismo y las eventuales mejoras o modificaciones que se podrían realizar al modelo estandarizado. Metodológicamente, se contempla la realización de entrevistas técnicas semiestructuradas con los tomadores de decisión clave de las instituciones incumbentes: el Jefe de la Subdirección de SSR de la DOH Coquimbo (en representación del aparato fiscalizador y ejecutor estatal) y el Director del Departamento de Ingeniería en Obras Civiles de la Universidad de La Serena (en representación de la academia). Este proceso de validación cualitativa tiene como objetivo contrastar el diseño del convenio con las capacidades operativas reales de la DOH, las metas de acreditación institucional de la casa de estudios y lo que pueda aportar en la línea de la Vinculación con el Medio y los incentivos de progresión académica del cuerpo docente.

- Actividad 13: Definición de un modelo de gobernanza. Como resultado de la articulación anterior, y luego de modificar el modelo estandarizado con la incorporación de los comentarios entregados por los distintos actores, se diseña el producto central de gestión de esta tesina: un modelo de gobernanza formal e interinstitucional. Este modelo debe establecer roles claros, donde la academia se compromete a brindar una asistencia técnica continua y bidireccional, y el Estado se compromete a recibir dichos estudios como pre-proyectos y/o informes técnicos válidos.
- Actividad 14: Establecimiento de la factibilidad técnica y de gestión. En esta etapa se comprueba la hipótesis empírica del estudio. Se demuestra, de manera trazable, cómo la inyección del conocimiento académico validado impacta en el mejoramiento efectivo de las fallas burocráticas, determinando que la intervención universitaria hace factible reducir la latencia institucional, en lo que respecta a la disminución de tiempos para que cada localidad (SSR) pueda ver materializadas las obras que permitan el mejoramiento de sus sistemas sanitarios.

5.4 Fase 4: Síntesis y cierre (Actividades 15 y 16)

Las semanas finales del cronograma están abocadas a la síntesis del trabajo, la redacción final del documento de grado y la preparación para la transferencia del conocimiento generado.

- Actividad 15: Establecimiento de conclusiones. A partir de los resultados se redactan las conclusiones finales de la investigación. Se evalúa el cumplimiento de los objetivos general y específicos, sintetizando cómo la academia logra transformarse desde un ente puramente teórico a un socio estratégico capaz de disminuir los tiempos para materializar las soluciones técnicas que se puedan elaborar y presentar.
- Actividad 16: Definición de recomendaciones fundamentales. Esta actividad cierra el ciclo de la investigación otorgándole su valor público. Se elaboran recomendaciones directas de políticas públicas y gestión administrativa orientadas a la DOH, la SISS, y a los SSR. Estas recomendaciones cumplen el propósito último de este trabajo de Magíster, formalizar la transferencia tecnológica e institucionalizar este flujo de ayuda para que, en el futuro, cualquier localidad rural de la Región de Coquimbo pueda apoyarse en la academia para solucionar sus urgencias sanitarias.

En su conjunto, la meticulosa distribución temporal detallada en la Tabla 4.2 garantiza un orden coherente metodológico. Esta progresión de 16 actividades asegura que el trabajo de investigación no se limite a diagnosticar, una vez más, las vulnerabilidades del saneamiento rural en la Provincia de Elqui, sino que construya, de manera comprobable, una metodología validada para optimizar los tiempos de diseño, financiamiento y materialización de los proyectos de mejoramiento de un sistema sanitario rural y que permita elaborar una propuesta de guía técnica para que pueda ser usado por las distintas localidades rurales de la región de Coquimbo y/o también desde la DOH para poder resolver en forma conjunta con la academia las distintas dificultades que presentan actualmente los SSR.

6 APLICACIÓN METODOLÓGICA

En este capítulo se detalla la ejecución operativa de la Fase 2 de la investigación, correspondiente al diseño y elaboración de la propuesta. Dejando atrás la etapa de diagnóstico, en esta sección se describe cómo se materializó el núcleo analítico del estudio (comprendido entre las Actividades 8 y 10 de la planificación metodológica), que permite un aporte concreto y una transformación de los antecedentes académicos y técnicos de las localidades de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle en expedientes estandarizados y evaluados estratégicamente para disminuir los tiempos de validación, tramitación y eventual construcción de las soluciones proyectadas.

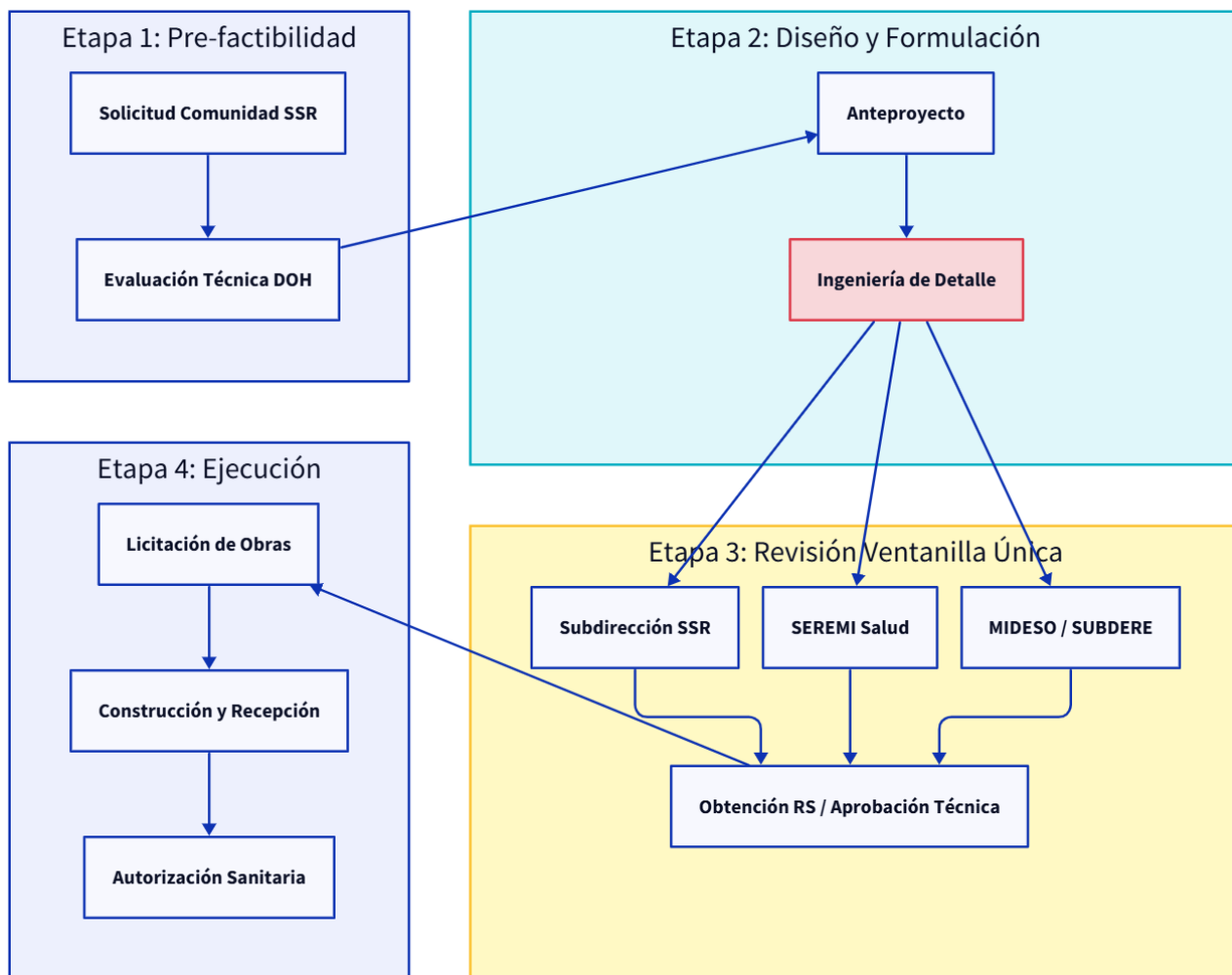
6.1 Diseño del modelo de vinculación (Aplicación de la Actividad 8)

La primera acción metodológica consistió en operacionalizar el vínculo entre la Universidad, la comunidad y los organismos del estado. En lugar de generar un modelo puramente teórico, se aplicó la vinculación rescatando la ingeniería conceptual y/o de detalle contenida en dos memorias de título desarrolladas por la Universidad de La Serena en 2022 para resolver problemáticas reales de la Provincia de Elqui, específicamente en las localidades de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle.

Para proponer un modelo de vinculación o estandarización entre los distintos actores involucrados para poder materializar una solución a los problemas de saneamiento que hoy existen en los distintos SSR, en la Figura 6.1 se presenta el actual flujo de información y tramitación que existe.

El proceso de aprobación de proyectos de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) (anteriormente Agua Potable Rural - APR) en Chile sigue un flujo estructurado por la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales del Ministerio de Obras Públicas (MOP) (DOH, 2019; MOP, 2017).

Figura 6-1
Flujo actual de tramitación para la aprobación y ejecución de proyectos SSR.



Nota. Diagrama de flujo del proceso estatal chileno de tramitación convencional, dividido en cuatro etapas consecutivas: Pre-factibilidad, Formulación y Diseño, Ventanilla Única, y Ejecución. El esquema resalta visualmente el cuello de botella o "letargo institucional" que se genera en la etapa de formulación técnica antes del ingreso formal al Sistema Nacional de Inversiones. Adaptado de Dirección de Obras Hidráulicas (2019) y Ministerio de Obras Públicas (2017).

A continuación, se detalla el flujo general para la aprobación y ejecución de un proyecto:

1º Etapa de Pre-factibilidad y Diagnóstico

- **Solicitud de la Comunidad:** El comité o cooperativa de SSR identifica la necesidad (conservación, mejoramiento o nuevo servicio) y solicita apoyo a la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH).

- **Evaluación Técnica Inicial:** La Subdirección de SSR evalúa la factibilidad técnica y legal de la solicitud presentada.

2° Formulación y Diseño del Proyecto

- **Elaboración del Anteproyecto:** Se definen las alternativas técnicas de solución y se estima el presupuesto inicial.
- **Desarrollo del Proyecto de Ingeniería:** Una vez aceptada la alternativa, se procede al diseño detallado que incluye:
 - Memoria técnica y base de cálculo.
 - Planos de ingeniería (captación, tratamiento, redes y detalles constructivos).
 - Especificaciones Técnicas y Presupuesto.

3° Proceso de Revisión y Aprobación (Ventanilla Única)

Para que un proyecto de SSR sea ejecutable, requiere visaciones de distintos organismos:

- **Subdirección de SSR (MOP):** Revisa que el diseño cumpla rigurosamente con los estándares técnicos del Manual de Proyectos de Agua Potable Rural (DOH, 2019) y/o el Manual de Soluciones de Saneamiento Sanitario para Zonas Rurales (SUBDERE, 2009).
- **SEREMI de Salud:** Otorga la aprobación de proyecto del sistema de tratamiento de agua potable y/o aguas servidas, verificando que cumpla con la normativa sanitaria vigente.
- **Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO) y SUBDERE:** Para proyectos con financiamiento público (como nuevos servicios o mejoramientos mayores), se requiere evaluar la iniciativa bajo el Sistema Nacional de Inversiones (SNI) para emitir el Resultado del Análisis Técnico-Económico (RATE) y obtener la Recomendación Satisfactoria (RS)(MIDESO, 2026).

4° Ejecución y Puesta en Marcha

- **Licitación y Adjudicación:** Se concursa la construcción de las obras.

- Construcción: Supervisada por la DOH o la unidad técnica designada.
- Autorización Sanitaria de Funcionamiento: Una vez terminada la obra, la SEREMI de Salud debe inspeccionar las instalaciones para dar el permiso de operación definitivo.

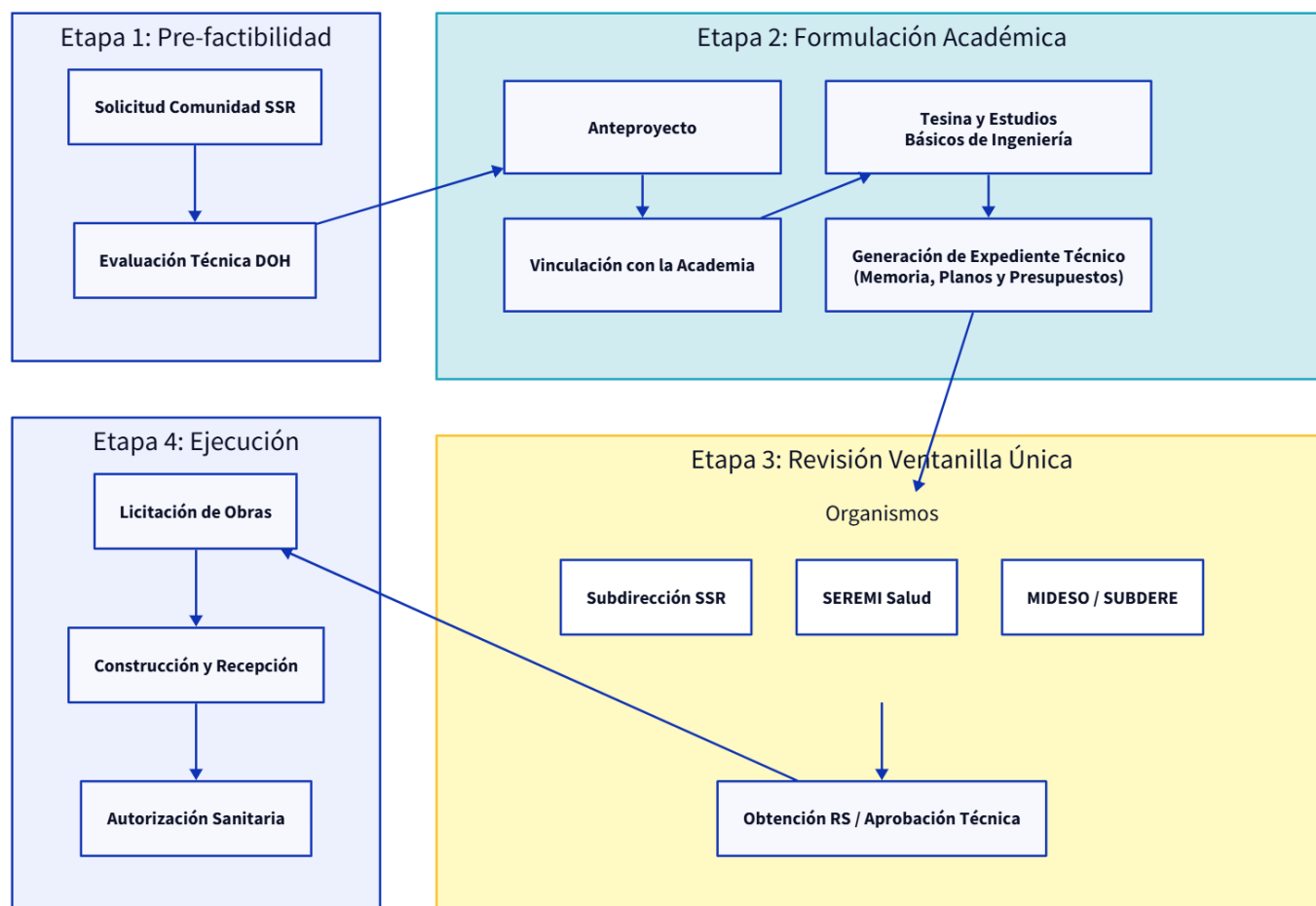
Como se observa en la Figura 6.1, los tiempos de respuesta institucional se concentran principalmente en las Etapas 2 (Formulación y diseño) y 3 (Revisión ventanilla única), debido a la falta de capacidad técnica y de personal del Estado para revisar y evaluar la ingeniería de detalle que se desarrolla de forma simultánea en las distintas localidades que se desarrolla un proyecto de este tipo. Es en esta situación donde la vinculación con la Academia resulta fundamental para acelerar la tramitación institucional. Sin embargo, este modelo no actúa de forma aislada; el éxito de esta vinculación radicaría en que la autorización y el ingreso de los expedientes cuenten con la complicidad y el respaldo directo de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la DOH, organismo que valida institucionalmente los diseños de ingeniería que se desarrollan y que eventualmente validaría el aporte académico donde se pueda establecer de esa forma.

A partir de lo anterior, se presenta a continuación una primera propuesta, que evidencia como la academia puede generar uno o varios documentos técnicos que pueden servir de insumos para poder mejorar los tiempos de aprobación de los proyectos de las obras sanitarias solicitadas por una localidad rural, lo que se puede visualizar en la Figura 6.2.

6.1.1 Estandarización del Expediente Técnico Académico bajo la Normativa NIP 2026

Para que el modelo de vinculación propuesto sea efectivo y logre disminuir los tiempos de desarrollo y aprobación de los proyectos, los productos emanados desde las universidades (Tesis, informes técnicos o investigaciones aplicadas) no pueden limitarse a ser estudios puramente teóricos. Deben ser estructurados desde su origen para cumplir estrictamente con los Requisitos de Información Sectorial (RIS) y con las Normas, Instrucciones y Procedimientos (NIP) exigidas por el Sistema Nacional de Inversiones (SNI).

Figura 6-2
Propuesta de modelo de vinculación académica para la tramitación acelerada



Nota. El diagrama ilustra el modelo de gobernanza propuesto como un "atajo institucional". En este esquema, la universidad absorbe la carga técnica de la Etapa 2 (Diseño y Formulación) mediante la elaboración de tesinas y estudios de ingeniería estandarizados bajo la norma NIP 2026. Esto permite ingresar expedientes técnicos directamente a la ventanilla única de revisión de la Etapa 3, omitiendo la fase de licitación de diseño estatal y proyectando una reducción del tiempo preinversional de 5 a 2,5 años (aproximadamente un 50% de ahorro de tiempo hídrico-administrativo).

El objetivo de esta estandarización es que el trabajo académico se convierta directamente en un documento técnico que la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) pueda considerar en el ingreso de antecedentes al Banco Integrado de Proyectos (BIP) para solicitar el financiamiento estatal (MIDESO, 2026). Para lograr sortear las observaciones del análisis técnico-económico y obtener un Resultado del Análisis Técnico-Económico (RATE) de Recomendación Satisfactoria (RS), la academia

debe estructurar su expediente técnico entregando al Estado los siguientes componentes críticos estandarizados:

- **Estudio Preinversional y Diagnóstico de la Situación Base:** El documento académico debe actuar como el estudio preinversional oficial. Esto implica que la investigación universitaria debe contener la identificación y caracterización del problema, el diagnóstico de la situación actual y la proyección de la demanda de la población rural a 20 años. Además, el expediente debe estructurar el “Árbol del Problema” y analizar rigurosamente la Situación Sin Proyecto frente a la Situación Con Proyecto, justificando demográfica y sanitariamente la urgencia de la intervención (MIDESO, 2025; 2026).
- **Planos e Ingeniería de Detalle (Diseño Terminado):** El mayor causante del letargo institucional es la falta de horas-hombre en el Estado para diseñar y/o revisar proyectos de ingeniería. Por ello, los antecedentes entregados desde la academia deben entregar el diseño terminado del proyecto completo. Según la normativa NIP, esta subcarpeta digital debe contener obligatoriamente: levantamientos topográficos georreferenciados, planos de arquitectura e ingeniería (captación, tratamiento, redes, entre otros), perfiles longitudinales, detalles constructivos, y las memorias de cálculo hidráulico y estructural correspondientes. Todo este respaldo técnico debe acoplarse a normativas como la NCh 691:2015, NCH 1105:2019 y manuales de la DOH (MIDESO, 2026).
- **Evaluación Económica y Presupuesto Detallado:** Un proyecto no es admisible en el SNI sin una cuantificación financiera exacta. El modelo de vinculación exige que los estudiantes y académicos transformen sus análisis de costos en un presupuesto oficial estandarizado. Este componente debe desglosar analíticamente los costos de las distintas asignaciones presupuestarias exigidas por el Estado: Gastos Administrativos, Consultorías, Obras Civiles, Equipos y Equipamiento. Adicionalmente, se debe entregar el modelamiento de los Costos de Inversión (CAPEX) y los Costos de Operación y Mantenimiento (OPEX), calculando el Costo Anual Equivalente (CAE) para

demostrar la rentabilidad social y la sostenibilidad financiera del sistema para el comité rural (MIDESO, 2026).

- **Especificaciones Técnicas (EETT) y Términos de Referencia (TDR):** Para que la DOH pueda postular a la Etapa 4 de Ejecución (Licitación de Obras), el expediente académico debe adjuntar las Especificaciones Técnicas y los Términos de Referencia. Estos documentos definen los estándares de calidad de los materiales, los métodos constructivos y las exigencias normativas que deberá cumplir la empresa contratista que se adjudique la obra, reduciendo los tiempos de redacción de bases de licitación al interior de las oficinas gubernamentales (MIDESO, 2026).
- **Antecedentes Legales, Terrenos y Medio Ambiente:** Finalmente, la academia debería asumir un rol de gestor territorial. Los documentos por entregar deben recopilar y sistematizar los antecedentes legales requeridos para la factibilidad del proyecto, tales como certificados de dominio vigente, actas de asamblea del comité de agua, comodatos de terreno para emplazar estanques o plantas de tratamiento, y los estudios ambientales o de pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). La validación temprana de estos documentos evita que el proyecto sea rechazado por “Incumplimiento Normativo” (RATE IN) durante la revisión de Ventanilla Única (MIDESO, 2026). Es necesario destacar también que la identificación del problema y la validación de la alternativa es fundamental, para que sea validada la iniciativa y se puedan validar los estudios específicos de la etapa de diseño.

En conclusión, al exigir que las tesinas e informes técnicos que pueda entregar la academia adopten esta estructura formal en la carpeta digital con antecedentes que se debe entregar en el BIP, la Universidad deja de ser un mero ente consultivo y se transforma en un brazo operativo del Estado. Esta transferencia de capacidad técnica debería reducir el tiempo de espera en la fase de formulación, entregando a los SSR proyectos listos para ser defendidos técnica y presupuestariamente.

También, es importante destacar que la gestión de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) en Chile, bajo la Ley N° 20.998, integra tanto el agua potable como el saneamiento (aguas servidas) dentro de una misma gobernanza operada por comités o cooperativas. (MOP, 2017). En cada SSR se pueden identificar y desarrollar distintas necesidades que requieren de intervenciones, las que se detallan según el tipo de servicio:

▪ **Conservación (Mantenimiento de la Continuidad)**

Se enfoca en obras para evitar el deterioro de la infraestructura actual tanto en agua potable como en aguas servidas.

- Agua Potable: Reparación de fugas en redes, mantenimiento preventivo de bombas y limpieza de torres de estanques de regulación de agua potable por ejemplo.
- Aguas Servidas: Limpieza de colectores, mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) y reposición de equipos de bombeo de aguas servidas.
- Financiamiento: Suele gestionarse mediante programas de emergencia o presupuestos de mantenimiento directo de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) (DOH, 2019).

▪ **Mejoramiento y Ampliación de los sistemas**

Intervenciones para optimizar la calidad técnica o extender la cobertura a nuevas familias en zonas semiconcentradas.

- Saneamiento Rural: Transición de soluciones individuales (pozos sépticos) a sistemas de recolección colectiva. Incluye la construcción de redes de recolección de aguas servidas y plantas de tratamiento con etapas primarias, secundarias y terciarias.
- Agua Potable: Aumento de la capacidad de producción (nuevos pozos), mejora de sistemas de cloración y modernización de los sistemas de distribución de agua potable para reducir pérdidas.
- Requisito Clave: Los proyectos deben contar con un Plan de Inversiones aprobado por la Subdirección de SSR y cumplir con los estándares del Manual de Proyectos de Agua Potable Rural (DOH, 2019) y/o el Manual de

Soluciones de Saneamiento Sanitario para Zonas Rurales (SUBDERE, 2009).

▪ **Nuevo Servicio (Instalación Integral)**

Proyectos para localidades que carecen totalmente de red, donde el MOP actúa como proveedor de la infraestructura inicial.

- Alcance: Incluye desde la captación (producción) hasta la disposición final de aguas tratadas. La ley permite que el operador cobre de forma conjunta por distribución y recolección en una sola cuenta (MOP, 2017).

6.2 Articulación de criterios normativos y tipología de proyectos (Aplicación de la Actividad 9)

Para que el modelo de vinculación propuesto sea factible y logre reducir efectivamente el letargo institucional, los proyectos académicos rescatados no solo fueron sometidos a una estricta homologación con las exigencias de la nueva Ley 20.998 (MOP, 2017) y su respectivo reglamento en el Decreto 50 (MOP, 2020). Metodológicamente, se hizo imperativo clasificar la naturaleza de la intervención de acuerdo con los estándares de inversión pública del Estado, estableciendo vías de tramitación distintas para Los Trigales de Guanaqueros (Conservación) y para El Molle (Instalación y/o Nuevo Servicio).

6.2.1 El caso de Los Trigales de Guanaqueros (Intervención de Conservación y Mejoramiento)

A partir del análisis técnico de la localidad, se estableció que la estrategia de formulación para este Servicio Sanitario Rural (SSR) corresponde a una intervención de conservación y mejoramiento. Esta tipología se justifica debido a que la localidad ya posee una infraestructura sanitaria operativa (captación, estanque y red de distribución), pero que ha sido superada funcionalmente por el crecimiento demográfico y la alta población flotante de carácter turístico (Ibacache y Velásquez, 2022).

Para fundamentar esta necesidad de mejoramiento, el expediente técnico se apoyó en una rigurosa modelación hidráulica del sistema actual utilizando el software EPANET. El diagnóstico demográfico evidenció que la localidad posee una

población base de 1.134 habitantes (equivalentes a 283 clientes conectados), pero al aplicar una tasa de crecimiento sostenida del 4% anual, propia de zonas con expansión irregular y turística, la demanda se proyecta a 2.484 habitantes (621 clientes) para el año 20.

Al ingresar estos datos proyectados en el modelo hidráulico calibrado, los resultados del balance oferta-demanda arrojaron que la infraestructura actual entrará en déficit de abastecimiento a partir del año 4 de previsión. Específicamente, la red de distribución la cual está compuesta en su mayoría por tuberías de PVC de 75 mm de diámetro, la cual se ve superada en su capacidad de porteo, generando pérdidas de carga importantes. Esto se traduce en que los nudos críticos del sistema (como los nudos 1 y 39) registrarán presiones dinámicas inferiores a los 15 metros de columna de agua (m.c.a.), incumpliendo abiertamente los estándares mínimos exigidos por la norma chilena NCh 691:2015 para redes de distribución de agua potable.

En consecuencia, la justificación de la ingeniería de detalle propone el recambio estructural de más de 9,4 kilómetros de tuberías hacia diámetros mayores (110 mm y 160 mm), junto con el aumento de los caudales convenidos con la sanitaria urbana (Aguas del Valle S.A.). Al presentar estos antecedentes técnicos, topográficos y de simulación de forma estandarizada, la academia entrega a la DOH un respaldo robusto para justificar el financiamiento estatal de la obra bajo la tipología de mejoramiento en una primera etapa (Ibacache y Velásquez, 2022). Sin embargo, también se detectaron problemas de operación en el sistema de regulación, donde se puede y debe mejorar la interconexión de los estanques elevados con la red de distribución de agua potable.

Bajo esta línea de acción, la propuesta académica se articuló enfocada en optimizar y rehabilitar el sistema de distribución de agua potable existente para que pueda cumplir con los estándares normativos. Estas obras de mejoramiento iniciales o que se deben realizar en el año 0 del proyecto, corresponderían a obras de conservación, permitiendo un accionar más rápido de la DOH para poder gestionar recursos para materializar obras propuestas en esa línea. Acorde al artículo 106 del Decreto 50, esta conservación debe prever la transición administrativa del sistema,

el cual pasará de su actual clasificación de segmento “Menor-Tipo 3” hacia un segmento “Medio-Tipo 2” en el mediano plazo (Ibacache Urrutia y Velásquez Castro, 2022). Administrativa y financieramente, de acuerdo con las Normas, Instrucciones y Procedimientos (NIP) 2026 del Sistema Nacional de Inversiones, estas acciones se catalogan como obras de conservación o reparación, definidas oficialmente como la “acción que tiene como finalidad recuperar el deterioro ocasional sufrido por un bien o servicio existente y no pueden abarcar la restitución total de la infraestructura”.

Al tratarse de la recuperación de un estándar operativo previamente evaluado y no de una obra nueva, la tramitación elude el ciclo completo de evaluación social profunda. La normativa NIP 2026 establece que los proyectos de conservación se rigen por un procedimiento simplificado de análisis técnico-económico. En base a los Requisitos de Información Sectorial (RIS), este tipo de proyectos suele gestionarse mediante la presentación de una memoria técnica y planos de ingeniería con los detalles constructivos de la solución a implementar (tales como la sectorización y recambio de tuberías) (MIDESO, 2026). Su revisión y aprobación dependen de manera exclusiva de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), organismo que administra los recursos financieros sectoriales o de emergencia para elaborar y ejecutar estos mantenimientos de forma oportuna.

6.2.2 El caso de El Molle (Instalación de un Nuevo Servicio)

Respecto a la situación de Los Trigales de Guanaqueros, la articulación de criterios para la localidad de El Molle posee una naturaleza diametralmente distinta, estructurándose como un proyecto de instalación de un nuevo servicio. El diagnóstico evidenció la ausencia total de un sistema de saneamiento y recolección de aguas servidas, dejando a la comunidad bajo una dependencia absoluta de soluciones particulares (fosas sépticas) con un alto riesgo de percolación y contaminación hacia el acuífero del Río Elqui (Ángel y Torres, 2022).

Al tratarse de la creación de un servicio inexistente, la validación académica requirió un diseño conceptual y de detalle, abarcando desde el levantamiento topográfico necesario para determinar la mejor configuración de los colectores que de forma gravitacional y hasta la definición del punto de descarga trasladan las

aguas servidas. Acorde a las directrices de diseño, las nuevas Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) rurales deben contemplar al menos un tratamiento primario (como tanques sépticos o biodigestores) y secundario para garantizar que el efluente cumpla con las normas ambientales antes de su descarga. En este caso, la articulación normativa se centró rigurosamente en las exigencias ambientales para nuevas instalaciones, asegurando que la tecnología depuradora propuesta tuviera la capacidad técnica requerida para la remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), sólidos suspendidos y coliformes fecales, dando estricto cumplimiento a los límites máximos permisibles establecidos en el Decreto Supremo 90/2000 (Ángel y Torres, 2022).

El expediente técnico elaborado para El Molle dimensiona la brecha sanitaria a través de un diseño de un sistema gravitacional de recolección de aguas servidas y un sistema de tratamiento y disposición final de las mismas. La proyección demográfica a 20 años establece un incremento desde los 1.844 habitantes iniciales hasta alcanzar los 3.776 habitantes, a lo que se suma una importante carga orgánica intermitente derivada de la alta población flotante (en época estival) alojada en los complejos turísticos de la localidad. Debido a las características geomorfológicas del valle, el proyecto logra dar cobertura de alcantarillado gravitacional al 89% de la población (sectores de El Molle y Polla Alta), requiriendo un atraveso aéreo de cañerías de acero sobre el puente del Río Elqui, adosada al puente, mientras que el 11% restante de las viviendas, imposibilitadas topográficamente de empalmar a la red, son abordadas mediante sistemas de tratamiento individual (Ángel y Torres, 2022).

Sin embargo, el desafío de ingeniería más complejo para la instalación de este nuevo servicio radica en la disposición final de las aguas tratadas. El punto de descarga proyectado recae directamente en el Río Elqui, el cual es catalogado normativamente como un cuerpo fluvial sin capacidad de dilución. En este escenario restrictivo, el proyecto se somete a las exigencias más rigurosas del Decreto Supremo 90/2000 (Tabla 1) dictado por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES).

Para proteger la vulnerabilidad del acuífero y evitar sanciones por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), el diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) debió garantizar el cumplimiento de límites máximos permisibles de alta exigencia: una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) no superior a 35 mg/L, Sólidos Suspendidos Totales (SST) máximos de 80 mg/L, y una rigurosa remoción de nutrientes que restrinja el Nitrógeno Total Kjeldahl a 50 mg/L y el Fósforo Total a 10 mg/L. Adicionalmente, el efluente debe asegurar una desinfección profunda que limite los Coliformes Fecales a un máximo de 1.000 NMP/100 mL. Al integrar estos parámetros críticos de calidad de aguas en la formulación, la propuesta académica entrega un proyecto blindado ambientalmente, listo para sortear las observaciones del análisis técnico-económico del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO) (Angel y Torres, 2022; MINSEGPRES, 2001).

A diferencia de una conservación, al ser una obra nueva que exige gran financiamiento público de capital, el proyecto debe regirse estrictamente por las normas del Sistema Nacional de Inversiones (SNI). Esto significa que el expediente debe ser evaluado por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO) y visado para fondos mediante organismos como SUBDERE. Para ello, es obligatorio formular la iniciativa bajo la Metodología General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública (MIDESO, 2025). Acorde a esta normativa, y bajo el contexto de la Metodología de Marco Lógico, el proceso exige estructurar el “Árbol del Problema”, identificando esquemáticamente las causas y efectos de la precariedad sanitaria para fundamentar la necesidad de intervención (Bravo Fortune, 2025). Solo mediante la consolidación de este árbol del proyecto y sus indicadores, sumado al diseño de ingeniería, la iniciativa logra sortear el Resultado del Análisis Técnico-Económico (RATE) y obtener la Recomendación Satisfactoria (RS) indispensable para su ejecución. Por la tanto aún queda una tarea importante que cumplir, la cual debería ser abordada en primera instancia por la DOH, pero al mismo tiempo, también es necesario recalcar que para que se pueda desarrollar esta etapa que falta, es importante evaluar al menos otra alternativa de solución al saneamiento de la localidad.

En síntesis, esta diferenciación tipológica en la propuesta técnica elaborada desde la universidad permite que la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y el Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO) puedan ingresar los expedientes directamente a las líneas de financiamiento correctas: una orientada a la conservación de la infraestructura estresada (Los Trigales) y otra a la prefactibilidad de una obra nueva de saneamiento (El Molle), atacando directamente el problema del letargo burocrático.

6.3 Construcción de la evaluación estratégica de soluciones (Aplicación de la Actividad 10)

Una vez que las soluciones sanitarias presentadas demostraron cumplir con las exigencias normativas del Decreto 50 y la Ley 20.998, se aplicó una evaluación estratégica multicriterio. Este paso es indispensable para satisfacer las directrices del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) del Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), garantizando que la opción seleccionada no solo sea técnicamente factible, sino también viable en el tiempo para la comunidad.

Para determinar la viabilidad de las soluciones de saneamiento para la localidad de El Molle, se procedió en primer lugar a la estructuración de los costos. Se extrajeron y actualizaron los presupuestos de inversión inicial (CAPEX) y los costos de operación y mantenimiento (OPEX) emanados del diseño académico base (Ángel y Torres, 2022), complementados con las metodologías de valorización para localidades menores a 5.500 habitantes (Honsi Auchen, 2024b).

A partir de estos flujos, se estructuró el Costo Anual Equivalente (CAE) para las tecnologías en estudio. Este indicador financiero es fundamental, ya que permite comparar proyectos que poseen distinta estructura de costos a lo largo de su vida útil, proyectando el impacto real que tendrá la tarifa en los usuarios del Servicio Sanitario Rural (SSR) (MIDESO, 2025).

En lugar de presentar un desglose financiero pormenorizado, los resultados de este modelamiento se sintetizaron para alimentar directamente el criterio económico de la evaluación multicriterio. El análisis de los flujos demostró que, si bien tecnologías mecanizadas como los lodos activados poseen costos de inversión inicial (CAPEX) estandarizados, su fuerte dependencia de energía eléctrica y

requerimientos de personal calificado disparan los costos operacionales y de mantenimiento (OPEX) (Ángel y Torres, 2022). Por el contrario, los sistemas pasivos logran compensar su mayor requerimiento de superficie útil con un OPEX significativamente menor, lo cual es vital para asegurar que la tarifa final sea pagable por una comunidad rural con ingresos limitados (Homsí Auchen, 2024b).

Con el objetivo de maximizar la eficiencia operativa y reducir la dependencia electromecánica, la evaluación estratégica incorporó el análisis de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), específicamente los Humedales Artificiales o “Sistemas Wetland” (Marchant et al., 2024). De acuerdo con los criterios de diseño establecidos para estas unidades, la tecnología se fundamenta en un proceso natural que combina el medio de soporte, la vegetación (especies macrófitas) y el metabolismo de microorganismos para depurar el agua (Homsí Auchen, 2024a).

Operacionalmente, su mayor ventaja radica en el nulo requerimiento energético para la aireación y su demostrada capacidad de remoción de patógenos (hasta un 99%), garantizando el cumplimiento del DS 90/2000. Sin embargo, su principal limitante técnica es el gran requerimiento de área para su implementación, exigiendo tasas de diseño que varían entre 5 m² y 20 m² por persona equivalente (PE), lo que impacta directamente en los costos de inversión (CAPEX) por concepto de adquisición o expropiación de terrenos (Homsí Auchen, 2024a).

Considerando que la decisión óptima para el Estado y la comunidad no depende exclusivamente de la variable económica, los resultados financieros del CAUE y las variables de diseño (como el uso de suelo de los humedales) se sometieron a una evaluación multicriterio basada en el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP de Saaty). Esta herramienta, ampliamente utilizada en sistemas de gestión, permite resolver problemas de priorización estableciendo la importancia relativa de distintos elementos de decisión (Saaty, 1977).

Para el caso de El Molle, se definieron tres criterios fundamentales: Económico (menor CAUE e impacto en la tarifa y terreno), Técnico-Operativo (facilidad de operación por parte del comité SSR) y Ambiental (cumplimiento normativo del DS 90/2000). Utilizando la escala de Saaty (del 1 al 9, donde 1 representa igual importancia y 9 importancia absoluta), se ponderaron los criterios

frente a tres tecnologías: Lodos Activados, Lombrifiltro (Sistema Tohá) y Humedal Artificial.

A continuación, en la Tabla 6.1, se presenta la matriz de decisión consolidada:

Tabla 6.1
Matriz de decisión multicriterio (AHP) para la selección de alternativa de PTAS El Molle

Criterio de Evaluación	Ponderación (AHP)	Opción 1: Lodos Activados	Opción 2: Lombrifiltro	Opción 3: Humedal Artificial
Económico (CAE, Terreno y Tarifa)	40%	3	5	6
Técnico-Operativo (Complejidad)	35%	3	9	8
Ambiental (Norma DS 90/2000)	25%	9	5	8
Puntaje Ponderado Final	100%	4.50	6.40	7.20

Nota. Elaboración propia en base a la metodología de jerarquización AHP de Saaty (1977). Escala de evaluación de Saaty: 1 = Igualmente preferido / Deficiente, 3 = Apenas más preferido, 5 = Bastante más preferido, 7 = Mucho más preferido, 9 = Absolutamente más preferido. Los puntajes ponderados finales justifican la selección del Humedal Artificial como la alternativa óptima (7.20 puntos) debido a su viabilidad económica y bajo costo operativo.

Como se observa en la Tabla 6.1, la alternativa de Lodos Activados presenta una calificación óptima (9) en el cumplimiento de exigencias ambientales debido a su probada tasa de remoción de carga orgánica. Sin embargo, su complejidad operativa y su alto consumo energético (OPEX) penalizan fuertemente su evaluación económica y técnica frente a la realidad y capacidad de gestión de un sistema rural.

Por su parte, al evaluar detalladamente las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), la tecnología de Lombrifiltro logra un puntaje ponderado de 6.40. Si bien presenta una operatividad destacable frente a la gestión comunitaria, su

evaluación económica se ajusta de manera más conservadora al compararse frente a soluciones de depuración 100% pasivas.

En conclusión, tras la evaluación estratégica, la alternativa del Humedal Artificial (Sistema Wetland) obtiene la mayor puntuación ponderada (7.20), consolidándose como la solución óptima para El Molle. Esta tecnología logra el equilibrio estratégico perfecto: al atenuar la barrera de inversión inicial en terrenos dentro de este entorno rural, sus atributos pasivos maximizan la rentabilidad social al presentar el menor costo operacional (OPEX) del panel evaluado. Asimismo, se ajusta de manera ideal a las limitadas capacidades técnicas de los dirigentes del Servicio Sanitario Rural, al mismo tiempo que garantiza un excelente puntaje ambiental (8) en el cumplimiento de las exigencias del Decreto Supremo 90/2000.

La viabilidad a largo plazo de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) no depende únicamente de sortear con éxito las etapas de preinversión y adjudicación de capital de inversión (CAPEX) descritas en el modelo de vinculación, sino de garantizar que la comunidad sea capaz de administrar operativamente la infraestructura una vez entregada por el Estado y que sea sustentable bajo la figura tarifaria (en este aspecto que sea viable a la capacidad económica de la comunidad beneficiada). Históricamente, uno de los mayores causantes del abandono de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) y sistemas de Agua Potable en zonas vulnerables ha sido la deficiente estructuración de la tarifa, la cual muchas veces resulta incapaz de solventar los Costos de Operación y Mantenimiento (OPEX) a lo largo de su vida útil (Honsi Auchen, 2024b).

Bajo el marco de la Ley N° 20.998, los comités y cooperativas deben ser técnica y financieramente autosustentables. Para dar cumplimiento a este mandato sin asfixiar la economía local, el expediente técnico generado desde la academia debería realizar una modelación exhaustiva del OPEX, desglosando analíticamente los cinco componentes críticos que definirán la tarifa mensual cobrada a cada arranque domiciliario:

- **Consumo de Energía Eléctrica:** Constituye habitualmente el ítem de mayor gasto en los sistemas sanitarios. Tecnologías mecanizadas (como los lodos activados) que requieren de procesos de aireación extendida o sistemas de

impulsión de fluidos para sortear desniveles topográficos disparan este costo, volviéndolo prohibitivo para comunidades pequeñas (Angel y Torres, 2022).

- **Remuneraciones y Personal: Pago** de honorarios para operadores locales de planta (frecuentemente sin especialización técnica superior) y el personal administrativo encargado de la lectura de medidores, facturación y recaudación.
- **Insumos Químicos: Costos** operativos asociados a los procesos de desinfección continua (sistemas de cloración o de cloración) que son exigidos por norma para dar estricto cumplimiento a los parámetros microbiológicos antes de la entrega del agua o de su disposición final.
- **Mantenimiento y Gestión de Residuos: Gastos** derivados de la conservación de la red, limpieza de colectores, reparación de fugas, mantenimiento preventivo de tableros eléctricos y bombas. Fundamentalmente en el área de saneamiento, este ítem absorbe los altos costos del retiro periódico y la disposición final de lodos estabilizados en vertederos sanitarios autorizados.
- **Control de Calidad y Monitoreo (Laboratorio): Costos** asociados al muestreo periódico de calidad de aguas para asegurar el cumplimiento de la NCh 409 y del DS 90/2000 ante la rigurosa fiscalización de la SEREMI de Salud y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) (MINSEGPRES, 2001).

El enfoque estratégico que debería tomar la academia radica en utilizar la ingeniería conceptual para evaluar la reducción y/o modificación de la estructura de costos fijos. Al aplicar metodologías de jerarquización multicriterio apoyadas por los lineamientos del Costo Anual Equivalente (CAE), la academia debería priorizar tecnologías que exijan el menor nivel de intervención electromecánica posible.

En el caso de las obras de mejoramiento y conservación en el sistema de distribución de agua potable de Los Trigales de Guanaqueros, la optimización hidráulica de los diámetros de tubería disminuye considerablemente las pérdidas de carga del flujo, reduciendo el esfuerzo y las horas de bombeo requeridas, impactando directamente a la baja en el consumo eléctrico (Ibacache y Velásquez, 2022). Por su parte, para la obra de saneamiento nuevo en El Molle, la selección estratégica de Soluciones Basadas en la Naturaleza (Humedales Artificiales)

elimina casi por completo la dependencia de motores de aireación e insumos químicos costosos. Al basar la depuración en la actividad radicular de especies macrófitas y la gravedad, el sistema se estabiliza de manera pasiva (Marchant et al., 2024).

En síntesis, al integrar este análisis tarifario en la formulación temprana exigida por el Sistema Nacional de Inversiones (SNI), la academia protege a la comunidad rural de heredar infraestructura sobredimensionada y que no optimice el uso de las energías. El modelo asegura desde su génesis que la tarifa resultante sea socialmente pagable y que el comité disponga de la holgura financiera necesaria para costear el OPEX, consolidando la efectividad de la política pública hídrica desde el diseño académico hasta su perpetuidad operativa (MIDESO, 2026).

7 RESULTADOS

Bajo los elementos descritos y la aplicación metodológica analizada, se propone un modelo de gobernanza en base al análisis de los tiempos de respuesta institucional y la evaluación de las capacidades técnicas de la academia, estructurando hallazgos concretos para poder colaborar en la optimización de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR). A continuación, se presentan los resultados divididos en el diseño del modelo de gobernanza propuesto y la factibilidad técnica de su implementación.

7.1 Modelo de Gobernanza Tripartito: Universidad - Estado – Comunidad

Para superar la fragmentación institucional y el letargo en la tramitación de proyectos, el resultado central de esta investigación propone la creación de un **Convenio de Colaboración Tripartito**. Este modelo de gobernanza articula formalmente a la universidad con los dirigentes de los SSR y los actores estatales competentes, estableciendo una red colaborativa donde cada actor aporta capacidades complementarias para acortar los tiempos de inversión (Mesa Nacional del Agua, 2020; Ovies, 2022).

Desde la perspectiva teórica de la gobernanza del agua, la interacción entre el Estado, la Sociedad Civil y la Academia resulta fundamental para resolver problemas de política pública (OCDE, 2015). En el contexto de los SSR, este modelo se define como una alianza o asociación estratégica, donde personas u organizaciones de distintos sectores se relacionan para perseguir objetivos sociales comunes a través de la combinación de sus recursos y competencias (AccountAbility et al., 2005). El modelo propuesto distribuye los roles de la siguiente manera:

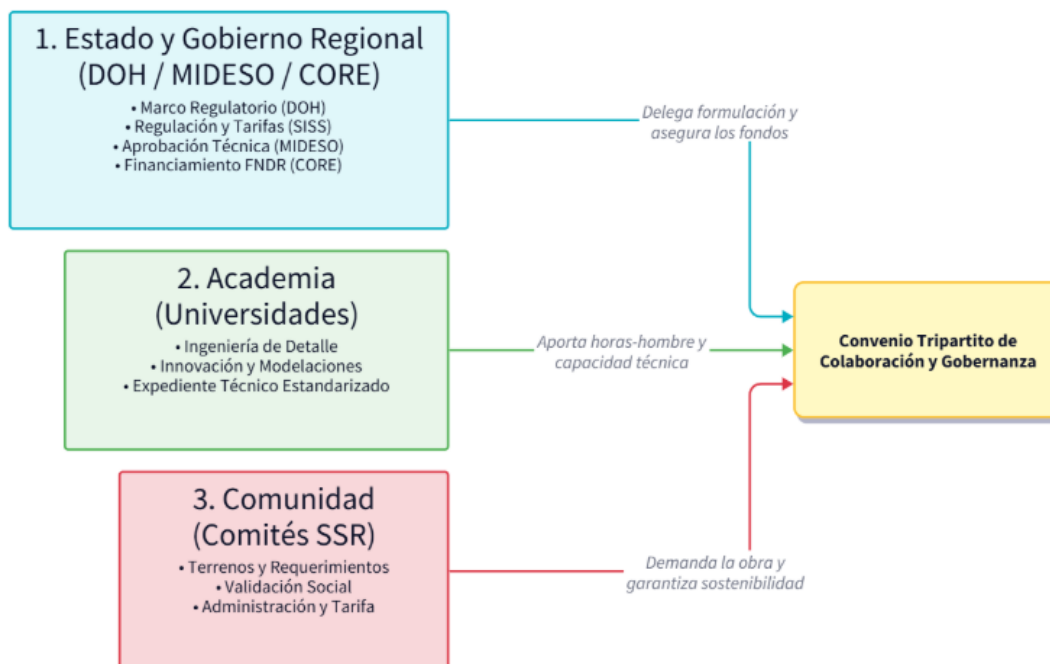
1. **El Estado y el Gobierno Regional (DOH / SISS / MIDESO / CORE):** Ejercen el rol rector, regulador y financiero. Su responsabilidad en el convenio es proveer y fiscalizar el marco regulatorio a través de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), evaluar expeditamente los expedientes a través de MIDESO y agilizar la “Ventanilla Única” mediante la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH). Fundamentalmente, al integrar al Gobierno Regional

(GORE) y al Consejo Regional (CORE) en esta gobernanza, se asegura que una vez que el trabajo realizado por la universidad eventualmente logre la Recomendación Satisfactoria (RS), el Consejo priorice la votación y asignación directa de los presupuestos (como el Fondo Nacional de Desarrollo Regional, FNDR), cerrando el ciclo de inversión sin demoras políticas (MOP, 2017).

2. **La Academia (Universidad):** Asume el rol de articulador y brazo técnico. Su responsabilidad es responder a las necesidades reales del territorio mediante transferencia de conocimiento. Aporta las horas-hombre, la investigación aplicada y la ingeniería de detalle (memorias, modelaciones y planos) requeridas por el Sistema Nacional de Inversiones (SNI) (MIDESO, 2025).
3. **La Comunidad (Comités y Cooperativas SSR):** Actúan como gestores territoriales. Aportan el conocimiento empírico de sus carencias operativas, facilitan los terrenos, participan activamente en el diseño de las soluciones y asumen el compromiso de la administración y sostenibilidad financiera una vez materializada la obra (MOP, 2017).

El modelo de gobernanza propuesto se puede presentar de la siguiente manera como diagrama:

Figura 7-1
Mapa de actores y flujos de aportes en el Convenio de Gobernanza Tripartito



Nota. Estructura relacional del modelo de gobernanza propuesto, el cual distribuye responsabilidades simétricas y complementarias: el Estado y Gobierno Regional (DOH, SISS, MIDESO, CORE) aseguran el marco regulatorio, la aprobación técnica expedita y el financiamiento de las obras (CAPEX); la Academia (Universidad) aporta la capacidad técnica mediante el diseño de ingeniería de detalle y expedientes bajo la norma NIP 2026; y la Comunidad (Comités SSR) garantiza la validación territorial y la sostenibilidad del sistema a través de la administración operacional (OPEX).

La figura tripartita (Figura 7.1) refuerza la gobernanza al entregar roles y responsabilidades claras, permitiendo procesos de participación activa que equilibran la legitimidad social, un bajo costo de implementación para el Estado y un alto potencial de impacto sanitario en la provincia de Elqui.

7.2 Factibilidad Técnica e Institucional de la Propuesta

Este modelo de gobernanza es altamente factible de implementar en las condiciones actuales, de acuerdo con los Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE, las respuestas de política pública solo son viables si los actores están acoplados (OCDE, 2015). La factibilidad técnica de que la Universidad asuma el rol de “formulador de ingeniería” queda demostrada empíricamente a través de los

casos de estudio analizados en la Provincia de Elqui. En el caso de Los Trigales de Guanaqueros, la academia demostró poseer las herramientas avanzadas para diagnosticar infraestructuras estresadas, realizando modelaciones hidráulicas complejas para proyectar la demanda a 20 años y justificar técnicamente el recambio de tuberías (Ibacache y Velásquez, 2022). Por su parte, en el caso de la obra nueva en El Molle, la universidad probó su capacidad para diseñar sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas considerando plantas de tratamiento (sistemas: wetland y lodos activados) cumpliendo con las exigencias ambientales más rigurosas (DS 90/2000) y calculando presupuestos operativos detallados (Ángel Valdivia y Torres Campusano, 2022).

Al estandarizar estas metodologías académicas (tesinas y estudios básicos) bajo las Normas, Instrucciones y Procedimientos (NIP) exigidas por el MIDESO, el formato de la propuesta se vuelve institucionalmente factible. No requiere la creación de nuevas leyes, sino la voluntad de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) para reconocer a la universidad como una contraparte técnica válida y acelerar la revisión de la carpeta técnica que pueda elaborar bajo las normas ya indicadas, sumado al respaldo descentralizado del Consejo Regional (CORE). Al recibir proyectos con ingeniería “llave en mano” y alta rentabilidad social (RS), los consejeros regionales ven facilitada su labor de priorizar y aprobar carteras de inversión, convirtiendo este modelo de gobernanza en una herramienta altamente atractiva y factible para las autoridades políticas locales (MIDESO, 2026).

En síntesis, la investigación demuestra que la optimización de la gestión para el mejoramiento de los SSR no depende de inyectar más presupuesto para contratar consultoras externas, sino de utilizar eficientemente la capacidad instalada en la región. El Convenio Tripartito transforma el trabajo de titulación y posgrado, el cual tradicionalmente queda archivado en bibliotecas (Donoso, 2020; Nicolas, Artero, 2019), en expedientes técnicos que destraban la inversión pública y mejoran la calidad de vida rural.

7.3 Impacto Proyectado en los Tiempos de Tramitación (Análisis Comparativo)

Para validar la efectividad del Convenio Tripartito propuesto, resulta imperativo cuantificar su impacto directo sobre el principal nudo crítico identificado en el diagnóstico: el letargo institucional. Tal como se evidenció en la evaluación de la gestión pública, el ciclo estatal para materializar infraestructura de saneamiento y agua potable bajo la metodología del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) presenta un aletargamiento que promedia los cinco años de espera únicamente en su fase de formulación. Bajo la tramitación convencional, un comité de Servicio Sanitario Rural (SSR) debe esperar a que la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) consiga los recursos para licitar a una consultora privada la etapa de “Diseño”. Este proceso administrativo, sumado a las múltiples iteraciones y observaciones que se generan en la Ventanilla Única para intentar obtener el Resultado del Análisis Técnico-Económico (RATE) con Recomendación Satisfactoria (RS) por parte de MIDESO, dilata enormemente la llegada de soluciones a la comunidad.

En contraste, la aplicación del modelo de gobernanza propuesto permitiría que la academia pueda operar empíricamente como un **“atajo institucional”**, al integrar las memorias de título y Tesinas (como se demostró empíricamente con las localidades de Los Triguales de Guanaqueros y El Molle), la universidad absorbe la carga de horas-hombre requeridas para la ingeniería de detalle. Esta sinergia permite condensar años de espera burocrática en el transcurso de un solo año académico.

Para organizar estos hallazgos y visualizar claramente la eficiencia de la propuesta, la Tabla 7.1 expone un análisis comparativo de los tiempos proyectados entre la tramitación estatal convencional y el modelo de vinculación académica. Como se infiere de la tabla, la intervención de la academia no es una simple asesoría consultiva, sino que eliminaría por completo la necesidad de licitar el diseño, ahorrando de entrada más de un año de letargo administrativo.

Tabla 7.1
Análisis comparativo de tiempos proyectados en la fase de preinversión y diseño.

Hitos de la Etapa de Preinversión y Diseño (SNI)	Tramitación Estatal Convencional (Situación Base)	Modelo de Gobernanza Académica (Convenio Tripartito)	Impacto / Ahorro de Tiempo
1. Levantamiento de necesidad y Diagnóstico (Perfil)	1 año	0,5 año (Investigación inicial académica)	- 0,5 año
2. Búsqueda de fondos y Licitación del Diseño	1 a 1.5 años	0,5 año (Asumido directamente por la Universidad quien debería recibir aportes del Gobierno Regional de menor envergadura con respecto a una consultoría)	- 1.0 año
3. Desarrollo de Ingeniería de Detalle y Presupuestos	1.5 a 2 años (Consultoría externa)	1 año (Duración de la tesina en año académico)	- 1 año
4. Revisión Ventanilla Única (MIDESO/DOH/Salud)	1 a 1.5 años (Múltiples iteraciones por RATE OT/FI)	0,5 años (Expediente estandarizado NIP 2026)	- 1 año
TIEMPO TOTAL PROYECTADO HASTA OBTENER RATE (RS)	4.5 a 6 Años	2,5 Años	Reducción de un 50% de los tiempos institucionales aproximadamente

Nota. Elaboración propia en base a la estandarización de procesos de la Normativa NIP 2026 y flujos de evaluación MIDESO.

Además, al estructurar el trabajo universitario bajo el formato exacto de la “Carpeta Ex Ante” exigida por las Normas, Instrucciones y Procedimientos (NIP 2026), el expediente ingresa al Banco Integrado de Proyectos (BIP) con un nivel de madurez técnica que reduce drásticamente las objeciones normativas. Esto permite que instituciones como la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales y MIDESO puedan revisar un proyecto, agilizando la obtención de la resolución favorable para pasar de forma expedita a la etapa de Ejecución de Obras.

En conclusión, este resultado cuantitativo demuestra que el Convenio Tripartito no solo es una mejora en la articulación de actores, sino una herramienta de eficiencia temporal que reduce los tiempos de demora institucional en un 50% aproximadamente, mitigando el riesgo sanitario al que se exponen las comunidades rurales mientras esperan la acción del Estado.

Someter el Convenio Tripartito de Colaboración y Gobernanza a la revisión directa de las autoridades sectoriales y académicas permitió transitar desde un esquema teórico hacia una herramienta de política pública plenamente viable y adaptada a la realidad regional:

Fase I (Catastro Sanitario Regional): Levantamiento físico y operativo de las redes de distribución de los SSR, respondiendo a que más del 90% de las organizaciones hídricas de la región carecen de planos y catastros actualizados, lo que representa la principal barrera para proyectar cualquier diseño de mejoramiento hidráulico y una exigencia regulatoria ineludible bajo la Ley N° 20.998.

Fase II (Focalización en SSR de Menor Envergadura): Canalización de la asistencia técnica universitaria de forma preferente hacia comités pequeños (Segmento Menor - Tipo 3), los cuales, al carecer de recursos financieros para contratar consultorías de ingeniería privadas, requieren el desarrollo de Informes Técnicos de Falencias (Fase II-A) y la estructuración del Árbol de Ideas de Ingeniería de Detalle (Fase II-B) en coordinación con la DOH.

Sinergia de incentivos académicos: Alineación de la vinculación territorial con los indicadores de Vinculación con el Medio (VcM) exigidos por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA) para los procesos de acreditación de la Universidad de La Serena, acoplándose de manera atractiva con las dos líneas de progresión que posee la ULS para su cuerpo docente (investigación aplicada, por un lado, y docencia y vinculación por el otro), incentivando la guía activa de tesis y la titulación oportuna de los estudiantes de pregrado.

7.4 Optimización de la Sostenibilidad Financiera para los SSR

La viabilidad a largo plazo de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) no depende únicamente de sortear con éxito las etapas de preinversión y adjudicación de capital de inversión (CAPEX) descritas en la reducción del letargo institucional, sino de garantizar que la comunidad sea capaz de administrar operativamente la infraestructura una vez que esta es entregada por el Estado. Bajo el marco normativo de la Ley N° 20.998, los comités y cooperativas tienen el mandato de ser técnica y financieramente autosustentables (Ministerio de Obras Públicas [MOP], 2017). Sin embargo, históricamente, uno de los mayores causantes del abandono

de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) en zonas rurales ha sido la deficiente estructuración de tecnologías que resultan incapaces de ser solventadas a través de la tarifa mensual (Homsí Auchén, 2024b).

Frente a la tramitación convencional, donde el Estado o las consultoras externas suelen privilegiar diseños de tecnologías mecanizadas estándar (como los lodos activados por aireación extendida), las comunidades rurales se ven expuestas a asumir altísimos Costos de Operación y Mantenimiento (OPEX). Estas opciones convencionales poseen una fuerte dependencia de energía eléctrica ininterrumpida y requieren personal calificado para su control, lo que dispara los costos fijos y vuelve la tarifa prohibitiva para poblaciones en situación de vulnerabilidad o rezago económico (Ángel y Torres, 2022; Barraza Patuelli, 2022).

Es en esta dimensión donde el Convenio de Gobernanza propuesto demuestra un gran impacto, al radicar la formulación de la ingeniería en la academia, el modelo incorpora metodologías avanzadas de toma de decisiones antes de definir el proyecto. Como se evidenció en la evaluación estratégica de este estudio, la academia utiliza el Proceso de Análisis Jerárquico (Saaty, 1977) y la modelación del Costo Anual Equivalente (CAE) exigido por el Sistema Nacional de Inversiones (MIDESO, 2025), para someter las alternativas tecnológicas a un escrutinio que equilibra variables económicas, técnico-operativas y ambientales.

Los resultados de esta evaluación, aplicados empíricamente al caso de saneamiento en la localidad de El Molle, demostraron que la academia prioriza el uso de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN). Específicamente, el análisis jerárquico determinó que la implementación de Humedales Artificiales (Sistemas Wetland) constituye la opción de mayor rentabilidad social y operativa para el territorio. Al basar la depuración de las aguas servidas en la actividad radicular de especies macrófitas y en el escurrimiento por gravedad, el sistema elimina casi por completo la necesidad de motores de aireación e insumos químicos costosos (Marchant et al., 2024).

En síntesis, este resultado demuestra que la integración de la universidad como articulador técnico no solo optimiza los tiempos de diseño, sino que genera un impacto directo en la sostenibilidad financiera del comité. Al seleccionar

soluciones de bajo OPEX, el modelo académico asegura desde su génesis que la tarifa resultante sea socialmente pagable, protegiendo a la comunidad rural de heredar infraestructuras incosteables y consolidando la efectividad de la política pública hídrica a largo plazo.

8 CONCLUSIONES

La investigación permitió evaluar de forma integral la gestión de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) en las localidades de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle, confirmando que la integración del conocimiento científico-técnico emanado desde la academia es una herramienta viable y necesaria para resolver sus problemas de diseño, operación y administración, evidenciando empíricamente que el mayor obstáculo para el saneamiento rural en la Provincia de Elqui, no radica exclusivamente en las carencias tecnológicas o presupuestarias, sino en los prolongados tiempos de respuesta institucional. A partir del análisis desarrollado, se establecen las siguientes conclusiones:

Validación experta de la lentitud de los procesos institucionales y la brecha de gestión: El diagnóstico empírico de esta investigación, fundamentado en la aplicación de un instrumento de evaluación (escala de Likert) a profesionales y actores clave del sector, permitió comprobar de manera unánime la urgencia de reestructurar la gestión de los SSR. Los resultados confirmaron que el 100% de los expertos consultados identifica la burocracia y los tiempos de tramitación estatal como el principal obstáculo para la materialización de soluciones (Afirmación 10). Del mismo modo, la consulta validó de manera concluyente que existe una desconexión institucional que debe ser subsanada (Afirmación 9) y que la academia posee el respaldo técnico y social para asumir un rol activo y continuo en el apoyo a estas comunidades (Afirmación 7). Por lo tanto, se concluye que el modelo de gobernanza propuesto no responde a una suposición teórica, sino a una necesidad crítica y validada por los propios gestores del recurso hídrico en el territorio.

El rol articulador y técnico de la Academia: Quedo en evidencia que las instituciones del Estado (como la DOH) carecen de la capacidad técnica y operativa suficiente para evaluar y diseñar simultáneamente todos los requerimientos de ingeniería de detalle en los SSR. La universidad posee las herramientas para absorber esta brecha; sin embargo, se concluye que, para evitar que los estudios académicos queden archivados, deben generarse desde su inicio en sintonía con

los Requisitos de Información Sectorial (RIS) y los estándares del Sistema Nacional de Inversiones (SNI).

Viabilidad técnica y metodológica frente a la crisis hídrica: El trabajo demostró que las problemáticas operativas de las localidades tienen soluciones factibles, avaladas por el Estado del Arte, pero que requieren vías de tramitación estratégica diferenciadas. En Los Trigales de Guanaqueros, el déficit de presiones y velocidades fuera de norma, provocado por el crecimiento poblacional irregular, exige una intervención catalogada como Conservación y Mejoramiento. Al modelar la red en EPANET, se evidenció que la optimización de la infraestructura existente solucionaría los problemas operativos, siendo una iniciativa de rápida tramitación bajo la normativa NIP 2026 (Ministerio de Hacienda y MIDESO, 2026) sin requerir el ciclo completo de evaluación social profunda. En El Molle, la ausencia total de un sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas requiere la Instalación de un Nuevo Servicio. A través de la evaluación estratégica multicriterio (Matriz de Saaty), se concluyó que las Soluciones Basadas en la Naturaleza, específicamente los Humedales Artificiales, representan la alternativa óptima frente a los lodos activados. Esta tecnología garantiza el cumplimiento ambiental para descargas en el Río Elqui reguladas por el Decreto Supremo 90/2000 (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN], 2001) y protege la viabilidad tarifaria de la comunidad gracias a su bajo costo de operación y mantenimiento (OPEX).

La investigación ratifica en el territorio lo advertido por la literatura, evidenciando que el saneamiento rural enfrenta una crisis estructural agudizada por la escasez hídrica y el fenómeno de la “nueva ruralidad” (Barraza Patuelli, 2022; Ovies, 2022). Tal como indicaba el Estado del Arte, se corroboró de forma unánime por los actores clave que existe una severa fragmentación institucional. Esta desconexión perpetúa el letargo administrativo descrito por Ovies (2022), manteniendo a los proyectos en un velo de incertidumbre con tiempos de tramitación que fluctúan entre los 4,5 y 6 años.

Reducción efectiva de los tiempos de tramitación y optimización de la sostenibilidad financiera: En congruencia con los resultados obtenidos en la evaluación de los tiempos de respuesta institucional, se concluye que el modelo de gobernanza tripartito propuesto actúa efectivamente como un “atajo institucional”. Al incorporar los expedientes técnicos emanados desde la academia, se elimina la necesidad estatal de licitar diseños externos, logrando reducir los tiempos de tramitación en un 50% aproximadamente. Paralelamente, la inserción de la universidad asegura la viabilidad a largo plazo de los SSR; al aplicar metodologías rigurosas de jerarquización para seleccionar tecnologías de bajo OPEX (como los Humedales), se protege a los comités de heredar infraestructuras financieramente incosteables, garantizando la sustentabilidad económica del modelo.

Estandarización de la ingeniería que aporta la academia como herramienta de política pública: La investigación demostró que no basta con que la universidad genere conocimiento avanzado; este debe ser traducido y/o adaptado a como lo solicita y valida el Estado. A través de la aplicación metodológica, se concluye que es plenamente factible transformar la ingeniería conceptual y de detalle contenida en las memorias de título (como las de Los Trigales de Guanaqueros y El Molle) en Carpetas Ex Ante (o parten de ellas) que cumplan rigurosamente con las Normas, Instrucciones y Procedimientos (NIP 2026) del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO). Esta estandarización metodológica es el eslabón que permite que los trabajos académicos dejen de ser documentos que solo se puedan guardar en bibliotecas y/o sirvan como material de consulta y se conviertan en expedientes técnicos vinculantes, capaces de ingresar directamente al Banco Integrado de Proyectos (BIP) y sortear con éxito las exigencias de la ventanilla única gubernamental que existe para este tipo de proyectos.

A pesar de existir una gran potencialidad en las capacidades de desarrollo y aplicación de ingeniería civil en la formación académica, el problema radica en la falta de activación de mecanismos que vinculen de manera efectiva a las universidades con los organismos públicos responsables de la infraestructura.

Generar esta vinculación produce beneficios simultáneos: las universidades obtienen espacios reales para prácticas, tesinas e investigación aplicada fortaleciendo la Vinculación con el Medio de la institución que es un requisito importante en la acreditación institucional de la misma, mientras que el Estado incrementa su capacidad técnica para desarrollar estudios, catastros, diagnósticos y diseños preliminares, reduciendo las brechas de información que suelen retrasar la inversión.

Perspectiva de Implementación Territorial: La ejecución de un programa piloto de esta envergadura desde la Universidad de La Serena representa el escenario ideal para materializar esta integración. El fuerte arraigo territorial de la institución permite cruzar la ingeniería con la intervención social comunitaria y administrativa necesaria para fortalecer a las directivas de los comités y los catastros de sus sistemas sanitarios. De esta forma, el Estado optimiza sus recursos de pre-inversión, la academia robustece su vinculación con el medio, y las comunidades logran una gestión hídrica resiliente y sostenible.

Sostenibilidad y simetría de incentivos: Se concluye que el éxito y la sostenibilidad de la Gobernanza Tripartita propuesta radican en la simetría de sus incentivos de mutuo beneficio, donde la DOH optimiza sus recursos de preinversión resolviendo de forma gradual la brecha catastral del 90% de los sistemas sanitarios rurales de la región, y la Universidad de La Serena robustece su acreditación, en lo que respecta a la Vinculación con el Medio, donde al mismo que ofrece una vía formal de progresión funcionaria a sus académicos. Esto último se sostiene en que recientemente en la Universidad de La Serena, se aprobó una nueva carrera académica, la cual permite que los académicos puedan elegir su línea de progresión entre la línea de investigación y la línea de la docencia y la vinculación con el medio.

Viabilidad de implementación secuencial: Se concluye que un despliegue estructurado por fases (Catastro – Focalización de trabajo técnico en sistemas sanitarios rurales menores - Ingeniería básica) es una estrategia viable y de acción

inmediata para destrabar el saneamiento rural en la región de Coquimbo, permitiendo que la academia actúe como un facilitador que genera la información base (carpetas ex ante, o bien parte de ellas) requerida para la inversión pública bajo estándares de la Ley N° 20.998.

9 RECOMENDACIONES APLICADAS/PROFESIONALES

A partir del diagnóstico empírico y las conclusiones derivadas de la presente investigación, resulta imperativo trascender el análisis netamente académico para formular un plan de acción concreto, viable y con impacto territorial. Habiendo comprobado que el principal obstáculo para el desarrollo de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) en la Provincia de Elqui radica en la brecha técnica y en un profundo letargo institucional, este capítulo presenta algunas directrices estratégicas orientadas directamente a la toma de decisiones.

De acuerdo con el Estado del Arte, la seguridad hídrica moderna no se alcanza únicamente mediante la inyección de infraestructura, sino a través del fortalecimiento de la gobernanza descentralizada y las capacidades locales. En este sentido, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos establece dentro de sus Principios de Gobernanza del Agua la necesidad de *“promover una sólida interfaz científico-normativa para contribuir a una mejor gobernanza y reducir la brecha entre los descubrimientos científicos y las prácticas de gestión del agua”*. En la misma línea, el diagnóstico nacional reconoce explícitamente la debilidad en la coordinación institucional, recomendando impulsar la participación local y aprovechar las capacidades técnicas existentes para fortalecer a las organizaciones de usuarios.

En sintonía con lo anterior, las siguientes recomendaciones se estructuran bajo una visión profesional, aplicada, personal y de acuerdo algunos escenarios, asumiendo que el conocimiento generado en casos de estudio como Los Trigales de Guanaqueros y El Molle no debe quedar reducido a un ejercicio teórico, sino traducirse en políticas operativas. Para lograr la materialización del saneamiento rural en un contexto de crisis climática y exigencias normativas impuestas por la Ley N° 20.998 (Ministerio de Obras Públicas [MOP], 2017), las propuestas que se detallan a continuación han sido diseñadas para articular a los tres actores fundamentales del ecosistema hídrico. Existen experiencias empíricas a nivel nacional que respaldan la viabilidad de institucionalizar esta articulación, un referente directo es la Política de Desarrollo y Sostenibilidad Hídrica de la Región de Valparaíso, donde existe un Consejo Consultivo de Expertos que integró

formalmente a los académicos e investigadores de las instituciones de educación superior y los centros de investigación de la región, orientando técnica y científicamente la priorización de la inversión pública del Estado.

Como recomendación profesional y para materializar este enfoque a nivel local y presentar una propuesta ante la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), las Asociaciones de SSR y el Gobierno Regional, se propone la creación de un Consejo Regional de Vinculación para la Gestión de los SSR, sustentado en tres líneas de acción permanentes:

- Banco de Desafíos SSR: Problemas reales levantados directamente por los comités y cooperativas.
- Programa de Ingeniería Aplicada Universitaria: Prácticas, investigaciones y tesinas (desarrollo de catastros, ingeniería básica y de detalle).
- Mesa de Validación Técnica DOH–Universidad–SSR: Instancia para transformar de forma expedita los resultados académicos en proyectos ejecutables y financiables.

La ejecución de un programa piloto de esta envergadura desde la Universidad de La Serena representa el escenario ideal para materializar esta integración. El fuerte arraigo territorial de la institución permite cruzar la ingeniería dura con la intervención social comunitaria y administrativa necesaria para fortalecer a las directivas de los comités. De esta forma, el Estado optimiza sus recursos de preinversión, la academia robustece su vinculación con el medio, y las comunidades logran una gestión hídrica resiliente y sostenible. De esta manera, las recomendaciones abordarán acciones específicas a nivel de gobernanza institucional, aplicación de nuevas tecnologías y ajustes metodológicos en la formulación de proyectos, buscando consolidar el modelo de gobernanza tripartita validado en este estudio y garantizar la resiliencia sanitaria del mundo rural.

Para asegurar el éxito y la escalabilidad de esta propuesta, se desprenden las siguientes recomendaciones de aplicación específicas a ser aplicadas:

1. Al aparato estatal y sectorial (como ente normativo, evaluador y financista - DOH, SISS, MIDESO):

- **Estandarización y Validación:** Se recomienda a la DOH y a MIDESO generar un instructivo o circular formal que reconozca los expedientes técnicos elaborados por universidades públicas y privadas como “antecedentes técnicos válidos”, siempre que se ajusten a los requerimientos de las Normas, Instrucciones y Procedimientos (NIP 2026).

- **Fomento a las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN):** Se sugiere flexibilizar y priorizar en el Sistema Nacional de Inversiones (SNI) aquellos proyectos rurales que incorporen tecnologías de bajo costo operacional (OPEX), como los Humedales Artificiales, reconociendo su rentabilidad social para evitar la insolvencia de los comités.

2. A la academia (como soporte técnico y articulador de innovación):

- **Alineación Curricular:** Se recomienda que los departamentos de ingeniería alineen los formatos de sus trabajos de titulación e investigaciones aplicadas con los requerimientos del Banco Integrado de Proyectos (BIP), transformando el conocimiento teórico en contenido clave e importante para las carpetas de preinversión.

3. A las directivas y comunidades de los SSR (como gestores y operadores finales del recurso):

- **Fortalecimiento Gremial:** Se recomienda a las directivas fortalecer sus Asociaciones Provinciales o Uniones Comunales. La asociatividad otorga mayor peso político para exigir la firma de convenios de colaboración con las universidades, permitiendo a las comunidades dejar de ser receptores pasivos de la burocracia para convertirse en gestores activos de su desarrollo sanitario.

Ahora y como recomendación por escenarios, sería importante considerar la instauración de manera prioritaria el programa piloto de la Gobernanza Tripartita, considerando un despliegue por fases sugerido por la Subdirección de Servicios

Sanitarios Rurales de la región de Coquimbo, priorizando el financiamiento y apoyo de memorias de título destinadas al levantamiento catastral que necesitan el 90% de los sistemas de la región que no poseen información actualizada de sus sistemas. Una vez finalizados los trabajos necesarios para actualizar los catastros sanitarios, y en el corto plazo, se deben focalizar los recursos financieros y humanos para colaborar en lo que requieran exclusivamente en los comités rurales menores que se encuentran marginados del mercado técnico y con poca disponibilidad de recursos propios para financiar los trabajos necesarios para el mejoramiento de sus sistemas sanitarios.

Finalmente, y como recomendación personal, sería importante que esta propuesta de Gobernanza Tripartita se pueda replicar en el resto de las regiones de nuestro país, dado que en cada una de ellas hay instituciones de educación superior que puedan asumir la responsabilidad de aportar con su conocimiento y habilidad para trabajar de forma conjunta con la Dirección de Obras Hidráulicas para mejorar la gestión en el mejoramiento de los servicios sanitarios rurales.

10 BIBLIOGRAFIA

- Aguas Nuevas. (2020). Proyectos de Investigación y Gobernanza: Tesis desarrolladas en elaboración. Gerencia de Ingeniería AN.
- Almuktar, S. A. A. N., Abed, S. N., & Scholz, M. (2018). Wetlands for wastewater treatment and subsequent recycling of treated effluent: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 23595–23623.
- Álvarez-Garreton, C., Boisier, J.P., Blanco, G., Billi, M., Nicolas-Artero, C., Maillet, A., Aldunce, P., et al. (2023). Seguridad Hídrica en Chile: Caracterización y Perspectivas de Futuro. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2).
- Amulén. (2019). El estado del agua en Chile: brechas y desafíos en la provisión de agua potable en áreas rurales.
- Ancán Llancao, G. (2023). Mejoramiento sistema APR Cerrillos de Tamaya, comuna de Ovalle, provincia del Limarí [Memoria de título, Universidad de Chile].
- Andreo-Martínez, P., García-Martínez, N., & Almela, L. (2017). Domestic wastewaters reuse reclaimed by an improved horizontal subsurface-flow constructed wetland: A case study in the southeast of Spain. *Bioresource Technology*, 233, 236–246.
- Ángel Valdivia, A. D., y Torres Campusano, F. R. (2022). Diseño del sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas para la localidad rural de El Molle, comuna de Vicuña, provincia de Elqui [Memoria de título, Universidad de La Serena].
- Arenas Yáñez, T. (2025). Lectura e Interpretación de Estados Contables [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Finanzas y Desarrollo de Negocios, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Banco Mundial. (2021). Informe sobre información subsectorial de los recursos hídricos en Chile (Documento de trabajo citado en Ovies, 2022).
- Barraza Patuelli, J. (2022). Análisis de la dimensión humana asociada a la implementación de la ley que regula los Servicios Sanitarios Rurales (Ley 20.998, del Ministerio de Obras Públicas, 2017) [Tesis de pregrado, Universidad de Concepción].
- Boso, À., Millán, M. F., & Sánchez Galvis, L. K. (2023). Gobernanza comunitaria de sistemas de agua potable rural en un contexto highly privatizado: reflexiones a partir de caso de estudio en La Araucanía, Chile. *Agua y Territorio*.
- Boso, À., Sánchez Galvis, L. K., & equipo LEQUIA. (2023). Gobernanza comunitaria de sistemas de agua potable rural en un contexto altamente privatizado. *Agua y Territorio*.
- Bravo Fortune, M. (2025). Innovación y Gestión de Proyectos [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Innovación y Gestión de Proyectos, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.

- Buchade, G., Teli, S. N., Yakkundi, V., & Mulgund, G. V. (2016). A Six Sigma Approach to Water Savings. [S.n.]. (Nota: Como el documento es un artículo pero no indica revista exacta en el extracto, se cita como documento de trabajo/conferencia en base a la información disponible).
- Carvallo González, C. (2025). Gestión de Calidad Total (TQM) y Excelencia Operacional (Lean Thinking) [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Sistemas de Gestión, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Chibbaro, A. (2025). Diagnóstico: Las proyecciones de cambio climático [Diapositivas de PowerPoint]. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Chow, V. T. (1959). Open-channel hydraulics. McGraw-Hill.
- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1987). Nuestro Futuro Común: Informe de la Comisión Brundtland. Organización de las Naciones Unidas.
- Computers and Structures Inc. [CSI]. (2020). SAP2000: Integrated software for structural analysis and design (Version 22.0.0) [Software de computación]. Berkeley, CA.
- Delorit, J., Gonzalez Ortuya, E. C., & Block, P. (2017). Evaluation of model-based seasonal streamflow and water allocation forecasts for the Elqui Valley, Chile. Hydrology and Earth System Sciences Discussions. <https://doi.org/10.5194/hess-2017-58v>.
- Dirección de Obras Hidráulicas [DOH]. (2025). Avances: Tarifas SSR y procesos de visación técnica [Diapositivas de PowerPoint]. Ministerio de Obras Públicas.
- Dirección General de Aguas. (2019). Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Donoso, G. (2020). Análisis de los tiempos de tramitación del Programa de Agua Potable Rural (PAPR) (Estudio citado en Ovies, 2022).
- Duarte Vera, A. E., Vanhulst, J., & Letelier Araya, E. A. (2022). Análisis histórico y normativo de los Sistemas de Agua Potable Rural en Chile. Universidad Católica del Maule.
- Duarte-Vera, A. E., Vanhulst, J., & Letelier Araya, E. A. (2022). Tensiones de la gobernanza comunitaria de servicios sanitarios rurales en territorios periurbanos (Chile). Revista Urbano, 24(44), 112-121.
- Fundación Chile. (2018). Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Escenarios Hídricos 2030.
- Fundación Chile. (2019). Transición hídrica: El futuro del agua en Chile. Escenarios Hídricos 2030.
- Gaete Rojas, J. I. (2025). Crisis Climática. Análisis de factores de riesgo en salud asociados a variables climáticas en Servicios Sanitarios Rurales de la región del Biobío [Habilitación profesional, Universidad de Concepción].

- García-Ubaque, C. A., Vaca-Bohórquez, M. L., & García-Ubaque, J. C. (2014). Sanitario seco: una alternativa para el saneamiento básico en zonas rurales. *Revista de Salud Pública*, 16(4), 629-638.
- Global Water Partnership [GWP]. (2019). Gestión Integrada de Recursos Hídricos: Definiciones, alcances y pilares para la gobernanza hídrica en cuencas. GWP Technical Papers.
- Gobierno Regional de Coquimbo. (2021). Plan de Crisis Hídrica (Anexo 2: Emergencia Hídrica y Apoyo Social). División de Planificación y Desarrollo Regional (DIPLADE).
- Gobierno Regional de Valparaíso. (2018). Lineamientos estratégicos de política pública e iniciativas para el desarrollo y sostenibilidad hídrica de la Región de Valparaíso.
- Gómez, F., & Erices, S. (2023). Significados de la gobernanza del agua potable rural para el desarrollo local. *Revista Perspectivas*, 41.
- Gómez, M., & Erices, L. (2023). Gobernanza del agua potable rural: Desigualdades y desafíos institucionales. *Revista Perspectivas*, 41.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Investigación de Operaciones* (10ª ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill.
- Homsí Auchen, J. (2024a). Criterios de diseño tecnologías PTAS. *Krisol Ingeniería Ambiental*.
- Homsí Auchen, J. (2024b). Valorización de sistemas de tratamiento de aguas servidas: Localidades menores a 5.500 hab. *Krisol Ingeniería Ambiental*.
- Ibacache Urrutia, P. F., y Velásquez Castro, M. P. (2022). Análisis del sistema de producción y distribución de agua potable del servicio sanitario rural Los Trigales de Guanaqueros [Memoria de título, Universidad de La Serena].
- Instituto Nacional de Normalización [INN]. (2006). NCh2811.Of2006: Trazados, atravesos y paralelismos de tuberías de agua potable y de alcantarillado, en redes públicas. Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Normalización [INN]. (2015). NCh691:2015: Agua potable - Conducción, regulación y distribución - Disposiciones generales. Santiago, Chile.
- Kresse Zamorano, A. (2024). Evolución del marco regulatorio y planificación estratégica en la industria sanitaria [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Regulación e Institucionalidad Sanitaria, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Krick, T., Forstater, M., Monaghan, P., & Sillanpää, M. (2005). El compromiso con los stakeholders: Manual para la práctica de las relaciones con los grupos de interés (Vol. 2). AccountAbility, United Nations Environment Programme, Stakeholder Research Associates.
- Madrid, M., & Aris, M. (2003). Eficiencia productiva y dinámica en la asignación del recurso hídrico (Conceptos de Gobernanza y Economía del Agua).

- Marchant, C., De la Vega, X., Vera-Puerto, I., Bravo, C., Belmonte, M., Urra, A., Tomasevic, J., Moris, G., Olave, J., Herrera, L., & Rodríguez-Jorquera, I. (2024). Humedales Depuradores: una Solución basada en la Naturaleza para el reúso de aguas residuales domésticas. Oportunidades y Desafíos desde la evidencia científica. Centro de Humedales Río Cruces Policy Brief N°1. <https://cehum.org/investigacion/>
- Martín-Vide, J. (2024). Evolución reciente de la precipitación en Chile y adaptación al cambio climático [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Gestión y Planificación de los Recursos Hídricos, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Mesa Nacional del Agua. (2020). Primer Informe de la Mesa Nacional del Agua. Gobierno de Chile.
- Millán Romero, M. (2025). Modelo de gestión de redes, SIG y telemetría [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Gestión de Redes, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia [MIDESO]. (2025). Metodología general para la formulación y evaluación de proyectos de inversión pública. Sistema Nacional de Inversiones, División de Evaluación Social de Inversiones, Gobierno de Chile.
- Ministerio de Educación. (2018). Ley N° 21.091 sobre Educación Superior. Diario Oficial de la República de Chile.
- Ministerio de Hacienda & Ministerio de Desarrollo Social y Familia [MIDESO]. (2026). Normas, Instrucciones y Procedimientos (NIP) para el Proceso de Inversión Pública. Sistema Nacional de Inversiones. Gobierno de Chile.
- Ministerio de Obras Públicas [MOP]. (2017). Ley 20.998: Regula los servicios sanitarios rurales. Diario Oficial de la República de Chile.
- Ministerio de Obras Públicas [MOP]. (2020). Decreto 50: Reglamento de la Ley N°20.998, que regula los servicios sanitarios rurales. Diario Oficial de la República de Chile.
- Ministerio del Interior. (1991). Ley N° 19.175 Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional. Diario Oficial de la República de Chile.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (2001). Decreto Supremo N° 90: Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Diario Oficial de la República de Chile.
- Montenegro, S., Aranda, J., & otros. (2018). Marco jurídico del agua potable rural. (Documentos de estudio).
- Nelson-Nuñez, J. (2019). Obligaciones de transferencia de información y preparación de balances en organizaciones de APR (Documento citado en Barraza Patuelli, 2022).

- Nicolas-Artero, C. (2016). Las organizaciones comunitarias de agua potable rural en América Latina: un ejemplo de economía substantiva. *Polis Revista Latinoamericana*, 45, 165-189.
- Nicolas-Artero, C. (2019). Las organizaciones comunitarias de agua potable rural en América Latina: un ejemplo de economía substantiva. *Polis Revista Latinoamericana*.
- OCDE. (2015). Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE.
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico [OCDE]. (2015). Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2016). Gobernanza del Agua en las Ciudades (Extractos referentes a infraestructura de agua y Programa APR). OECD Publishing.
- Ortega, J. (2025). Eficiencia Hídrica en el Sector Agrícola de Chile [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Sistemas de Gestión, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Ovies, M. (2022). Análisis de la ley 20.998 sobre los servicios sanitarios rurales: brechas y desafíos [Trabajo de titulación].
- Peña Carter, P. (2025a). Eficiencia operativa en sanitarias y gestión de recursos hídricos [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Sistemas de Gestión, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Peña Carter, P. (2025b). Programa del Módulo Sistemas de Gestión (MWM 530) [Programa de estudios]. Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Pineda Contreras, C. C. (2023). Propuesta de indicadores en la implementación de un Plan de Seguridad del Agua y un Plan de Seguridad del Saneamiento en los Servicios Sanitarios Rurales en la región del Biobío [Habilitación profesional, Universidad de Concepción].
- Poljak, D. (s.f.). Identification of lean and green wastes in a water supply organization and their impact on water losses in water supply systems. [S.n.].
- Quiñonez Zúñiga, C., & Laverde Urrea, L. E. (2019). Construcción participativa de modelos de negocios en organizaciones rurales. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 21(3), 776-794.
- Rossman, L. A. (2000). EPANET 2: Users Manual. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.
- Rubio Romero, P., Castro Moreno, H., & Madrid Aris, M. (2024). Gobernanza y Economía del Agua A y B [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Gobernanza y Economía del Agua, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281.

- Schuster Olbrich, J. P. (2017). 50 años de Programa de Agua Potable Rural en Chile: Un análisis institucional y normativo en el marco de la reforma del sector [Tesis de Magíster, Pontificia Universidad Católica de Chile].
- Schuster Tapia, J. P. (2017). El modelo de gestión comunitaria del agua potable rural en Chile: contexto institucional, normativo e intenciones de reforma.
- Stehr, A., et al. (2019). Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático. Informe de la mesa Agua. Santiago: Comité Científico COP25.
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo [SUBDERE]. (2024). Lineamientos para la postulación de proyectos sanitarios y saneamiento básico. Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Gobierno de Chile.
- Taha, H. A. (2012). Investigación de Operaciones (9ª ed.). Ciudad de México, México: Pearson.
- Valdés-Pineda, R., Pizarro, R., Garcia-Chevesich, P., Valdés, J. B., et al. (2014). Water governance in Chile: Availability, management and climate change. *Journal of Hydrology*, 519, 2538-2567.
- Viera, O. (2025). Gestión de Activos en la Industria Sanitaria [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Sistemas de Gestión, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Wang, T., Luo, Z., Gao, M., Tang, J., & Zhu, B. (2019). Ecological ditch system for nutrient removal of rural domestic sewage in the hilly area of the Central Sichuan Basin, China. *Journal of Hydrology*, 570, 839–849.

11 WEBGRAFIA

- Gobierno Regional de Coquimbo. (2025, 15 de julio). Se consolida plan estratégico para enfrentar crisis hídrica en la región. <https://www.gorecoquimbo.cl/se-consolida-plan-estrategico-para-enfrentar-crisis-hidrica-en-la-region/gorecoquimbo/2025-07-15/102152.html>
- Ministerio de Obras Públicas [MOP]. (2017). Ley 20998: Regula los servicios sanitarios rurales. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1100197>
- Ministerio de Obras Públicas [MOP]. (2020). Decreto 50: Reglamento de la Ley N°20.998, que regula los servicios sanitarios rurales. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1150826>
- Río Elqui. (2025). Invierno 2025: reservas mínimas y baja proyección de lluvias confirman escenario hídrico crítico en la Región de Coquimbo. <https://www.rioelqui.cl/invierno-2025-reservas-minimas-y-baja-proyeccion-de-lluvias-confirman-escenario-hidrico-critico-en-la-region-de-coquimbo/>
- Sistema Nacional APR. (s.f.). Tecnología en la gestión del agua rural en Chile: un cambio necesario. <https://www.sistemanacionalapr.com/blog/tecnologia-gestion-agua-rural-chile-cambio-necesario>
- Universidad de Chile. (2024). Especialistas plantean medidas frente a la crisis hídrica en Coquimbo. <https://uchile.cl/noticias/213191/especialistas-plantean-medidas-frente-a-la-crisis-hidrica-en-coquimbo>

12 GLOSARIO Y ACRÓNIMOS

I. ACRÓNIMOS

BIP (Banco Integrado de Proyectos): Plataforma informática del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) administrada por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, diseñada para registrar, evaluar, priorizar y realizar el seguimiento físico y financiero de las iniciativas de inversión pública en Chile (MIDESO, 2026).

CAPEX (Capital Expenditures / Inversiones de Capital): Recursos financieros asignados por el Estado para el diseño, mejoramiento e infraestructura física de captación, almacenamiento o distribución hídrica en zonas rurales, cuya formulación técnica está normada por metodologías de inversión pública (MIDESO, 2025).

CNA (Comisión Nacional de Acreditación): Agencia pública autónoma encargada de evaluar, acreditar y garantizar la calidad de las instituciones de educación superior en Chile, estableciendo la Vinculación con el Medio como una dimensión obligatoria para la acreditación institucional (Ministerio de Educación, 2018).

CORE (Consejo Regional): Órgano colegiado de carácter resolutivo que, en conjunto con el Gobernador Regional, integra el Gobierno Regional en Chile. Su función principal es aprobar los planes, reglamentos, estrategias de desarrollo y la distribución de los recursos financieros públicos regionales, principalmente los provenientes del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) (Ministerio del Interior, 1991).

CPM (Critical Path Method / Método de Ruta Crítica): Algoritmo matemático enfocado en la planificación y control de proyectos, utilizado metodológicamente para calcular la secuencia de actividades con menor holgura que determina la duración total y el camino crítico del cronograma del estudio (Hillier & Lieberman, 2015).

CRV (Consejo Regional de Vinculación): Espacio formalizado de gobernanza tripartita propuesto en el Capítulo 9 de este estudio, diseñado para coordinar de manera permanente la planificación de preinversión pública entre el Gobierno Regional, las universidades del territorio y las asociaciones de Servicios Sanitarios Rurales.

DAA (Derecho de Aprovechamiento de Aguas): Derecho real administrativo de carácter temporal que recae sobre las aguas terrestres, consistente en el uso y goce de ellas bajo las limitaciones de caudal y sustentabilidad que el Código de Aguas prescribe.

DGA (Dirección General de Aguas): Servicio público dependiente del Ministerio de Obras Públicas responsable de la planificación, fiscalización, constitución de

derechos y monitoreo de los recursos hídricos superficiales y subterráneos a nivel de cuencas en el territorio nacional.

DOH (Dirección de Obras Hidráulicas): Organismo técnico dependiente del Ministerio de Obras Públicas (MOP) de Chile, cuya misión es la planificación, diseño, construcción y mejoramiento de la infraestructura hídrica nacional, defensas fluviales y la asesoría técnica y administrativa del programa de Servicios Sanitarios Rurales (Ministerio de Obras Públicas, 2017).

EPANET: Software de simulación y modelación hidráulica de redes a presión desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA), empleado en el Capítulo 6 para proyectar dinámicamente el comportamiento de caudales y presiones en la red de Los Trigales a un horizonte de 20 años (Rossman, 2000).

F.H.M.C (Factor Horario Máximo de Consumo): Coeficiente multiplicador adimensional aplicado al caudal medio diario para estimar la demanda máxima en la hora de mayor consumo (fijado en 1,5 para la calibración del modelo de Los Trigales a las 12:00 PM) (INN, 2015).

FNDR (Fondo Nacional de Desarrollo Regional): Programa financiero de apoyo al desarrollo local y regional a través del cual el Gobierno Central de Chile transfiere recursos a los Gobiernos Regionales para la ejecución de proyectos de infraestructura pública, compensando desequilibrios territoriales y brechas sanitarias rurales (Ministerio del Interior, 1991).

GIRH (Gestión Integrada de Recursos Hídricos): Enfoque sistemático y coordinado para el desarrollo, asignación y monitoreo del agua, orientado a maximizar el bienestar económico y social de forma equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (Mesa Nacional del Agua, 2020).

IDI (Identificación de Iniciativa de Inversión): Código alfanumérico único e invariable asignado automáticamente por el Banco Integrado de Proyectos (BIP) para identificar, registrar y realizar el seguimiento financiero y físico de una iniciativa de inversión pública a lo largo de su ciclo de vida (NIP, 2026).

m.c.a. (Metros de Columna de Agua): Unidad de medida de presión hidráulica utilizada para verificar el cumplimiento del rango dinámico normativo en los nudos de la red de agua potable rural (SISS, 2009).

MIDESO (Ministerio de Desarrollo Social y Familia): Institución gubernamental chilena encargada del diseño y aplicación de políticas sociales, de la evaluación social de los proyectos de inversión pública ex ante y de la administración metodológica del Sistema Nacional de Inversiones (MIDESO, 2025).

NIP (Normas, Instrucciones y Procedimientos): Conjunto de directrices anuales dictadas por el Ministerio de Hacienda y el Ministerio de Desarrollo Social y Familia que regulan metodológica y administrativamente el proceso de formulación,

postulación y asignación presupuestaria de las iniciativas de inversión pública (MIDESO, 2026).

OPEX (Operational Expenditures / Gastos Operativos): Flujo de costos recurrentes requeridos para la correcta operación técnica, dosificación de reactivos, administración administrativa y mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento, los cuales deben ser autofinanciados por las comunidades rurales mediante tarifas (MIDESO, 2025).

PERT (Program Evaluation and Review Technique): Técnica probabilística de planificación aplicada a la gestión de operaciones que modela la variabilidad temporal de los plazos preinversionales mediante estimaciones temporales, facilitando el control de incertidumbres críticas en proyectos complejos (Taha, 2012).

PTAS (Planta de Tratamiento de Aguas Servidas): Infraestructura tecnológica sanitaria diseñada para la remoción y depuración de contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en los residuos líquidos domésticos, asegurando su descarga o reúso seguro (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2001).

PVC PN-10 (Policloruro de Vinilo, Presión Nominal 10 bar): Especificación técnica del material de las tuberías de la red de Los Trigales, seleccionada por su resistencia mecánica para soportar la presión estática y dinámica de diseño (75 mm a 110 mm de diámetro) (INN, 2015).

RATE (Resultado del Análisis Técnico Económico): Dictamen oficial emitido por los evaluadores sectoriales del Ministerio de Desarrollo Social y Familia que califica la condición técnica y económica de un proyecto postulado al financiamiento público (NIP, 2026).

RS (Recomendación Satisfactoria): Condición de RATE aprobatorio máximo otorgada por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, que certifica que un proyecto cumple con todos los requisitos para recibir financiamiento de ejecución regional (NIP, 2026).

SAP2000: Software de análisis estructural por elementos finitos empleado en la ingeniería de detalle de El Molle para verificar las deformaciones, esfuerzos y reacciones en los soportes de acero de la cañería de alcantarillado proyectada en el puente de la localidad (Computers and Structures Inc., 2020).

SbN (Soluciones Basadas en la Naturaleza): Acciones orientadas a proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible ecosistemas naturales o modificados, recomendadas en el Capítulo 9 para el saneamiento rural en Coquimbo debido a su alta eficiencia depurativa y viabilidad de costos operacionales (Marchant et al., 2024).

SH (Seguridad Hídrica): Posibilidad de acceso continuo al agua en cantidad y calidad adecuadas en el tiempo, garantizando el consumo humano, la salud de la población, el desarrollo socioeconómico y la preservación ecológica frente a las amenazas climáticas (Alvarez-Garretón et al., 2023).

SISS (Superintendencia de Servicios Sanitarios): Organismo fiscalizador del Estado chileno encargado de regular y controlar el cumplimiento de las normas de calidad, tarifas y continuidad de los servicios sanitarios y descargas de aguas residuales (SISS, 2009).

SSR (Servicios Sanitarios Rurales): Organizaciones comunitarias territoriales (comités o cooperativas) reguladas bajo el marco de la Ley N° 20.998, responsables de la producción y distribución de agua potable, además del saneamiento y tratamiento de aguas servidas en el sector rural chileno (Ministerio de Obras Públicas, 2017).

SUBDERE (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo): Organismo público chileno dependiente del Ministerio del Interior y Seguridad Pública encargado de coordinar, evaluar y promover políticas de descentralización y desarrollo territorial, administrando líneas de financiamiento complementarias para proyectos de saneamiento básico rural (SUBDERE, 2024).

TQM (Total Quality Management / Gestión de Calidad Total): Filosofía de gestión y administración sistémica orientada a la mejora continua de todos los procesos, recursos y servicios de una organización, involucrando activamente a todos los miembros de la institución para optimizar la eficiencia operativa, satisfacer plenamente las necesidades del usuario y eliminar sistemáticamente los desperdicios o ineficiencias (Carvallo González, 2025).

VcM / Vcm (Vinculación con el Medio): Función académica e institucional bidireccional y de carácter esencial de las instituciones de educación superior, destinada a co-diseñar y transferir conocimiento científico, técnico y metodológico hacia el territorio, respondiendo a brechas del entorno y enriqueciendo la docencia y la investigación aplicada (Rubio Romero et al., 2024).

II. GLOSARIO DE CONCEPTOS

Acreditación Institucional: Proceso obligatorio de evaluación y certificación al que se someten las instituciones de educación superior en Chile para asegurar la calidad de sus procesos académicos, donde la dimensión de Vinculación con el Medio (VcM) juega un rol determinante para el cuerpo docente y el financiamiento estatal (Ministerio de Educación, 2018).

Atajo Institucional: Estrategia aplicada de gestión hídrica y académica que optimiza la etapa preinversional pública mediante la homologación y estandarización de los trabajos de titulación universitaria bajo normativas de inversión del Estado, permitiendo el ingreso directo de carpetas técnicas al Banco

Integrado de Proyectos (BIP) y reduciendo el letargo burocrático en más de un 50% (Donoso, 2020).

Calibración Hidráulica: Proceso técnico de ajuste de los parámetros físicos de la red en EPANET (como reducir el coeficiente Hazen-Williams a $C=120$ debido a las incrustaciones internas) para aproximar las presiones simuladas a las presiones reales medidas in situ en terreno, logrando un margen de error menor al 8,5% (Rossman, 2000).

Carta Gantt: Herramienta de planificación y programación que representa de forma gráfica las barras de duración de las 16 actividades metodológicas frente a las 27 semanas de plazo calendarizado para el desarrollo del estudio, facilitando el seguimiento visual de avances e hitos de entrega del proyecto (Bravo Fortune, 2025).

Catastro Sanitario Regional: Levantamiento físico, geométrico y operativo de las redes de distribución existentes, indispensable para subsanar la brecha de información de más del 90% de los comités y cumplir con las exigencias de la Ley N° 20.998 (DOH, 2025).

Coeficiente de Rugosidad (C): Factor numérico adimensional empleado en la fórmula de Hazen-Williams para cuantificar la resistencia al flujo por fricción interna de la tubería, variando según el material y grado de envejecimiento o incrustaciones de la red (Hazen & Williams, 1920).

Consejo Regional de Vinculación: Órgano colegiado propuesto como plan piloto regional en Coquimbo para actuar como el catalizador administrativo del "atajo institucional", formalizando el ingreso prioritario de carpetas y proyectos universitarios estandarizados al Banco Integrado de Proyectos (BIP).

Cronograma de Actividades: Estructuración temporal y secuencial detallada del andamiaje sistémico de la investigación, el cual sincroniza las tareas de diagnóstico, modelación técnica, evaluación estratégica y validación multiactor para asegurar la viabilidad metodológica de la tesis (Bravo Fortune, 2025).

Definición Operacional: Conjunto de procedimientos y actividades metodológicas estandarizadas que detallan las operaciones y el instrumental técnico requeridos para medir, registrar e interpretar el comportamiento empírico de una variable de estudio.

Desarrollo Sostenible: Enfoque de administración de recursos que propone satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad técnica ni la disponibilidad hídrica de las futuras generaciones para cubrir sus propias necesidades hídricas y de saneamiento.

Escasez Hídrica: Condición de déficit prolongado y estructural de recursos de agua potable en una cuenca o territorio geográfico determinado, agudizada por los

efectos del cambio climático y la variabilidad climática interanual, la cual afecta la seguridad de las fuentes de captación (superficiales y subterráneas) y demanda la optimización de los sistemas de distribución rurales (Mesa Nacional del Agua, 2020).

Fase Metodológica: Cada una de las cuatro macro-etapas secuenciales e interconectadas (levantamiento teórico, diseño de la propuesta, aplicación y síntesis) que organizan lógicamente el cumplimiento progresivo de los objetivos específicos de la memoria (Peña Carter, 2025b).

Focalización Territorial: Criterio estratégico de asignación de recursos y soporte técnico universitario priorizado para comités rurales menores (Tipo 3), quienes al carecer de ingresos tarifarios suficientes no pueden costear ingeniería de detalle privada (DOH, 2025).

Gestión de Calidad Total (TQM): Enfoque metodológico de administración aplicada a la gestión hídrica que busca la excelencia a través del control estadístico de procesos, la planificación de la calidad y el mejoramiento continuo (Ciclo PHVA). En el contexto de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR), se utiliza como marco conceptual para estandarizar las operaciones hidráulicas, minimizar el agua no contabilizada y garantizar que la calidad del recurso cumpla consistentemente con la norma NCh409 (Carvallo González, 2025).

Gobernanza del Agua (o Gobernanza Hídrica): Conjunto de sistemas institucionales, regulatorios, políticos y de articulación multiactor mediante los cuales se formulan políticas públicas, se asignan derechos de agua y se gestiona operativamente el recurso y el saneamiento básico, promoviendo la equidad distributiva y el control ambiental (OECD, 2015).

Grifo de Incendio: Dispositivo de seguridad hidráulica conectado a la red de distribución pública destinado al abastecimiento de agua para el combate de siniestros, regulado bajo estándares de la norma NCh691 para operar con un caudal mínimo de 16 l/s a partir del año 10 en Los Triguales (INN, 2015).

Letargo Institucional (o Burocrático): Lapso de latencia administrativa e ineficiencia temporal que transcurre durante la tramitación, revisión y obtención de aprobaciones técnicas (RATE) de proyectos de inversión en el aparato estatal; en el caso de los proyectos sanitarios rurales en Chile, este letargo promedia el 56% del tiempo total del ciclo preinversional antes del inicio físico de las obras (Donoso, 2020).

Norma NCh409: Reglamento técnico oficial que establece los parámetros físicos, químicos, radiactivos y microbiológicos obligatorios que definen la calidad del agua potable para ser considerada apta para el consumo humano seguro en Chile (SISS, 2009).

Saneamiento Rural: Proceso sistémico que comprende la recolección, conducción, tratamiento y disposición o reúso seguro de las aguas residuales domésticas en asentamientos rurales de baja densidad, orientado a resguardar la salud pública de la población y la sustentabilidad ambiental de las cuencas receptoras (Ministerio de Obras Públicas, 2017).

Soluciones Basadas en la Naturaleza: Alternativas tecnológicas y de infraestructura verde (como los Humedales Depuradores) que imitan procesos ecológicos para depurar aguas residuales, recomendadas técnicamente para el saneamiento en El Molle dada su sustentabilidad tarifaria ex ante para las comunidades rurales (Marchant et al., 2024).

Stakeholders (o Partes Interesadas): Actores individuales, colectivos o institucionales que inciden en, o son afectados de manera directa o indirecta por, el ciclo de vida de un proyecto de ingeniería y gestión hídrica, abarcando desde las autoridades sectoriales (DOH, MIDESO) y la academia, hasta los dirigentes y usuarios de los Servicios Sanitarios Rurales (Krick et al., 2005).

Sujeto de Estudio (Los Trigales de Guanaqueros y El Molle): Localidades rurales seleccionadas como unidades hídricas territoriales de análisis para la investigación, caracterizadas operacional y demográficamente a partir de los antecedentes de las memorias de título desarrolladas en la Universidad de La Serena en el año 2022 (Angel y Torres, 2022; Ibacache y Velásquez, 2022).

Transformación: Innovación profunda, multidimensional e irreversible aplicada a los atributos fundamentales de los sistemas naturales y humanos (económicos, tecnológicos o sociales) como respuesta adaptativa ante crisis de escasez o cambio climático (Alvarez-Garreton et al., 2023).

Trazados, Atraviesos y Paralelismos: Disposiciones técnicas y distancias de seguridad normadas bajo la NCh2811 que regulan la instalación de tuberías de agua potable y alcantarillado, determinando que la red de agua potable debe posicionarse siempre sobre la de alcantarillado con una separación libre mínima de 0,30 m (INN, 2006).

13 ANEXOS

13.1 Anexo 1: Orden de las Ideas

CARACTERÍSTICAS DE LA IDEA DE LA TESINA o TRABAJO DE POSTGRADO	<p>Mejorar la gestión de los Servicios Sanitarios Rurales de la Provincia de Elqui en la Región de Coquimbo, respecto del apoyo técnico y logístico que puede entregar y compartir la academia para poder enfrentar los problemas que se presentan constantemente debido a la escasez hídrica que afecta la región.</p>
<p>Porque es una idea ORIGINAL, que es propia del alumno</p>	<p>Desde la academia se han desarrollado o presentado distintas soluciones técnicas a problemas que presentan distintos SSR (Servicios Sanitarios Rurales) que finalmente y por distintas razones quedan solo en un texto (Memoria de Título o Informe Técnico) y no se materializan, o bien, luego de un tiempo prolongado desde el propio SSR o a través del Gobierno Regional, se solicitan y entregan recursos que en cierta medida realizan el mismo trabajo desarrollado con anterioridad. Hasta ahora no se ha visualizado y/o materializado una gestión y/o metodología que permita formalizar el apoyo técnico que se entrega desde la academia, porque generalmente durante el primer semestre de cada año, distintas personas y/o asociaciones se acercan a pedir ayuda técnica para solucionar los distintos problemas a los cuales se ven afectados, o bien, para solicitar orientación respecto a cómo es posible apoyar o dirigir los diseños de los sistemas de saneamiento de una localidad.</p>
<p>Motivos personales o profesionales MOTIVACION por desarrollar el tema</p>	<p>La principal motivación para desarrollar este trabajo es poder apoyar la gestión de los SSR, para que las soluciones técnicas que necesiten para resolver los problemas que trae consigo la escasez de recursos hídricos y que puedan ser apoyadas desde la academia, puedan formar parte como antecedente técnico válido en la toma de decisiones por parte del propio SSR y que sean reconocidos por la DOH (Dirección de Obras Hidráulicas), la SISS (Superintendencia de Servicios Sanitarios) y el Gobierno Regional. De esta forma, con el apoyo que se entrega y se puede seguir entregando desde la academia, permite analizar y desarrollar soluciones técnicas factibles de ejecutar, además de fomentar la responsabilidad social, a los futuros profesionales que están en formación.</p>
<p>Objetivo es posible de lograr es un tema REALISTA o aplicado</p>	<p>Es un tema realista, porque se han entregado productos de forma aislada a algunos SSR y también a la DOH en el último tiempo, donde solo algunos (principalmente en la DOH) han podido seguir avanzando en la gestión de materializar la solución técnica de un SSR en particular. Por lo tanto se pueden revisar objetivamente los resultados de los diferentes aportes entregados, mediante la verificación si, en primer lugar, se materializaron considerando los productos entregados, y en segundo lugar si se respetaron las indicaciones y detalles entregados para cada solución.</p>

<p>Atractivo tema para la Gestión del Agua VINCULADO con el objetivo del magister del agua</p>	<p>Es un tema vinculado con el objetivo del magister, porque contribuirá con el desarrollo y mejoramiento en la operación y asociatividad de la asociación gremial de SSR de la provincia de Elqui, con el manejo y gestión de las distintas soluciones, además del apoyo técnico que requieren para poder resolver y encontrar soluciones en el menor plazo de ejecución posible.</p> <p>Las herramientas entregadas en sistemas de gestión, eficiencia hídrica, gestión de la captación y tratamiento del agua, gestión de la depuración y reutilización y la gestión de redes son fundamentales para poder ordenar y revisar las acciones y gestiones que se realizan habitualmente para materializar los mejoramientos de los sistemas sanitarios rurales que requieren para garantizar la continuidad y calidad del servicio.</p>
<p>El problema investigado servirá para RESOLVER un tema aplicado desde la PERSPECTIVA PROFESIONAL</p>	<p>Desde la perspectiva profesional, permite validar y/o incentivar el importante y válido aporte que puede y debe entregar la academia con el trabajo conjunto que pueden desarrollar académicos con el apoyo de estudiantes (que pueden desarrollar su trabajo de titulación, por ejemplo) para poder apoyar la resolución de las distintas dificultades en la gestión y operación de los distintos SSR de la Región.</p> <p>También permite vincular de forma más eficiente los distintos trabajos y esfuerzos que realizan los distintos actores involucrados en el desarrollo de soluciones a los distintos problemas y desafíos a los cuales se ven enfrentados los Servicios Sanitarios Rurales.</p>
<p>Otras características</p>	<p>Para la academia incorpora un valor agregado, dado que a través de los trabajos de titulación que se pueden desarrollar para los distintos problemas que presentan los SSR, valora y fortalece la Vinculación con el Medio que es un criterio muy importante que influye en la acreditación de las instituciones de educación superior. En paralelo los informes técnicos que entregan los académicos, que apoyan también a los distintos actores involucrados (SSR, DOH, SISS y Gobierno Regional), fortalecen la extensión de la academia hacia el territorio local.</p>

13.2 Anexo 2: Review bibliográfico

N°	Citas	Descriptor
LECTURAS FUNDAMENTALES		
1	Ibacache y Velásquez (2022)	"Análisis del sistema de producción y distribución de agua potable del servicio sanitario rural Los Trigales de Guanaqueros".
2	Angel y Torres (2022)	"Diseño del sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas para la localidad rural de El Molle, comuna de Vicuña".
3	Ministerio de Obras Públicas (2017)	"Ley 20.998: Regula los servicios sanitarios rurales. Obligatoriedad de licencias de operación indefinidas y marco de fiscalización de la SISS".
4	Barraza Patuelli (2022)	"Análisis de la dimensión humana... Los directorios carecen de conocimientos sociotécnicos y legales para cumplir exigencias punitivas".
5	Quiñonez & Laverde (2019)	"El flujo de información con dirigentes debe darse en igualdad de condiciones, adaptando herramientas sin imponer visiones corporativas".
6	(Rubio Romero et al., 2024)	"El desafío económico para la sostenibilidad de los SSR implica lidiar con conductas de captura de rentas (rent-seeking) y el problema de los free-riders".
7	(Rubio Romero et al., 2024)	"La gobernanza debe sustentarse en redes colaborativas (comunidades de práctica) y en la Vinculación con el Medio impulsada por la academia".
8	(Bravo Fortune, 2025)	"Utilización de la Matriz FODA para cruzar las debilidades operativas de los comités con las oportunidades del entorno (estrategias FO)".
LECTURAS ESPECÍFICAS		
9	Schuster Tapia (2017)	"El modelo de gestión comunitaria... el Estado proveyó infraestructura y delegó la administración, generando un limbo institucional tras la privatización urbana".
10	Ovies (2022)	"El letargo burocrático genera un velo de incertidumbre; los tiempos de tramitación de proyectos varían entre 10 a 20 años desde su concepción".
11	Donoso (2020)	"El 56% del tiempo de proyectos PAPR corresponde solo a plazos de tramitación administrativa y apenas el 44% a ejecución de obras".
12	OCDE (2016)	"La insuficiencia de datos obstaculiza la eficiencia de inversiones. Recomendación análisis multicriterio ajustados a la realidad rural".
13	Mesa Nacional del Agua (2020)	"El Estado reconoce explícitamente una profunda fragmentación institucional y una crítica falta de investigación e información pública".
14	Valdés-Pineda et al. (2014)	"La gobernanza en Chile evidencia una falta estructural crítica de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) aplicada a recursos hídricos".
15	Gómez & Erices (2023)	"Proporcionan el diagnóstico histórico de la morbilidad hídrica y definen explícitamente el concepto de Gobernanza del Agua".
16	Nicolas-Artero (2019)	"La DOH no tiene el personal ni los técnicos suficientes como para poder atender a todos los sistemas, obligando a licitaciones externas".

17	Pineda Contreras (2023)	“Necesidad de implementar Planes de Seguridad del Agua (PSA) simples y adaptables a las bajas capacidades locales”.
18	Marchant et al. (2024)	“Los Humedales Depuradores presentan costos operativos drásticamente menores, adecuándose a la capacidad de pago rural”.
19	(Millán Romero, 2025)	“Gestión basada en datos: implementación de telemedición con redes LoRaWAN para el monitoreo en línea de caudal y presión”.
20	(Viera, 2025)	“La Gestión de Activos permite detectar fugas invisibles de manera proactiva y justificar necesidades de inversión con análisis técnicos creíbles”.
21	Buchade et al. (2016)	“La metodología Six Sigma redujo las pérdidas de agua en red del 77,28% al 17,01%, altamente aplicable a sistemas como Los Trigales”.
22	Poljak (s.f.)	“Bajo Lean Management, las pérdidas son desperdicios. El objetivo es definir el nivel económico justificado de pérdidas (ELL)”.
23	Delorit et al. (2017)	“El 92% de los derechos de agua consuntivos en Elqui están en manos del sector agrícola, dejando a los SSR en profunda vulnerabilidad”.
LECTURAS COMPLEMENTARIAS		
24	Alvarez-Garretón et al. (2023)	“Se requieren acciones de transformación que implican modificaciones en los sistemas de organización local y asociación estratégica”.
25	Gobierno Regional Valparaíso (2018)	“Modelo de Soporte Decisional (MSD4U) desarrollado por universidades para jerarquizar iniciativas y orientar la inversión pública”.
26	Gaete Rojas (2025)	“La crisis climática multiplica eventos de alta turbiedad que presionan una infraestructura comunitaria sin redundancia para fallas”.
27	Boso et al. (2023)	“La gobernanza comunitaria genera un capital social anclado en la reciprocidad que actúa como escudo frente a la privatización”.
28	Duarte-Vera et al. (2022)	“La nueva ruralidad introduce una lógica mercantilista, donde nuevos residentes asumen rol de clientes exigentes”.
29	Fundación Chile (2018)	“Brecha de información: Para tomar decisiones se requiere una base de datos actualizada y georreferenciada de sistemas rurales”.
30	Fundación Chile (2019)	“La provisión hídrica está amenazada por la disminución de fuentes naturales generada por la mega-sequía y limitaciones estructurales”.
31	Amulén (2019)	“Cerca del 22% de las interrupciones en suministro rural se atribuyen directamente a la sequía estructural en el territorio”.
32	Ancán Llanca (2023)	“Los plazos institucionales de la DOH solo para la etapa de diseño profesional varían entre los 8 y 9 meses base”.
33	Aguas Nuevas (2020)	“Sinergia universidad-empresa: Tesis de grado para resolver contingencias y requerimientos puntuales de la operación sanitaria”.
34	Banco Mundial (2021)	“Falta información rigurosa sobre el sector rural, careciéndose de un observatorio hídrico que consolide balances en la oferta”.
35	Stehr et al. (2019)	“Excesiva fragmentación institucional con más de 43 actores con injerencia en el agua, derivando en brechas de políticas”.

36	Gobierno Regional Coquimbo (2021)	“El abastecimiento mediante camiones aljibe beneficia a cerca del 5,9% de viviendas, pero no garantiza sostenibilidad”.
37	Gobierno Regional Coquimbo (2025)	“Se consolida plan estratégico para enfrentar crisis hídrica en la región, redefiniendo los límites de resiliencia comunitaria”.
38	Aguas del Valle (2022)	“La operación sanitaria se enfrenta a una Megasequía, realidad silenciosa que exige priorizar disponibilidad para consumo humano”.
39	Surplan (2025)	“Actualización del Plan Regulador Intercomunal (PRI) Elqui, reconociendo nuevas zonas de extensión que sobrecargan las redes”.
40	Río Elqui (2025)	“La cuenca del río Elqui muestra una tendencia decreciente en caudales y reducción histórica en sus reservas embalsadas”.
41	Universidad de Chile (2024)	“Descenso crítico de niveles de pozos obliga a usar camiones aljibe, encareciendo fuertemente los costos operacionales”.
42	Sistema Nacional APR (s.f.)	“La implementación de innovación tecnológica garantiza que las comunidades gestionen el agua con eficiencia y transparencia”.
43	Madrid & Aris (2003)	“La inyección técnica de la academia palia las debilidades administrativas de dirigentes, asegurando eficiencia económica”.
44	Nelson-Núñez (2019)	“Debilidad en balances y falta de transparencia en la transferencia de información debilita la confianza institucional interna”.
45	Montenegro et al. (2018)	“Delegar a sanitarias urbanas (Unidades Técnicas) la asesoría a sectores rurales perpetuó una dependencia técnica limitante”.
46	Almuktar et al. (2018)	“El agua recuperada de humedales en zonas con escasez hídrica ha demostrado ser vital para el riego, aportando beneficios económicos”.
47	Andreo-Martínez et al. (2017)	“Humedales construidos logran remociones superiores al 97% de DBO5, demostrando que operan excelentemente en climas secos”.

13.3 Anexo 3: Fichas bibliográficas

FICHA 1	Fundamental
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Ibacache Urrutia, P. F., y Velásquez Castro, M. P. (2022). <i>Análisis del sistema de producción y distribución de agua potable del servicio sanitario rural Los Trigales de Guanaqueros</i> [Memoria de título, Universidad de La Serena]
Palabras claves:	Gestión de redes, modelación hidráulica, EPANET, Los Trigales.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: Las modelaciones hidráulicas realizadas mediante software EPANET demuestran que, al proyectar la demanda a 20 años, la red actual de distribución experimentará velocidades excesivas y presiones dinámicas negativas. El sistema sufre las consecuencias de una gestión desalineada con el crecimiento demográfico y diámetros de tubería insuficientes.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Mapas, Otros (Modelos de simulación)

FICHA 2	Fundamental
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Angel Valdivia, A. D., y Torres Campusano, F. R. (2022). <i>Diseño del sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas para la localidad rural de El Molle, comuna de Vicuña, provincia de Elqui</i> [Memoria de título, Universidad de La Serena].
Palabras claves:	Saneamiento, El Molle, lodos activados, tratamiento de aguas servidas.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: Para mitigar la ausencia de un sistema de recolección, se diseñó conceptualmente un sistema integral. Se concluyó que el tratamiento en base a lodos activados mediante aireación extendida es la opción técnica más robusta, garantizando remociones de carga orgánica superiores al 90% para cumplir con el DS 90/2000
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros (Plano de diseño)

FICHA 3	Fundamental
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Ministerio de Obras Públicas [MOP]. (2017). <i>Ley 20.998: Regula los servicios sanitarios rurales</i> . Diario Oficial de la República de Chile / Biblioteca del Congreso Nacional.
Palabras claves:	Ley 20.998, regulación, marco normativo, licencias de operación.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: Esta ley crea una nueva institucionalidad, reemplaza la denominación APR por Servicios Sanitarios Rurales (SSR) e introduce de manera explícita el concepto de saneamiento. Exige a los operadores obtener licencias de operación indefinidas y someterse a la fiscalización de la SISS.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Definir
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Tablas (segmentación)

FICHA 4	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Schuster Tapia, J. P. (2017). El modelo de gestión comunitaria del agua potable rural en Chile: contexto institucional, normativo e intenciones de reforma.
Palabras claves:	Contexto histórico, PAPR, institucionalidad, autogestión, Derecho humano al agua, nueva ruralidad, participación ciudadana.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: “El Programa de Agua Potable Rural inició en 1964, momento en que el 6% de las localidades rurales contaba con agua potable. Históricamente, el Estado proveyó infraestructura, delegando la administración a agrupaciones locales, lo que generó un "limbo institucional" tras la privatización urbana.” “Establece el reconocimiento del acceso al agua y saneamiento como un derecho humano. Expone además la necesidad de participación ciudadana y de educar hídricamente a los nuevos actores llegados por la 'nueva ruralidad'.”
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar, Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros (Análisis Histórico)

FICHA 5	Fundamental
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Barraza Patuelli, J. (2022). <i>Análisis de la dimensión humana asociada a la implementación de la ley que regula los Servicios Sanitarios Rurales</i> [Tesis de pregrado, Universidad de Concepción]
Palabras claves:	Dimensión humana, gestión comunitaria, capacidades operativas, Segmentación Ley 20.998, Unidades Técnicas, dependencia técnica.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: “Los directorios carecen frecuentemente de los conocimientos sociotécnicos, legales y contables para cumplir con las estrictas normativas de la Ley 20.998, como balances y reportes. A su vez, las tecnologías de tratamiento convencionales resultan financieramente inviables para comités menores por los altos costos operacionales.” "Detalla la clasificación y segmentación de la ley (Mayor, Mediano, Menor) según arranques. Relata también cómo el Estado delegó a las empresas sanitarias urbanas (Unidades Técnicas) el asesoramiento rural, perpetuando una dependencia técnica."
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, Definir
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Ejemplos

FICHA 6	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Ovies, M. (2022). <i>Análisis de la ley 20.998 sobre los servicios sanitarios rurales: brechas y desafíos</i> [Trabajo de titulación].
Palabras claves:	Velo de incertidumbre, latencia burocrática, brechas.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: La transición normativa ha generado un “velo de incertidumbre” en los dirigentes locales. La extrema burocracia y demoras de 10 a 20 años para nuevos sistemas generan un círculo vicioso donde la infraestructura queda obsoleta al momento de materializarse.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Mapas

FICHA 7	Fundamental
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Donoso, G. (2020). <i>Análisis de los tiempos de tramitación del Programa de Agua Potable Rural (PAPR)</i> (Estudio citado en Ovies, 2022).
Palabras claves:	Tiempos de tramitación, burocracia, latencia estatal.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: El proceso para implementar mejoras dura en promedio cinco años. Asombrosamente, el 56% de ese tiempo corresponde solo a plazos de tramitación administrativa y apenas el 44% a la ejecución de obras.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros (Datos porcentuales)

FICHA 8	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico [OCDE]. (2015). <i>Principios de Gobernanza del Agua de la OCDE</i> .
Palabras claves:	Gobernanza del agua, brechas multinivel, fragmentación institucional, Pilares de gobernanza, efectividad, eficiencia, confianza.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" Redacciones propias	Redacciones propias: "La gobernanza se sostiene sobre efectividad, eficiencia y confianza. A nivel institucional existen severas brechas multinivel, identificadas como brechas de políticas, de información y de financiamiento o capacidades, siendo obstáculos primordiales para la sostenibilidad rural." "Establece que una buena gobernanza se sostiene sobre tres pilares fundamentales: Efectividad, Eficiencia y Confianza/Participación ciudadana."
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, Definir
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 9	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Boso, À., Sánchez Galvis, L. K., & equipo LEQUIA. (2023). <i>Gobernanza comunitaria de sistemas de agua potable rural en un contexto altamente privatizado</i> . Agua y Territorio.
Palabras claves:	Gobernanza comunitaria, economía substantiva, capital social.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: La gobernanza comunitaria genera un capital social anclado en la reciprocidad que actúa como escudo frente a intentos de privatización. No obstante, los directorios sufren la falta de habilidades formales para sostener estas redes frente a la nueva rigidez estatal.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Complementar, Definir
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 10	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Gómez, M., & Erices, L. (2023). <i>Gobernanza del agua potable rural: Desigualdades y desafíos institucionales</i> . Revista Perspectivas, 41.
Palabras claves:	Desigualdades institucionales, patrimonialización, bien común, Morbilidad hídrica, concepto de gobernanza del agua.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	<p>Redacciones propias: “La infraestructura adquiere un valor que consolida el capital social de la comunidad. Sin embargo, el Estado asimila el funcionamiento de los comités al de grandes sanitarias, imponiendo normativas y exigencias punitivas a dirigentes que administran recursos escasos.”</p> <p>“Proporcionan el diagnóstico histórico de las elevadas tasas de morbilidad por causas hídricas. Definen explícitamente el concepto de Gobernanza del Agua como las instituciones, reglas y tradiciones para la toma de decisiones.”</p>
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, Complementar, definir
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 11	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Duarte-Vera, A. E., Vanhulst, J., & Letelier Araya, E. A. (2022). <i>Tensiones de la gobernanza comunitaria de servicios sanitarios rurales en territorios periurbanos (Chile)</i> . Revista Urbano.
Palabras claves:	Nueva ruralidad, periurbanización, dinámica social, clientes.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" Redacciones propias	Redacciones propias: La parcelación del suelo y la llegada de habitantes urbanos introduce una lógica mercantilista. Los nuevos residentes asumen el rol de "clientes" exigentes, lo cual debilita el tejido social necesario para el mantenimiento colaborativo de los sistemas comunitarios.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Ejemplos

FICHA 12	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Nicolas-Artero, C. (2016). <i>Las organizaciones comunitarias de agua potable rural en América Latina: un ejemplo de economía substantiva</i> . Polis Revista Latinoamericana.
Palabras claves:	Economía substantiva, reciprocidad, protección colectiva.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" Redacciones propias	Redacciones propias: Las organizaciones comunitarias representan la "economía substantiva", donde la gestión escapa del libre mercado y se basa en solidaridad y reciprocidad territorial, protegiendo el agua como un bien común.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Definir
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 13	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Pineda Contreras, C. C. (2023). <i>Propuesta de indicadores en la implementación de un Plan de Seguridad del Agua y un Plan de Seguridad del Saneamiento en los Servicios Sanitarios Rurales....</i>
Palabras claves:	Planes de Seguridad del Agua (PSA), resiliencia, gestión preventiva.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: Para pasar a una gestión preventiva, los SSR necesitan implementar Planes de Seguridad del Agua (PSA). No obstante, en áreas rurales estos planes requieren metodologías que sean simples, de muy bajo costo y adaptables a las bajas capacidades locales.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros (indicadores metodológicos)

FICHA 14	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Gaete Rojas, J. I. (2025). <i>Crisis Climática. Análisis de factores de riesgo en salud asociados a variables climáticas en Servicios Sanitarios Rurales....</i>
Palabras claves:	Crisis climática, riesgos operacionales, turbiedad, redundancia.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: El cambio climático exacerba los riesgos operacionales en la captación. Multiplica eventos de alta turbiedad y arrastre de sedimentos que presionan una infraestructura comunitaria que actualmente carece de redundancia para soportar fallas sistémicas.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 15	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Fundación Chile. (2019). <i>Transición hídrica: El futuro del agua en Chile</i> . Escenarios Hídricos 2030.
Palabras claves:	Transición hídrica, mega-sequía, escasez, disminución de fuentes.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: En zonas como la Provincia de Elqui, la provisión hídrica se encuentra profundamente amenazada por la disminución de las fuentes naturales generada por la mega-sequía y las limitaciones estructurales.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, otros aportes.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Gráficos, mapas.

FICHA 16	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Amulén. (2019). <i>El estado del agua en Chile: brechas y desafíos en la provisión de agua potable en áreas rurales</i> .
Palabras claves:	Interrupciones de suministro, sequía estructural, brechas de provisión.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: Cerca del 22% de las interrupciones totales en el suministro de agua potable a nivel país son atribuidas directamente a la sequía estructural que golpea al territorio nacional. Además, la inversión en tecnologías convencionales suele ser inviable económicamente para estos comités.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Tablas, gráficos.

FICHA 17	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Ancán Llancao, G. (2023). <i>Mejoramiento sistema APR Cerrillos de Tamaya, comuna de Ovalle, provincia del Limarí</i> [Memoria de título, Universidad de Chile].
Palabras claves:	Incremento poblacional, loteos irregulares, capacidad de abastecimiento.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: Los diagnósticos de SSR locales reflejan que gran cantidad operan al límite de su capacidad debido al fuerte incremento poblacional derivado de loteos irregulares, utilizando infraestructura construida hace más de dos décadas.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Complementar.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Ejemplos

FICHA 18	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Aguas Nuevas. (2020). <i>Proyectos de Investigación y Gobernanza: Tesis desarrolladas en elaboración</i> . Gerencia de Ingeniería AN.
Palabras claves:	Empresas sanitarias, vinculación académica, contingencias operacionales.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: La sinergia universidad-empresa es un modelo probado en el sector privado, donde grandes concesionarias mantienen programas para que tesis de grado resuelvan contingencias y requerimientos puntuales de su propia operación.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Ejemplos

FICHA 19	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Stehr, A., et al. (2019). <i>Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático. Informe de la mesa Agua.</i>
Palabras claves:	Adaptación, cambio climático, fragmentación institucional, toma de decisiones.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: La gobernanza define quién toma las decisiones frente a la escasez y el cambio climático. En Chile hay una excesiva fragmentación con más de 43 actores con injerencia en el agua, lo que deriva en grandes brechas de políticas y descoordinación.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, complementar.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros.

FICHA 20	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Banco Mundial. (2021). <i>Informe sobre información subsectorial de los recursos hídricos en Chile</i> .
Palabras claves:	Brecha de información, observatorio hídrico, consolidación de datos.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: A pesar del intento de centralización de la Ley, existe una severa brecha de información; se carece de un observatorio hídrico que consolide rigurosamente datos de infraestructura y calidad en el sector rural.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros.

FICHA 21	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Madrid, M., & Aris, M. (2003). <i>Eficiencia productiva y dinámica en la asignación del recurso hídrico (Conceptos de Gobernanza y Economía del Agua)</i> .
Palabras claves:	Enfoque social, eficiencia económica, distribución equitativa.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: La inyección de capacidad técnica por parte de la academia palia las debilidades administrativas de los dirigentes, asegurando que las soluciones respeten el enfoque social, la eficiencia económica y la distribución equitativa de los beneficios en el territorio rural.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros.

FICHA 22	Especifica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Nelson-Nuñez, J. (2019). <i>Obligaciones de transferencia de información y preparación de balances en organizaciones de APR.</i>
Palabras claves:	Balances anuales, transferencia de información, confianza institucional.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: Se constata una gran debilidad en la elaboración de balances anuales y la falta de transparencia en la transferencia de información a los socios, lo que debilita fuertemente la confianza institucional interna de los comités de agua.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros.

FICHA 23	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Montenegro, S., Aranda, J., & otros. (2018). <i>Marco jurídico del agua potable rural</i> . (Documentos de estudio).
Palabras claves:	Estatuto jurídico, unidades técnicas, dependencia técnica.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: El Estado continuó su rol como proveedor de infraestructura básica, obligando a las empresas sanitarias urbanas (Unidades Técnicas) a prestar asesoría a las agrupaciones rurales, un modelo que perpetuó la dependencia técnica y limitó drásticamente el desarrollo del saneamiento.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros.

FICHA 24	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Gobierno Regional de Coquimbo [GORE Coquimbo]. (2025). <i>Se consolida plan estratégico para enfrentar crisis hídrica en la región</i> . Recuperado de https://www.gorecoquimbo.cl/se-consolida-plan-estrategico-para-enfrentar-crisis-hidrica-en-la-region/gorecoquimbo/2025-07-15/102152.html
Palabras claves:	Plan estratégico, crisis hídrica, resiliencia comunitaria.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: La gestión de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) se encuentra en una fase de transformación impulsada por la presión de una mega-sequía que ha redefinido los límites de la resiliencia comunitaria en la región.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Complementar.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros.

FICHA 25	Fundamental
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Alvarez-Garreton, C., et al. (2023). <i>Seguridad Hídrica en Chile: Caracterización y Perspectivas de Futuro</i> .
Palabras claves:	Seguridad hídrica, acciones de transformación, autogestión.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: Plantea la urgencia de alcanzar la seguridad hídrica frente a la megasequía. Justifica que se requieren "acciones de transformación" en las comunidades rurales, implicando modificaciones profundas en los sistemas de organización local y asociación estratégica con nuevos actores.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, Orientar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 26	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Gobierno Regional de Valparaíso. (2018). Lineamientos estratégicos de política pública e iniciativas para el desarrollo y sostenibilidad hídrica...
Palabras claves:	Universidades, soporte decisional, política pública, Valparaíso.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: Caso referente donde las universidades locales desarrollaron un Modelo de Soporte Decisional (MSD4U), jerarquizando iniciativas técnicas y orientando la inversión pública para demostrar empíricamente el rol articulador de la academia.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Ejemplos

FICHA 27	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Mesa Nacional del Agua. (2020). Primer Informe de la Mesa Nacional del Agua. Gobierno de Chile.
Palabras claves:	Fragmentación institucional, falta de información.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: El Estado reconoce explícitamente una profunda fragmentación institucional y una crítica falta de investigación e información pública para la toma de decisiones hídricas.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 28	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2016). Gobernanza del Agua en las Ciudades.
Palabras claves:	Ineficiencia, Programa APR, evaluación multicriterio.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: Advierte que la insuficiencia de datos obstaculiza la eficiencia de inversiones en el APR. Recomendación complementar la evaluación de costo-beneficio con análisis multicriterio ajustados a la realidad rural.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 29	Fundamental
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Quiñonez Zúñiga, C., & Laverde Urrea, L. E. (2019). Construcción participativa de modelos de negocios en organizaciones rurales. Telos.
Palabras claves:	Construcción participativa, igualdad de condiciones, no imposición.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: La intervención universitaria no debe ser impositiva. El flujo de información con dirigentes debe darse en igualdad de condiciones, adaptando herramientas sin imponer visiones corporativas.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 30	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Valdés-Pineda, R., et al. (2014). Water governance in Chile: Availability, management and climate change. Journal of Hydrology.
Palabras claves:	I+D+i, gobernanza, déficit de investigación.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” Redacciones propias	Redacciones propias: La gobernanza del agua en Chile evidencia una falta estructural crítica de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) aplicada a los recursos hídricos.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 31	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Almuktar, S., et al. (2018). Wetlands for wastewater treatment and subsequent recycling of treated effluent: a review. Environ. Sci. Pollut. Res.
Palabras claves:	Humedales, Portugal, reúso de aguas, escasez.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: En zonas rurales de Portugal sujetas a escasez hídrica, el agua recuperada de humedales ha demostrado ser vital para el riego, aportando beneficios económicos.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Ejemplos

FICHA 32	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Andreo-Martínez, P., et al. (2017). Domestic wastewaters reuse reclaimed by an improved horizontal subsurface-flow constructed wetland... Bioresource Technology.
Palabras claves:	Humedales construidos, remoción DBO5, clima seco.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: Caso en España evaluó un humedal logrando remociones del 97,8% para DBO5 y 96,9% de fósforo, demostrando que operan excelentemente en climas secos similares a Elqui.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Ejemplos

FICHA 33	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Buchade, G., et al. (2016). A Six Sigma Approach to Water Savings.
Palabras claves:	Six Sigma, reducción de pérdidas, DMAIC.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: La metodología Six Sigma redujo las pérdidas de agua en una red de 77,28% a 17,01%. Es un enfoque de bajo costo altamente aplicable a sistemas como Los Trigales.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Ejemplos

FICHA 34	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Poljak, D. (s.f.). Identification of lean and green wastes in a water supply organization.
Palabras claves:	Lean Management, desperdicios, pérdidas reales inevitables.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: Bajo Lean Management, las pérdidas son "desperdicios". El objetivo debe ser definir el nivel económico justificado de pérdidas (ELL) y llegar al nivel de Pérdidas Reales Anuales Inevitables.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 35	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Wang, T., et al. (2019). Ecological ditch system for nutrient removal of rural domestic sewage... Journal of Hydrology
Palabras claves:	Zanjas ecológicas, rural, remoción de nutrientes.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: En zonas de topografía compleja en China, sistemas ecológicos removieron exitosamente nutrientes de aguas residuales domésticas rurales, respaldando estas alternativas para El Molle.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Ejemplos

FICHA 36	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Nicolas-Artero, C. (2019). <i>Las organizaciones comunitarias de agua potable rural en América Latina: un ejemplo de economía substantiva</i> . Polis Revista Latinoamericana.
Palabras claves:	Limbo institucional, nueva ruralidad, mercantilismo, lógica de clientes.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: Tras la privatización urbana, los territorios rurales quedaron excluidos, produciéndose un "limbo institucional". Además, con la "nueva ruralidad", los nuevos residentes asumen un rol de "clientes" exigentes, fracturando el tejido social necesario para el mantenimiento colaborativo.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros (Análisis institucional)

FICHA 37	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Marchant, C., De la Vega, X., Vera-Puerto, I., et al. (2024). <i>Humedales Depuradores: una Solución basada en la Naturaleza para el reúso de aguas residuales domésticas...</i> Centro de Humedales Río Cruces Policy Brief N°1.
Palabras claves:	Humedales depuradores, Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), viabilidad económica, aceptabilidad social.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: Al proponer nuevas tecnologías para los comités sin fines de lucro frente a la crisis climática, la academia debe estar a la vanguardia no solo evaluando la ingeniería, sino también su aceptabilidad social y su viabilidad económica.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar, Contrapropuesta
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Ejemplos, Otros

FICHA 38	Fundamental
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Rubio Romero, P., Castro Moreno, H., & Madrid Aris, M. (2024). Gobernanza y Economía del Agua A y B [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Gobernanza y Economía del Agua, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
Palabras claves:	Rent-seeking, free-riders, sostenibilidad financiera, dimensión humana, eficiencia económica.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: El desafío económico para la sostenibilidad de los SSR implica lidiar con conductas de captura de rentas (rent-seeking) y el problema de los free-riders. La inyección de capacidad técnica asegura que las soluciones respeten el enfoque social, la eficiencia económica y la equidad.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar, Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 39	Fundamental
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Rubio Romero, P., Castro Moreno, H., & Madrid Aris, M. (2024). Gobernanza y Economía del Agua A y B [Diapositivas de PowerPoint]. Cátedra de Gobernanza y Economía del Agua, Magíster en Gestión del Agua, Universidad Técnica Federico Santa María.
Palabras claves:	Redes colaborativas, comunidades de práctica, Vinculación con el Medio.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: Frente a la ineficacia de un modelo puramente estatista o la inequidad de la privatización, la gobernanza requerida para el éxito de la nueva ley debe sustentarse en redes colaborativas (comunidades de práctica) y en la Vinculación con el Medio impulsada por la academia.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar, Definir
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 40	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Fundación Chile. (2018). <i>Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile</i> . Escenarios Hídricos 2030.
Palabras claves:	Brecha de información, base de datos georreferenciada, planificación hídrica.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: Destaca el gran desafío de reducir la "brecha de información" nacional. Para tomar decisiones acertadas en recursos hídricos se requiere una base de datos actualizada y georreferenciada de todos los sistemas rurales.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 41	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Dirección General de Aguas [DGA]. (2019). <i>Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático</i> . Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
Palabras claves:	Realidad territorial, promedios estadísticos, base de datos.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: El trabajo conjunto entre la academia y los SSR rurales puede alimentar los sistemas de información nacional, permitiendo una planificación hídrica basada en la verdadera realidad territorial y no únicamente en promedios estadísticos genéricos.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 42	Específica
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Delorit, J., Gonzalez Ortuya, E. C., & Block, P. (2017). <i>Evaluation of model-based seasonal streamflow and water allocation forecasts for the Elqui Valley, Chile</i> . Hydrology and Earth System Sciences Discussions.
Palabras claves:	Derechos consuntivos, vulnerabilidad regulatoria, Valle de Elqui, sector agrícola.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: Evidencia la intensa competencia por el recurso hídrico en el Valle del Elqui, donde aproximadamente el 92% de los derechos de agua consuntivos están en manos del sector agrícola (frutícola), dejando a los SSR en profunda vulnerabilidad.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Mapas

FICHA 43	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	García-Ubaque, C. A., Vaca-Bohórquez, M. L., & García-Ubaque, J. C. (2014). <i>Sanitario seco: una alternativa para el saneamiento básico en zonas rurales</i> . Revista de Salud Pública, 16(4), 629-638.
Palabras claves:	Saneamiento rural, aceptabilidad social, alternativas sanitarias.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: Al incorporar tecnologías innovadoras de saneamiento en zonas rurales para comités sin fines de lucro, la viabilidad depende directamente de evaluar no solo la técnica, sino su aceptabilidad social comunitaria.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar, Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 44	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Río Elqui. (2025). Invierno 2025: reservas mínimas y baja proyección de lluvias confirman escenario hídrico crítico en la Región de Coquimbo. https://www.rioelqui.cl/invierno-2025-reservas-minimas-y-baja-proyeccion-de-lluvias-confirman-escenario-hidrico-critico-en-la-region-de-coquimbo/
Palabras claves:	Río Elqui, caudales, reservas embalsadas, escenario crítico.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: La cuenca del río Elqui, principal fuente de la provincia, muestra una tendencia decreciente en sus caudales y una reducción histórica en sus reservas embalsadas.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 45	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Sistema Nacional APR. (s.f.). <i>Tecnología en la gestión del agua rural en Chile: un cambio necesario</i> . https://www.sistemanacionalapr.com/blog/tecnologia-gestion-agua-rural-chile-cambio-necesario
Palabras claves:	Tecnología, gestión hídrica rural, transparencia, justicia social.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: La implementación de innovación tecnológica y la vinculación con la academia garantizan que las comunidades rurales gestionen el agua con transparencia, eficiencia y justicia social bajo el nuevo modelo normativo.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

FICHA 46	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Universidad de Chile. (2024). <i>Especialistas plantean medidas frente a la crisis hídrica en Coquimbo</i> . https://uchile.cl/noticias/213191/especialistas-plantean-medidas-frente-a-la-crisis-hidrica-en-coquimbo
Palabras claves:	Descenso de pozos, encarecimiento, camiones aljibe, Pan de Azúcar.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: El descenso crítico de los niveles de pozos y norias obliga a comités a recurrir a camiones aljibe. En sectores de Coquimbo como Pan de Azúcar, se evidencia un descenso de medio metro anual en los pozos, encareciendo los costos energéticos.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Orientar, Avalar, Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Ejemplos

FICHA 47	Complemento
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	Gobierno Regional de Coquimbo (2021). <i>Anexo 2</i> .
Palabras claves:	Camiones aljibe, medida de emergencia, viviendas, región de Coquimbo.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2. Redacciones propias	Redacciones propias: El abastecimiento mediante camiones aljibe se ha convertido en una medida de emergencia que beneficia a cerca del 5,9% de las viviendas en la región, pero que no garantiza una solución de sostenibilidad a largo plazo.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Avalar, Complementar
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Otros

Encuesta sobre la Gestión y Vinculación de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

Instrucciones: A continuación, se presentan una serie de afirmaciones relacionadas con la gestión, operación y vinculación interinstitucional de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR).

Basado en su experiencia y conocimiento, indique su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de ellas, utilizando la siguiente escala:

1 = Muy en Desacuerdo

2 = En Desacuerdo

3 = Ni Acuerdo ni Desacuerdo

4 = De Acuerdo

5 = Muy de Acuerdo

Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

I. Información General

Título del Proyecto: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN Y MEJORAMIENTO DE UN SERVICIO SANITARIO RURAL. PROVINCIA DE ELQUI: LOS TRIGALES DE GUANAQUEROS Y EL MOLLE.

- **Investigador:** Alan Paulo Olivares Gallardo
- **Institución:** Universidad Técnica Federico Santa María.
- **Propósito:** Evaluar la gestión del Servicio Sanitario Rural (SSR) mediante un levantamiento integral de antecedentes técnicos y operacionales para integrar el aporte científico-técnico de la academia en la resolución de problemas de diseño, operación y administración.

II. Descripción del Procedimiento

Usted ha sido invitado a participar en una encuesta para recopilar datos sobre la gestión y operación de los SSR. La encuesta tiene una duración aproximada de 5 minutos y abordará temas relacionados con la infraestructura, la eficiencia hídrica, gobernanza del agua y la relación técnica con la academia.

III. Voluntariedad y Confidencialidad

- **Participación Voluntaria:** Su participación es totalmente voluntaria y puede retirarse del estudio en cualquier momento sin que esto afecte su relación con la universidad u otros organismos.
- **Confidencialidad:** La información recolectada será utilizada exclusivamente para fines académicos en el marco de una tesina de postgrado. Los datos sensibles de operación serán tratados de forma agregada o anónima si así se requiere, para proteger la integridad de la asociación gremial.

IV. Beneficios y Riesgos

- **Beneficios:** Los resultados del estudio buscan formalizar una metodología que valide el apoyo técnico de la academia ante organismos como la **DOH**, la **SISS** y el **Gobierno Regional**, facilitando la toma de decisiones y la obtención de recursos.
- **Riesgos:** No se identifican riesgos físicos o legales para los participantes. El principal compromiso es el tiempo dedicado a la encuesta.

V. Evaluaciones

- Los resultados de este estudio podrán ser sistematizados, socializados y/o publicados en informes académicos, presentaciones universitarias, artículos científicos o en medios de difusión con objetivos académicos, sin revelar la identidad de los participantes.

Afirmación para evaluar	1 (Muy en desacuerdo)	5 (Muy de acuerdo)
Los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) de la provincia cuentan, por lo general, con planos y antecedentes técnicos actualizados.		
El proceso de adaptación a las nuevas exigencias de la Ley 20.998 ha sido difícil para la organización (se cambió forma para cumplir metodológicamente como una escala de likert)		
El SSR utiliza de forma constante herramientas de gestión (software, planillas, telemetría) para controlar su operación o administración.		
El apoyo previo entregado por estudiantes o académicos para realizar memorias o informes técnicos ha sido de gran utilidad.		
Los proyectos técnicos propuestos por la universidad en 2022 han encontrado las facilidades institucionales necesarias para su ejecución material.		
Los informes y diseños técnicos entregados por la academia constituyen antecedentes válidos y suficientes para solicitar recursos al Gobierno Regional o a la DOH.		
La universidad debe mantener un rol activo y continuo entregando apoyo técnico a los SSR		
Actualmente existe una buena y efectiva coordinación entre el SSR, la academia y los organismos públicos (DOH/SISS).		
Es fundamental fortalecer la coordinación tripartita (SSR, academia y organismos públicos) para mejorar la gestión.		
Los tiempos de tramitación y la burocracia de las instituciones públicas retrasan significativamente la materialización de las soluciones técnicas en los SSR.		